

GCCCE 2023

第 27 届全球华人计算机教育应用大会

THE 27TH GLOBAL CHINESE CONFERENCE
ON COMPUTERS IN EDUCATION

2023 年 5 月 27 日 - 5 月 31 日

MAY 27 - MAY 31, 2023

中国 北京 | 北京师范大学 (昌平校区)

BEIJING, CHINA | BEIJING NORMAL
UNIVERSITY (CHANGPING CAMPUS)



北京師範大學
BEIJING NORMAL UNIVERSITY



GCCCE2023



工作坊论文集

WORKSHOP PROCEEDINGS



GCCCE2023

出版者:全球華人計算機教育應用學會

書名:第27屆全球華人計算機教育應用大會大會論文集(工作坊論文)

作者:鄭年亨、劉迎春、施如齡、江波、李閔憲、殷成久、孫丹兒、盧宇

出版年月:2023年6月

版次:初版

ISBN: 978-986-983-999-0 (PDF)

第 27 届全球华人计算机教育应用大会

The 27th Global Chinese Conference on Computers in Education

GCCCE 2023 大会论文集（工作坊论文）

GCCCE 2023 Workshop Proceedings

主编 Editors

郑年亨 台北医学大学

Hercy Chen, Taipei Medical University

刘迎春 浙江工业大学

Yingchun Liu, Zhejiang University of Technology

施如龄 台湾中央大学

Ju-Ling Shih, National Central University

江波 华东师范大学

Bo Jiang, East China Normal University

李旻宪 台湾师范大学

Minhsien Lee, Taiwan Normal University

殷成久 日本九州大学

Chengjiu Yin, Kyushu University, Japan

孙丹儿 香港教育大学

Daner Sun, The Education University of Hong Kong

卢宇 北京师范大学

Yu Lu, Beijing Normal University

目录 Table of Contents

一、序言 Message from the Organiser vii

二、大會組織 Organization..... viii

工作坊 Workshops

W01 迎接“元宇宙”的世代，如何融入新科技于教学工作坊

1 Exploring Chinese EFL Learners' Motivation and Learning Strategies in Online Learning Environment

Feiyu Teng, Yuhan Guan, Yanqing Yi, Jinjin Liu¹, Lin Luan

6 以平板電腦遊戲“Rhythm cat”探究學生之節奏學習自我效能、遊戲焦慮與認知負荷對學習興趣與學習價值關係之研究

張紫媛

15 四大偶像對求知好奇心與持續意圖相關之研究：以媒體識讀為例

孫宗慧、洪榮昭、羅亭又

24 運用數位學習資源提升中途國中生英語閱讀理解之個案研究——以 Cool English 學習網站為媒介

楊幸甄、洪榮昭

32 以「Wordwall」數位遊戲探討為國小英語教學情境和外語(第二語言)學習焦慮、認知負荷、遊戲焦慮與學習表現相關之研究

朱奕融、洪榮昭

38 HOLIYO 密室逃脫遊戲融入課堂對數學自我效能、遊戲焦慮、學習價值、學習表現之影響

蘇凡琴、洪榮昭、戴凱欣

45 Haliyo 解謎遊戲融入高中國文閱讀策略教學：後設認知、遊戲興趣與出題興趣對心流體驗與學習價值之關係

宮仲妘、洪榮昭

W02 知识建构与教育数字化转型工作坊

53 小学生如何参与知识建构过程——基于认知网络和行为序列的分析

张晓洁、冯诗惠、陈桂涓、赵建华

61 支持学生高阶思维发展的小学科学教学策略研究——以“姜撞奶”课程为例

欧阳王祺、吴少文

64 教育数字化转型视域下教师能力研究

丁雪宁、郑晓英

70 信息技术支持下教师精准教学过程设计研究

- 77 基于 ARCS 动机模型的初中人工智能模块教学策略研究
李永俊
- 86 面向知识建构的小学科学教学策略研究——以《点亮小灯泡》为例
杨坤
- 90 Exploring Changes in Learning Approach of Elementary School Students Using a Knowledge building Platform
姜羽、吴少文
- 99 基于数学学科教学知识视角下的知识建构中教师的专业化发展研究
楊昇翰
- 104 基于知识建构的数学概念教学——以《体积》知识建构课例为例
周林桢
- 109 How Undergraduates' Epistemic Emotions Influence Collective Knowledge Advancement in a Knowledge-Building Environment
Xueqi Feng, Jianhua Zhao, Yuqin Yang, Carol Chan
- 118 Idea-Centered Productive Talk for Online Knowledge Building
Jialiing Liu, Jing Kong, Jianhua Zhao
- 126 Exploring Higher Education Teachers' Redesign Process and Design Principles: Insights from Two Case Studies
Kun Liu, Nancy Law, Jianhua Zhao

W03 学习投入与学习行为建模工作坊

- 135 多模态外显数据驱动的课堂认知投入评测模型构建研究
徐琦, 魏艳涛, 刘清堂, 师亚飞
- 144 技术赋能教学, 数据助力教研——学校数据赋能课堂教学评价研究报告
张芳菲
- 153 基于探究社区理论的大学生高阶思维培养的实证研究
刘娣、朱永海、严诗雨、韩烘钰、张丽
- 166 在线教学中大学生高阶思维的影响机制研究——基于探究社区理论的视角
刘娣、朱永海、张丽
- 179 在线学习行为分析研究综述
刘妙韵、刘勇
- 186 国际 STEAM 学习投入的系统性文献综述研究
张慕华、李妍、刘紫依
- 195 面向计算思维素养培养的跨学科融合教学分析——以信息技术与学科融合教学中正向人际关系图谱分析为例
蔡荣啸、高佳平、张龙梅
- 199 移动辅助语言学习环境下大学生语言学习观念和语言学习策略研究
赵晓娟、王冰昕、陈真真
- 207 基于回归树模型的 K-12 学生学习成绩非智力影响因素分析
濮继敏、杨坤、温欣茹、武贵贵、孙兴华
- 213 数智融合时代《学习分析技术与方法》省一流本科课程的建设与质量评价
颜欣、代思琦、张琪
- 222 虚拟探究场景促进学习迁移的设计研究——基于多模态数据的分析

- 230 沉浸式探究场景下生成性学习策略的效果研究
代思琦、范友惠、张琪
范友惠、杨燕、张琪

W04 創新互動回饋科技提升學習動機工作坊

- 238 結合情境感知與環景導覽引導機制之遊戲式行動導覽學習模式對學習者學習動機與成效之影響
陳君銘、葉鎮源、徐典裕
- 242 運用創新多元數位內容提升大學生自主學習能力與動機之實踐與研究
陳信助、楊政穎、賴阿福
- 249 穿戴式擴增實境結合遊戲化即時回饋系統進行不同學習活動對國小學生的情境興趣與學習成效之影響：以數學課程為例
吳季蓉、游師柔、孫之元

W05 学习科学与游戏化学习工作坊

- 254 小藍星指尖游戏新样态——北京军区机关幼儿园启动小藍星亲子模式实例分析
段春梅、钱媛媛、高坤、王健、周翔
- 261 互联网+阅读写作激励小学生积极进取实证研究
卢青云、吴东杰、吴悦
- 269 基于四维学习理论的游戏化教学设计与实践
张孟婷、袁柳
- 274 小游戏 大空间——游戏化教学在小学低年级数学教学中的实践研究
郝建萍

W06 计算机支持的个性化和协作学习工作坊

- 281 The Development of the Dynamic Scaffoldings Enabled Learning Environment: ScaffoldiaMymaths
Sun Daner, Jia Fenglin, Yang Lan
- 285 Design and Develop a Scratch-Enabled Digital Storytelling Curriculum for Primary Students in Hong Kong: A Design-Based Research
Yunsi Tina Ma, Siu-Cheung Kong, Daner Sun
- 292 基於知識翻新理論的合作論證教學對國小高年級學生社會性科學議題議論文寫作表現之影響
劉怡萱、吳穎洵、阮郁源
- 300 運用自我調節學習平台輔助學生網際網路程式設計
張家榮、陶淑瑗

W07 新兴技术支持的协作学习设计与评价

- 306 虚拟现实技术对理工科高校学生技术技能学习效果的影响研究
张璐、吴敏、孙欢
- 315 Promoting Blended Learning Through Effective Discussion Design: The Combined Effects of Role Assignment and Timing

Peiyu Wang, Heng Luo

325 高校课堂中交互式视频反馈促进协同论证的设计研究

孔伶俐、马志强

330 共享调节学习内涵、特征与发展研究

赵赫璇、毛晓龙、刘思嘉、付玉娜、马国威、王妍莉

338 智能时代下的主动学习策略应用综述

付玉娜、刘思嘉、赵赫璇、马国威、毛晓龙、王妍莉

342 Enhancing Collaborative Learning through Technology Integration: A Case Study of Volcanic Eruption Principles Mastery

Xiaoxiao Feng

346 多重要素介导下的协作问题解决学习探究

孙雨薇

W08 第五屆「親身體驗，好就用」：遊戲式 / 遊戲化與教育玩具工作坊

354 連桿仿生機器人之創意設計與實作成果評估

陳宣文、施如齡、曾家俊

359 執行功能訓練系統：情境化數位遊戲「寵物訓練師」

何彥蓉、陳志洪

364 教育機器人融入數位遊戲之物聯網系統

陳慶霖、陳志洪

369 遊戲化閱讀目標系統之發展與評估

許喬珉、廖長彥、楊筱彤

373 透過成就系統提升學生數學興趣與自我效能

楊承祐、葉彥呈

一、序言 Message from the Organiser

第 27 届全球华人计算机教育应用大会 (GCCCE 2023) 于 2023 年 5 月 27 日至 5 月 31 日由北京师范大学举办。本届工作坊于 2023 年 5 月 27 至 28 日举行，会采用线上线下结合的形式，以鼓励不同区域的研究者们交流与合作。

GCCCE 2023 工作坊以计算机教育应用领域的各种新兴主题为核心，旨在加强社群内特定主题研究群的凝聚力，为与会者提供一个学术交流与讨论的平台。本届鼓励计算机教育应用相关领域的研究者以各种新兴主题、实作导向或具有深度互动的方式规划各自的工作坊。为达到深度交流互动与专业讨论的目的，本届工作坊除论文发表，亦欢迎其他形式的活动，包括但不限于小型论坛、论文发表、互动展示、实作活动等。

本论文集收录了八个独具特色的工作坊论文，最终收录 54 篇论文。其主题分别为：

- 工作坊 1: 迎接“元宇宙”的世代，如何融入新科技于教学工作坊
- 工作坊 2: 知识建构与教育数字化转型工作坊
- 工作坊 3: 学习投入与学习行为建模工作坊
- 工作坊 4: 创新互动回馈科技提升学习动机工作坊
- 工作坊 5: 学习科学与游戏化学习工作坊
- 工作坊 6: 计算机支持的个性化和协作学习工作坊
- 工作坊 7: 新兴技术支持的协作学习设计与评价
- 工作坊 8: 第五届「亲身体验，好就用」: 游戏式 / 游戏化与教育玩具工作坊

本人由衷感谢各工作坊的主席群对本会的支持，让本届论文征集、收件与评审工作得以顺利开展。最后预祝各工作坊的组织者与参会者在知识与交流上都能满载而归！

台北医学大学 郑年亨
浙江工业大学 刘迎春
工作坊主席

二、大會組織 Organization

主办单位:

全球华人计算机教育应用学会

Global Chinese Society for Computers in Education (GCSCE)

承办单位:

北京师范大学

Beijing Normal University

未来教育高精尖创新中心

Advanced Innovation Center for Future Education (AICFE)

大会主席:

施如龄 台湾中央大学

Ju-Ling Shih, Central University,

大会顾问:

黄荣怀 北京师范大学

Ronghuai Huang, Beijing Normal University

余胜泉 北京师范大学

Shengquan Yu, Beijing Normal University

武法提 北京师范大学

Fati Wu, Beijing Normal University

议程委员会主席:

江波 华东师范大学

Bo Jiang, East China Normal University

议程委员会副主席:

李旻宪 台湾师范大学

Minhsien Lee, Taiwan Normal University

殷成久 九州大学

Chengjiu Yin, Kobe University, Japan

孙丹儿 香港教育大学

Daner Sun, The Education University of Hong Kong

组织委员会主席:

卢宇 北京师范大学

Yu Lu, Beijing Normal University

组织委员会秘书:

宋佳宸 北京师范大学

Jiachen Song, Beijing Normal University

工作坊主席:

郑年亨 台北医学大学

Hercy Chen, Taipei Medical University
刘迎春 浙江工业大学
Yingchun Liu, Zhejiang University of Technology

工作坊委员会 Workshop Programme Committee

W01: 迎接“元宇宙”的世代，如何融入新科技于教学工作坊

洪榮昭，臺灣師範大學（主席）
葉建宏，北京師範大學（副主席）

W02: 知识建构与教育数字化转型工作坊

赵建华，南方科技大学（主席）
陈桂涓，香港大学教育学院（副主席）

W03: 学习投入与学习行为建模工作坊

张琪，淮北师范大学（主席）

W04: 创新互动回馈科技提升学习动机工作坊

孫之元，陽明交通大學（主席）
陳攸華，中央大學（副主席）
朱蕙君，東吳大學（副主席）
游師柔，陽明交通大學（副主席）
張瓊方，陽明交通大學（副主席）

W05: 学习科学与游戏化学习工作坊

尚俊杰，北京大学（主席）
胡秋萍，北京市朝阳区教师发展学院（副主席）
侯兰，海淀区教育科学研究院（副主席）
杨红，北京市顺义区教育研究和教师研修中心（副主席）
肖海明，中国教育技术协会教育（副主席）

W06: 计算机支持的个性化和协作学习工作坊

林珊如，阳明交通大学（主席）
王岱伊，静怡大学（副主席）

W07: 新兴技术支持的协作学习设计与评价

马志强，江南大学（主席）
陈娟娟，浙江大学（副主席）
涂芸芳，天主教辅仁大学（副主席）

W08: 第五届「亲身体会，好就用」：游戏式/游戏化与教育玩具工作坊

陳志洪，台湾师范大学（主席）
鄭年亨，台北医科大学（副主席）
廖長彥，中央大学（副主席）

Exploring Chinese EFL Learners' Motivation and Learning

Strategies in Online Learning Environment

Feiyu Teng¹, Yuhan Guan¹, Yanqing Yi¹, Jinjin Liu¹, Lin Luan^{1*}

¹ Beijing University of Posts and Telecommunications

* luanlin@bupt.edu.cn

Abstract: *Online learning environment addresses the limitations of traditional remote-meeting teaching. It enhances students' learning motivation and facilitates their use of learning strategies. This study aimed to investigate the relationship between motivation and learning strategies. Specifically, we surveyed 464 Chinese university students and tested a model for predicting learning strategies using learning motivation. Confirmatory factor analyses (CFA) were first conducted to validate two adapted questionnaires as the instrument for learning motivation and learning strategies. Subsequently, structural equation modeling (SEM) was conducted to test how students' intrinsic motivation, extrinsic motivation and self-efficacy predict their perceived learning strategies. Results showed that both questionnaires are valid and reliable instruments, and intrinsic motivation positively predicts four learning strategies. Implications and limitations are discussed.*

Keywords: learning motivation, learning strategies, EFL (English as foreign language), online learning

1. Introduction

During the Covid-19 pandemic, a lot of learning activities were taking place in online settings, but there were problems aroused such as isolation and low motivation of language learners (Gao & Shen, 2021). To alleviate that, online learning environment provides learners with interactive learning experience and platform for online discussion (Hirata, 2018). In online learning, an individual's learning motivation is regarded to have vital influence on enhancing their engagement (Vonkova et al., 2021). It has been indicated that English as foreign language (EFL) learners' learning motivation plays a vital role in online language learning (Wang et al., 2021). Despite Chai et al.'s (2016) research on probing the interconnectedness between student's motivation and learning strategies in science class, the relationship between these two concepts within an EFL setting has yet to be fully verified. Therefore, this study aimed at exploring the interplay between EFL learners' learning motivation and learning strategies in the online learning context.

2. Literature Review

2.1. The EFL learners' learning motivation

Motivation helps improve students' engagement, and the lack of motivation has long been a significant issue for EFL learners in many countries (Tanaka, 2017). Students with motivation would persist when they are challenged to achieving their goals. Pintrich (2004) found a strong positive relationship between student motivation and learning strategies they choose. In Chai et al. (2016), two variables, intrinsic value and self-efficacy, were tested as predictor of learning strategies. Since

motivation traditionally contained two polarization as intrinsic and extrinsic motivation (Gardner, 1985), this study added the third variable, extrinsic motivation in an online setting.

2.2. The EFL learners' learning strategies

While online learning environment (OLE) may vary, learning strategy has been a continuing issue in constructive language learning (Howland et al., 2013). Compared to traditional classroom teaching, online learning activates students to adopt significantly more learning strategies (Yu et al., 2022). Study from Chai et al. (2026) proposed several key learning strategies in online learning, namely self-directed learning, collaborative learning, authentic learning, and artifact creation. These dimensions better represent how students perform in online learning environment.

2.3. The relationship between online language motivation and learning strategy

As learning strategy explored as one possible avenue for students' L2 learning, finding quantitative ways to predict and thus foster students' strategies is an important issue. High and positive correlation has been found between motivation and learning strategies (Yu et al., 2022). Research conducted by Chai et al. (2016) indicated that students' motivation predicted their learning strategies. More specific studies found that intrinsic motivation positively influences learners' English vocabulary size and improves their EFL learning (Tanaka, 2017). However, more research is needed in exploring EFL learners' learning motivation in association with learning strategies in online settings. The current study thus proposed following hypotheses: (1) Intrinsic motivation is positively related to self-directed learning, collaborative learning, and authentic learning in online EFL learning; (2) extrinsic motivation is positively related to self-directed learning, collaborative learning, and authentic learning in online EFL learning; and (3) self-efficacy is positively related to self-directed learning, collaborative learning, and authentic learning in online EFL learning.

3. Methods

3.1. Research context and procedure

The study aimed to investigate the interconnectedness of learning motivation and learning strategies of Chinese EFL learners in online learning environment. Based on the validated survey, the researchers aimed to understand how students' motivation predict their learning strategies.

The participants of this study were 464 freshmen university students (74.5% male, aged 18 to 21) with same English proficiency. A random sampling method was used to select participants who were taught through online learning tools (e.g. Tencent Classroom, MOOC, etc.). Their learning motivation and learning strategies were assessed in questionnaires.

3.2. Instruments

This study developed two questionnaires: Online Learning Motivation (OLM) and Online Learning Strategies (OLS). Items from OLM concerned students' perception of their intrinsic motivation (IM), extrinsic motivation (EM) and self-efficacy (SE). Items from OLS tested four learning strategies in online environment. Validation of the items were tested by three experts in language teaching and education.

4. Results

4.1. CFA analyses of the online learning motivation and strategies survey

There were 33 items from OLM and OLS tested using confirmatory factor analysis (CFA), with 28 items remained and five items removed due to low factor loadings. Construct validity was verified as well and a good reliability was shown: IM (Mean=3.75, $\alpha=.739$); EM (Mean=3.83, $\alpha=.707$), SE (Mean=3.94, $\alpha=.832$), AC (Mean=3.10, $\alpha=.835$), AS (Mean=3.78, $\alpha=.803$), SDS (Mean=3.97, $\alpha=.782$)

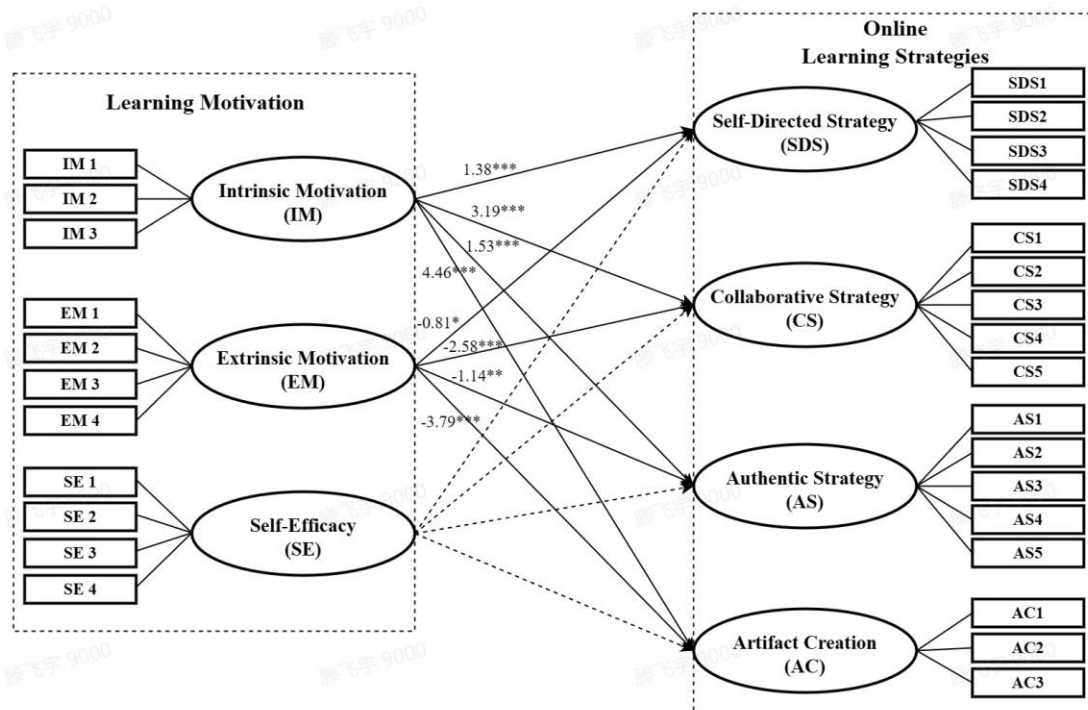
and CS (Mean=3.34, $\alpha=.872$).

The results also indicated that questionnaire OLM ($\chi^2 = 186, df = 62, p < 0.001, \chi^2/df = 3.01, CFI = 0.95, TLI = 0.94, RMSEA = 0.066, SRMR = 0.044, GFI = 0.941$), and questionnaire OLS ($\chi^2 = 211, df = 98, p < 0.001, \chi^2/df = 2.15, CFI = 0.97, TLI = 0.96, RMSEA = 0.050, SRMR = 0.037, GFI = 0.946$) are reliable instruments.

4.2. Path analyses

The path analyses were then conducted to explore structural relationships between students' online learning motivation and their learning strategies and were displayed in *Figure 1*. The results showed a good fit to the data ($\chi^2 = 703.40, df = 355, \chi^2/df = 2.10, p < 0.001, RMSEA = 0.049, SRMR = 0.048, CFI = 0.938, GFI = 0.899$).

Figure 1. The model of the structural relations between the OLM and OLS.



Note. Unstandardized estimates with significance are drawn on solid lines; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

As is shown in Figure 1, intrinsic motivation positively predicted the all four learning strategies, and it's the most important predictor of students' digital artifact creation. These findings are consistent with Chai et al. (2016) on the positive relations between intrinsic motivation and learning strategies. However, unlike their findings that self-efficacy (SE) negatively influenced learning strategies, SE, in this study, had no significant relations with students' performance.

Extrinsic motivation was a negative predictor in the model, and it had the most negative influence on students' collaborative learning and artifact creation. Students with desire on getting good grades and outperforming peers would decrease their tendency to cooperate, and lower their creativity in digital learning environment.

In terms of learning strategies, self-directed and authentic learning strategies were slightly enhanced when students were taught online. While due to the special isolation and unique access to digital settings, learner's collaborative and artifact strategies were more likely to change, so the facilitation of both requires students' higher intrinsic motivation.

5. Discussion and Conclusion

This study provided validation of two questionnaires concerning students' learning motivation and their strategies within different age groups and subject matters. Findings indicated that intrinsic motivation was positive predictor and extrinsic motivation negative predictor for learning strategies. Intrinsic motivation, according to Chai et al. (2016), drives learners' communication and transcultural understanding, and activates their learning strategies. Besides, self-efficacy was highly correlated with intrinsic motivation and thus displayed insignificant results. It is worth noting that extrinsic motivation negatively predicted students' strategies. This may be because, as is found in this study, that since the estimates of EM were all slightly lower than that of IM in Figure 1, some students may misunderstand questionnaire items of extrinsic motivation as opposite to intrinsic ones, and caused adverse consequence in results.

As far as practical implications are concerned, the current study suggests teachers focus on intrinsic motivation in online scenarios. Activities and discussion after class help alleviate students' isolation and demotivation and facilitate their language learning. External motivation like grades could be one but not crucial criterion to evaluate a student. Their understanding of cooperation and creativity in the future are the most important. With the development of the metaverse, scaffoldings like virtual gaming and real-time avatar are expected to be used in the future studies. One limitation of this study is the fixed context and sample size. Therefore, further optimized studies can be conducted with a larger sample size in various settings, and more motivational pedagogies as well.

Acknowledgements

This research was supported by Graduate Student Teaching Reform Project supported by Beijing University of Posts and Telecommunication (2022Y013).

References

- Chai, C. S., Wong, L. H., & King, R. B. (2016). Surveying and modeling students' motivation and learning strategies for mobile-assisted seamless Chinese language learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 170-180. <http://hub.hku.hk/bitstream/10722/302194/1/content.pdf>
- Gao, C., & Shen, H. Z. (2021). Mobile-technology-induced learning strategies: Chinese university EFL students learning English in an emerging context. *ReCALL*, 33(1), 88-105. <https://doi.org/10.1017/s0958344020000142>
- Gardner, R.C. (1985). *Social Psychology and Second Language Learning: The Role of Attitudes and Motivation*. Hodder Arnold.
- Hirata, Y. (2018). E-learning courseware for language education in Japan: Its application and student perceptions. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 33(2), 83-98. <https://doi.org/10.1080/02680513.2018.1454833>
- Howland, J. L., Jonassen, D., & Marra, R. M. (2013). *Meaningful Learning with Technology: Pearson New International Edition*. Pearson Higher Ed.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational psychology review*, 16(4), 385-407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Tanaka, M. (2017). Examining EFL vocabulary learning motivation in a demotivating learning environment. *System*, 65, 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.system.2017.01.010>

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Vonkova, H., Jones, J., Moore, A., Altinkalp, I., & Selcuk, H. (2021). A review of recent research in EFL motivation: Research trends, emerging methodologies, and diversity of researched populations. *System, 103*, 102622. <https://doi.org/10.1016/j.system.2021.102622>
- Wang, N., Chen, J., Tai, M., & Zhang, J. (2021). Blended learning for Chinese university EFL learners: Learning environment and learner perceptions. *Computer Assisted Language Learning, 34*(3), 297-323. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1607881>
- Yu, Z., Xu, W., & Sukjairungwattana, P. (2022). Motivation, Learning Strategies, and Outcomes in Mobile English Language Learning. *The Asia-Pacific Education Researcher, 1-16*. <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00675-0>

以平板電腦遊戲“Rhythm cat”探究學生之節奏學習自我效能、遊戲

焦慮與認知負荷對學習興趣與學習價值關係之研究

Learning Value of Students Predicted by Self-efficacy, Competitive Anxiety, Cognitive Load and Learning Interest in Playing “Rhythm cat”

張紫媛

國立臺灣師範大學創造力發展碩士在職專班

juliaxxzi@apps.ntpc.edu.tw

【摘要】 節奏在音樂當中是一個不可缺少的元素，但節奏練習的成效卻很難透過認知來評估，本研究探討使用平板電腦遊戲“Rhythm cat”讓小學三年級學生進行節奏練習，並探究自我效能、遊戲焦慮、認知負荷對學習興趣與學習價值影響之關係。本教學研究為期一個月共四堂課，在教學研究前後皆會進行「音符節奏名稱」及「音符節拍拍奏」之測驗。研究討論顯示：節奏學習自我效能與遊戲焦慮無顯著關係，但與認知負荷呈負相關；遊戲焦慮與學習興趣無顯著相關；認知負荷與學習興趣呈負相關；學習興趣與學習價值具顯著正相關，故使用“Rhythm cat”遊戲有助於提升學生之節奏學習。

【關鍵詞】 自我效能；遊戲焦慮；認知負荷；學習興趣；學習價值

Abstract: Rhythm is the important concept in music, and it's hard to cognitive appraise the effectiveness of rhythm practice. This research adapted a digital device of “Rhythm cat” to train participants for 3rd graders and explored perception of learning value which may influenced by their self-efficacy, competitive anxiety, cognitive load and learning interest. The experiments were taught once a week and for a month. Before and after the teaching, students completed the test of ‘Music Note’ and ‘Music Rhythm’. The findings showed that self-efficacy of rhythm learning is negatively predict cognitive load; competitive anxiety is negatively predicting learning interest; learning interest can positively predict learning value. The result suggested “Rhythm cat” is worthy of applying to enhance students’ rhythm learning.

Keywords: Self-efficacy, Competitive Anxiety, Cognitive Load, Learning Interest, Learning Value

1. 前言

在音樂發展之過程中，首先最基本的為節奏，學生必須對節奏有正確之認識，才能演唱歌曲、吹奏樂器，甚至是進行更深入的音樂欣賞或創作活動(蔡淑慧、沈俊毅, 2013)。在二十一世紀，科技快速發展下，資訊教學已成為現今趨勢，科技資訊與媒體素養也是不可或缺之基本素養。Riley (2013) 指出平板電腦能提供學習者不受空間、時間之限制，隨時隨地學習、參與線上課程及聆聽講座，也能快速傳送及接收大量的資訊，教師也能將學習社群建立在網路上，透過以學生為中心的教學模式，讓學生根據其個別需求學習。節奏教學在學習音樂之歷程中十分重要，對於剛開始學習音樂的學生來說，各式各樣的音符及其相對應的時值，不但抽象也難以理解，在練習節奏的過程中，學生也可能會感到枯燥乏味，而失去對音樂學習的興趣及熱忱，學生在音樂活動中的自我效能也可能會影響其學習興趣與學習成就。張言璋 (2015) 發現透過平板電腦之輔助教學，學生能提升其音樂節奏學習成效，在學習興趣及態度方面也有顯著差異，陳均齊 (2021) 也發現遊戲焦慮對學習價值產生

了負面之影響，若參與者的遊戲焦慮越高時，則學習價值也會減少。故本研究欲探討在音樂節奏教學中融入平板電腦遊戲“Rhythm cat”，學生節奏學習自我效能、遊戲焦慮與認知負荷對學習興趣與學習價值之交互關係。

2. 文獻探討

2.1. 自我效能

自我效能 (self-efficacy)，也稱為個人效能 (personal efficacy)，指的是個人對於自己完成某項任務之能力評估；個人對自己能否完成某項任務之意志程度或信念強弱 (李堅萍, 2008; 葉金蓉等人, 2011)，這個概念最早是由 Bandura (1977) 所提出的。蕭瑞國等人 (2006) 指出自我效能高的人，在遇到困難或挑戰時，能勇於面對，積極找出解決策略；自我效能低的人，則較常選擇逃避，不願意面對問題來排除困難。趙珮涵 (2014) 提出「音樂自我效能」指的是學習者在學習音樂或從事音樂活動之過程中，對自己能完成音樂學習及預期音樂能力表現的自我判斷之信念。

2.2. 遊戲焦慮

高壓力的比賽或是有任務性質的遊戲，例如有時間限制，或需與他人相互競爭，都會激起玩家的興趣 (Law et al., 2010)，在競爭的過程中則會引起參與者的情緒反應，例如遊戲焦慮。遊戲焦慮又可稱為競爭性焦慮 (competitive anxiety)，原本指的是運動員在參與高風險比賽時的焦慮症狀或緊張感受。遊戲焦慮也可能會導致正面或負面之影響，葉建宏等人 (2021) 發現若學習者在遊戲過程中有焦慮情緒，將無法認同遊戲所帶來之教育價值，而洪榮昭與詹瓊華 (2018) 則指出低程度的遊戲焦慮能促進遊戲興趣，但高程度的遊戲焦慮則會降低遊戲興趣。

2.3. 認知負荷

Sweller 於 1988 年提出認知負荷理論，假設人的認知結構是由長期記憶與短期記憶所組成，若能將短期記憶轉換成長期記憶則能減少記憶負荷。認知負荷 (cognitive load) 指學習之負荷量並不是無限制的，假如學習者接受到之訊息量超過其認知能力，則會形成認知負荷，故教師在設計教學時能透過不同方式來減輕學習者之認知負荷，每個學習者的認知程度不同，所產生之認知負荷也有所不同。許睿恩 (2021) 在「透過科技輔助降低認知負荷以促進國小 5 升 6 年級生分數學習理解之個案研究」，發現運用 PPT 教材的分步驟解題模式、圖像及文字結合的動態圖示，皆能降低學生之外在認知負荷。

2.4. 學習興趣

學習興趣是指學生對於所學之科目感到有趣，也能得到樂趣 (張凌嘉, 2021)，謝馨儀 (2019) 則表示是個人在進行學習時，情緒狀態專心一致、積極且熱衷之傾向。教師在教學現場也可以發現，學習興趣是影響學生學習的一個重要因素，包括學生的注意力、學習表現、自我設定的目標...等 (張映芬, 2017)，若教學活動能引起學生的興趣，將能使學生對活動更加投入、積極參與課程，也能產生自發之學習行為 (陳昱宏、王偉丞, 2021)，享受學習所帶來的樂趣。Renninger 等人 (1992) 將學習興趣分為情境興趣與個人興趣，情境興趣 (situational interest) 指的是個人受外在環境刺激下所引起的，不同的教學環境、教材內容或課程安排，都能讓學生對於課程的認知及情感產生變化 (張映芬, 2017)；個人興趣 (individual interest) 指的是個人之特質不會因情境變化而有所改變，通常與個人的生活背景或情感有關 (王瓊儀, 2022)。Hidi 與 Renninger (2006) 也將學習興趣之發展分為四個階段，包括：1. 引發情境興趣；2. 維持情境興趣；3. 形成個人興趣；4. 完全發展的個人興趣。

2.5. 學習價值

學習價值是學習者判斷學習任務對自身而言是重要的、有益的，而對學習內容產生需求及意圖 (張薇貞, 2020)，林欣怡 (2014) 指出學生若認為某項學習活動對現在或未來的生活具有重要性或價值性，則會提高其學習動機。Hong 等人 (2021) 也指出若學生認為投入學習之行為沒有帶來其相對應的結果，該學習則無法產生價值，學生可能不願意繼續學習。

3. 研究設計

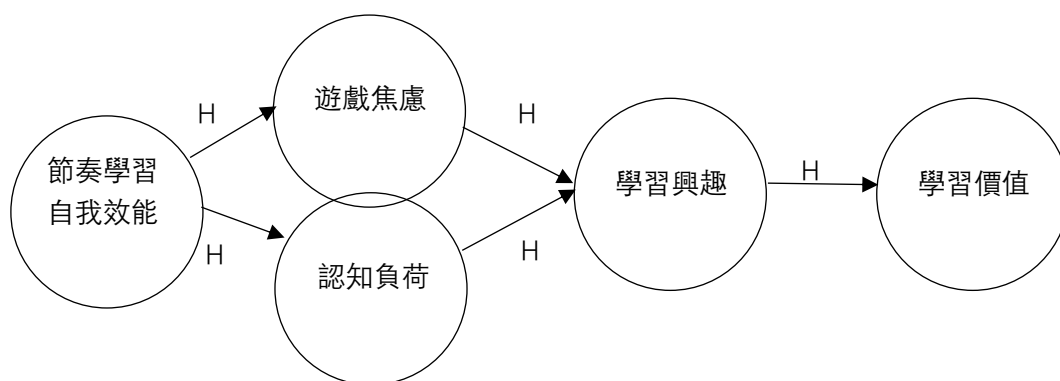


圖 3-1 研究架構圖

3.1. 研究假設

自我效能指的是個體對自己成就表現所預期之信念，焦慮指的是面對問題或挑戰時所產生之緊張、害怕的負面情緒。Covassin 等人 (2004) 發現自我效能較高與焦慮較低的運動員相對能在壓力下放鬆、保持冷靜，個體對自我表現預期之信念，也將會影響其結果。陳冠鳳 (2021) 在以 VR 爵士鼓遊戲探究學生節奏學習之研究中，指出學生節奏感增長信念與遊戲焦慮呈顯著負相關。認知負荷指的是學習者在學習時，可能因心理狀態或外在學習環境影響所產生之負荷。陳德郁 (2015) 發現不同的教學模式或方法可能會影響學習者認知負荷之高低，學習者對不同的學習模式也會有不同的自我效能，Vasile (2011) 等人也指出自我效能與學習環境中的認知負荷存在直接之關係。遊戲焦慮指學習者在進行遊戲時所產生之焦慮情緒，Hong 等人 (2015) 指出學生的遊戲焦慮越高，遊戲興趣則越低，若在遊戲比賽中可以提高學生之自我效能，則能消除其遊戲焦慮，也能提高學生在遊戲比賽中之遊戲興趣。張薇貞 (2020) 發現遊戲認知負荷與遊戲興趣具顯著負相關，較高的認知負荷可能影響學生對活動的學習興趣，學生在學習活動中若因教材內容到感到困難、複雜則無法產生樂趣，也會影響其學習興趣。林欣怡 (2014) 發現學習興趣與學習價值具中度正相關，不同性別的學生其學習興趣對學習價值有顯著的差異。

H1: 節奏學習自我效能與遊戲焦慮具有負相關

H2: 節奏學習自我效能與認知負荷具有負相關

H3: 遊戲焦慮與學習興趣具有負相關

H4: 認知負荷與學習興趣具有負相關

H5: 學習興趣與學習價值具有正相關

3.2. 研究實施步驟

本次教學實驗為期一個月，每週一次，共計四次。在課程進行前、後皆會對參與者進行「音符節奏名稱」、「音符節拍拍奏」之測驗，每堂課程會融入平板電腦遊戲「Rhythm cat」20 分鐘，讓參與者練習課堂所教授之節奏，在最後一次教學實驗後，會發放問卷給參與者進行填寫。

3.3. 研究參與者

本研究對象為新北市某國小，111學年度三年級共6班學生為研究對象，參與者共152人，男生74人，占48.7%。有課外音樂學習經驗者為38人，占25%。

3.4. 教學工具

3.4.1. 康軒版三年級上學期藝術與人文課本第一單元

表 3-4-1 第一單元所出現之節奏表

音符				
名稱	四分音符	兩個八分音符	二分音符	四分休止符

3.4.2. 平板電腦遊戲“Rhythm cat”

“Rhythm cat”是一款音樂類型的平板電腦應用程式，共有兩個遊戲階段，20個關卡，玩家必須聆聽音樂速度，跟著遊戲中所出現的音符來點擊節拍，在操作過程中，玩家若有準時且正確地點擊節拍，音符會轉換為綠色，但若沒有準確的點擊節拍，音符則會顯示為橘色，玩家在操作時能感受不同音符的時值，也能加強對音符的記憶，培養節奏感。

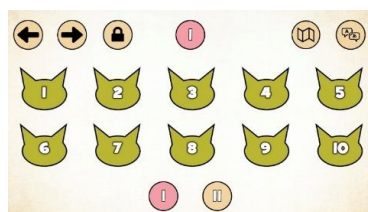


圖 3-4-1 遊戲關卡介面

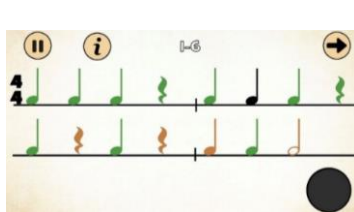


圖 3-4-2 遊戲操作畫面



圖 3-4-3 遊戲評分等級

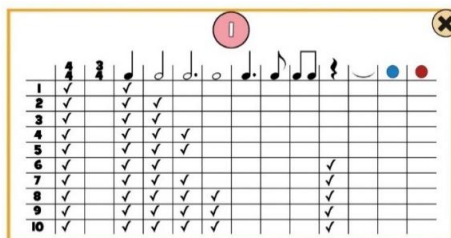


圖 3-4-4 遊戲關卡所使用之節奏(第一階段)

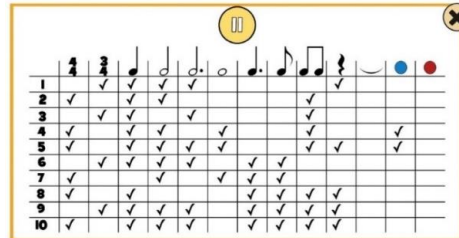


圖 3-4-5 遊戲關卡所使用之節奏(第二階段)

3.5. 研究工具

3.5.1. 音符節奏名稱測驗

根據康軒版三年級上學期藝術與人文課本第一單元所出現之節奏教材來編製測驗內容。

表 3-5-1 音符節奏名稱測驗題目表

音符					
名稱	四分音符	兩個八分音符	二分音符	四分休止符	附點二分音符
節奏	念白	走	跑跑	散步	停
					小飛象

3.5.2. 音符節拍拍奏測驗

根據康軒版三年級上學期藝術與人文課本第一單元所出現之節奏教材來編製測驗內容。

表 3-5-2 音符節拍拍奏測驗題目表

1	
2	
3	
4	

表 3-5-3 音樂節拍拍奏測驗評分標準
 評分等第 評分標準

1	未能正確地念出節奏念白 未能準確地在鈴鼓上拍出相符之節拍
2	能正確地念出節奏念白 或 能準確地在鈴鼓上拍出相符之節拍
3	能正確地念出節奏念白 且 能準確地在鈴鼓上拍出相符之節拍

3.5.3. 平板電腦融入音樂節奏教學學生回饋問卷

此量表為調查參與者以平板電腦遊戲“Rhythm cat”融入節奏教學後，其節奏學習自我效能、遊戲焦慮與認知負荷對學習興趣與學習價值之間的關係。問卷內容由研究者所自編，編制時主要參考了黃書瑢 (2019)「桌上遊戲融入音樂課節奏教學學生回饋單」及陳冠鳳 (2021)「以 VR 爵士鼓遊戲探究中學生之節奏感增長信念與遊戲焦慮、心流經驗對學習價值及學習成效之相關研究問卷量表」，也請專家學者給予建議及審查題目之適切性。問卷採用李克特五點量表，1 為非常不同意、2 為不同意、3 為普通、4 為同意及 5 為非常同意來做為評量之標準，每個構面皆設計了五個題目，問卷回收之後，研究者使用 SPSS 23 與 Amos 進行相關分析。

4. 項目分析

表 4-1 音符節奏名稱測驗之成對樣本 t 檢定資料

	平均值	標準值	t 值	p 值
前測	72.57	17.848	-9.915	<.001
後測	87.83	16.911		

註: *** $p < .001$

表 4-2 音符節拍拍奏測驗之成對樣本 t 檢定資料

	前測平均值	後測平均值	t 值	p 值
節奏題 1	2.82	2.97	-3.870	<.001
節奏題 2	2.70	2.99	-6.401	<.001
節奏題 3	2.35	2.69	-6.099	<.001
節奏題 4	2.12	2.57	-7.223	<.001

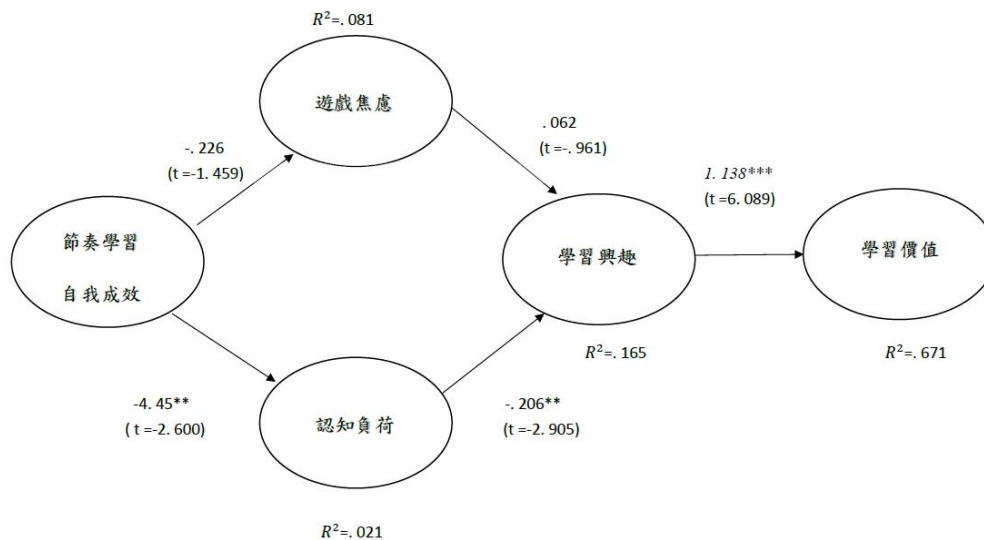
註: *** $p < .001$

表 4-3 構面區別效度分析

構面	節奏學習自我效能	遊戲焦慮	認知負荷	學習興趣	學習價值
節奏學習自我效能	.779				

遊戲焦慮	-.097	.847			
認知負荷	-.213**	.636**	.737		
學習興趣	.322**	-.074	-.185*	.786	
學習價值	.388**	-.257**	-.252**	.666**	.812

註: ** $p < .01$, * $p < .05$



註:

** $p < .01$; *** $p < .001$

圖 4-1 研究模式驗證

5. 研究討論

5.1. 節奏學習自我效能對遊戲焦慮無顯著相關，但對認知負荷具有負相關

研究者推斷造成此結果的因素，可能是“Rhythm cat”平板電腦節奏遊戲的遊戲關卡設計有根據難易度循序漸進、操作畫面也簡單易懂，就算挑戰失敗了也能再次嘗試，遊戲體驗較無壓力，故參與者之節奏學習自我效能對遊戲焦慮無顯著相關。而自我效能較高者，較能呈現出較好的認知表現，在操作“Rhythm cat”遊戲時，參與者必須熟悉畫面中所出現的音符，也要能清楚分辨出不同音符之符值，點擊出相符之節拍，故節奏學習自我效能與認知負荷具有負相關。

5.2. 遊戲焦慮對於學習興趣無顯著相關

研究者推斷造成此結果的因素，可能是在使用“Rhythm cat”平板電腦遊戲時，不管參與者是否會產生焦慮，焦慮感不論高或低，對於參與者來說，能透過“Rhythm cat”平板電腦遊戲來學習節奏這件事是非常新鮮且有趣的，故參與者之遊戲焦慮對學習興趣無顯著相關。

5.3. 認知負荷對於學習興趣具有負相關

若學習內容過於複雜、困難而超出學習者之負荷量，可能就會產生認知負荷，進而降低其學習興趣，故參與者之認知負荷越低，其對以“Rhythm cat”平板電腦遊戲來進行節奏學習之興趣也越高。

5.4. 學習興趣對學習價值具有顯著正相關

若某項學習活動是重要的、有需求的，那該學習活動就是有價值的，對學習者則

會形成學習價值(林欣怡, 2014), 故學習者若對以“Rhythm cat” 平板電腦遊戲來進行節奏學習之興趣越高, 其對以此方式來學習節奏之學習價值也越高。

6. 結論與建議

6.1. 結論

本研究藉由平板電腦遊戲“Rhythm cat”, 來做為節奏教學時之輔助工具, 教學實驗為期四週, 每節課四十分鐘, 探究參與者之節奏學習自我效能、遊戲焦慮與認知負荷對學習興趣與學習價值之關係。研究討論顯示: (一) 節奏學習自我效能與遊戲焦慮無顯著關係, 但與認知負荷具有負相關; (二) 遊戲焦慮與學習興趣無顯著關係; (三) 認知負荷與學習興趣具有負相關; (四) 學習興趣與學習價值具有顯著正相關。

6.2. 建議

以平板電腦作為音樂節奏教學之輔助工具時, 教學者可選擇適合參與者程度及能力之應用程式或從較具有挑戰難度之關卡開始, 讓參與者在學習時能更具有挑戰感; 教學實驗之時間也能選用參與者已熟悉、習慣平板電腦之後使用, 減少其他因素之干預。

6.3. 研究限制與後續研究建議

建議未來研究可採用實驗法進行, 來探究各變項間之因果關係, 研究者在選用研究工具時也能先做預試, 評估其優缺點及適用性; 也能擴大研究對象及研究範圍, 以增加樣本數。研究者也可延長課程實驗時間, 觀察學生學習之變化, 或增加質性研究方式, 如學生訪談、教學省思紀錄表、學生回饋單...等來蒐集實驗結果。

7. 參考文獻

- 王瓊儀 (2022)。桌遊融入國小二年級數學課程對學生學習興趣與學習成效之影響 [未出版之碩士論文]。國立臺南大學。
- 李堅萍 (2006)。工藝技能學習成效與自我效能之相關性研究。《藝術教育研究》, (12), 39-64。
- 林欣怡 (2014)。學習興趣、自我效能與學習價值對八年級學生科學學習成就之影響—以 TIMSS 2011 臺灣為例 [未出版之碩士論文]。明道大學。
- 洪榮昭、詹瓊華。(2018)。共變推理遊戲:遊戲自我效能與後設認知影響遊戲中的焦慮, 興趣及表現之研究。《教育科學研究期刊》, 63(3), 131-162。
- 張言瑋 (2015)。運用平板電腦教學對於國小學童音樂節奏學習成就之研究 [未出版之碩士論文]。國立臺中教育大學。
- 張映芬 (2017, November 6)。行為學習的探索:探索學習興趣的世界。科技大觀園。[行為學習的探索: 探索學習興趣的世界|最新文章 - 科技大觀園 \(nat.gov.tw\)](http://nat.gov.tw)
- 張凌嘉 (2021)。學習興趣和自信對中年級學生數學成就成長率的影響。《臺灣數學教育期刊》, 8(2), 77-106。
- 張薇貞 (2020)。《論語》學習態度對「孔子點點名互動遊戲」的認知負荷、遊戲興趣、遊戲學習價值之相關研究 [未出版之碩士論文]。國立臺灣師範大學。
- 許睿恩 (2021)。透過科技輔助降低認知負荷以促進國小 5 升 6 年級生分數學習理解之個案研究 [未出版之碩士論文]。國立屏東大學。
- 陳均齊 (2021)。在運算思維遊戲“Comput-Up”的利他行為、心流、遊戲焦慮、學習價值、

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

- 持續玩的意圖之相關研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣師範大學。
- 陳冠鳳 (2021)。以 VR 爵士鼓遊戲探究中學生之節奏感增長信念與遊戲焦慮、心流經驗對學習價值及學習成效之相關研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣師範大學。
- 陳昱宏、王偉丞 (2021)。數學教學融入桌遊活動對學生學習動機與學習興趣影響之研究。*國際數位媒體設計學刊*, 13(1), 27-38。
- 陳德郁 (2015)。自我效能對競賽認知負荷、競賽焦慮與解題策略相關分析-以全國技能競賽汽車技術職類為例〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣師範大學。
- 黃書蓉 (2019)。應用桌上遊戲融入國民小學音樂課程節奏教學之行動研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺南大學。
- 葉金蓉、李源順、王美娟 (2011)。國小五年級學整數四則運算能力之自我效能感與自我效能。*國教新知*, 58(3), 23-32。
- 葉建宏、王志美、譚華德、葉貞妮、吳宇豐 (2021)。Kahoot APP 應用於泰國語言與文化課程: 認知疲乏, 遊戲興趣, 焦慮, 價值與持續使用意願之關係。*中科學報*, 8(2), 1-30。
- 趙珮涵 (2014)。新北市國民中學學生音樂藝術自我效能、學習態度與學習成就之相關研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣藝術大學。
- 蔡淑慧、沈俊毅 (2013)。[Wii 太鼓達人] 遊戲融入國民中學音樂節奏教學之研究。*數位學習科技期刊*, 5(2), 1-26。
- 蕭瑞國、廖焜福、林素戎、張淑貞 (2006)。自我效能對攀岩表現與內在動機之影響。*北體學報*, (14), 13-23。
- 謝馨儀 (2019)。流行音樂運用於音符與節奏教學對學習興趣與成效之影響 - 以新北市某國小三年級學生為例〔未出版之碩士論文〕。中華大學。
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16(1), 74-94.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Covassin, T., & Pero, S. (2004). The relationship between self-confidence, mood state, and anxiety among collegiate tennis players. *Journal of sport behavior*, 27(3).
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational psychologist*, 41(2), 111-127.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Tai, K. H., & Lin, P. C. (2015). Self-efficacy relevant to competitive anxiety and gameplay interest in the one-on-one competition setting. *Educational Technology Research and Development*, 63(5), 791-807.
- Hong, J. C., Zhang, H. L., Ye, J. H., & Ye, J. N. (2021). The effects of academic self-efficacy on vocational students behavioral engagement at school and at firm internships: A model of engagement-value of achievement motivation. *Education Sciences*, 11(8), 387.
- Law, K. M., Lee, V. C., & Yu, Y. T. (2010). Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses. *Computers & Education*, 55(1), 218-228.
- Renninger, K. A., Hidi, S., Krapp, A., & Renninger, A. (2014). *The role of interest in learning and development*. Psychology Press.
- Riley, P. (2013). Teaching, Learning, and Living with iPads. *Music Educators Journal*, 100(1), 81-86.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Vasile, C., Marhan, A. M., Singer, F. M., & Stoicescu, D. (2011). Academic self-efficacy and cognitive load in students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 12, 478-482.

四大偶像對求知好奇心與持續意圖相關之研究：以媒體識讀為例

The Correlation between Four Genera of the Idols to Epistemic Curiosity and

Continuance Intention : the case of Media Literacy

孫宗慧，洪榮昭，羅亭又

臺灣師範大學教育學院創造力發展碩士在職專班

臺灣師範大學工業教育學系專任教授

臺灣師範大學工業教育學系專任助理

a5051797@gmail.com

【摘要】 在科技社會中，媒體素養已成為教育環境中最重要問題之一。為了解四大偶像的認知偏差對求知好奇心的影響，本研究借鑒培根的四個偶像概念，探究學生對媒體素養課程的持續學習意願。通過對四個偶像的認知偏差，使參與者填寫一份五點量表問卷，共返回 226 份有效問卷用於結構方程建模。結果表明，參與者的認知偏差越小，他們的兩種認知好奇心就越高；而當 IEC 和 DEC 越高，參加本研究中媒體素養課程的持續意願越高。預期實驗結果可以應用於其他媒體素養課程，以減少假新聞中的認知偏差。

【關鍵詞】 四大偶像；求知好奇心；持續意圖；媒體素養；認知偏差

Abstract: In digital society, fake news literacy has become one of the most important issues in educational settings. To understand the role of cognitive bias of the four idols plays in to their epistemic curiosity: IEC and DEC, This study, drawn on Bacon's four idols, explore students' continuance learning intentions as the attitude toward media literacy course. By reducing cognitive bias with four idols, this study asked participants to fill out a five-point questionnaire, a total of 226 valid questionnaires were returned for structural equation modeling. The results showed the less participants' cognitive bias, the more two types of epistemic curiosity will have; the higher they have IEC and DEC, the higher continuance intention of attending the media literacy course in this study. Expectedly, the result of experiment can be applied to other media literacy courses to reduce the cognitive bias in fake news.

Keywords: four genera of the idols, epistemic curiosity, continuance intention, media literacy, cognitive bias

1.前言

21 世紀是多元化的資訊爆炸時代，個體對媒體的認知及偏見，形成了媒體識讀能力。透過媒體接收訊息時，閱聽人應有基本的媒體識讀能力，對媒體內容能獨立思考與批判（王貞懿，2011）。學生的學習從紙本轉變為多元化的學習方式，其中以媒體的影響最為重要，幾乎深入每一個學生的日常生活當中。然而近年來媒體大量湧現各種形式的訊息，與學生媒體識讀能力成長速度不成正比，學生的媒體素養能力培養成為各領域教師的一大課題。教師在教學現場所面臨的挑戰，須準備好應對學生所拋出來的各式問題，並作為引導者給予學生正確尋求知識的方向，避免意識形態、主觀認知偏見的形成影響真理的追求（Ozerturk, 2022）。媒體識讀的四大偶像偏見會使人無法看清真相，影響媒體判斷能力。因

此透過破除認知偏見，才能尋求媒體的真真實性，進而獲得真正的知識(Jalobeanu, 2013)。本研究將探討媒體識讀中四大偶像的認知偏見對求知好奇心與持續意圖的關係，定義為個體對媒體識讀之求知好奇心會想持續討論與接觸的意願，試圖透過量化統計歸納出上述之交互關係。研究預估學生在破除偏見、尋求真知的過程中產生求知好奇，並形成持續學習媒體識讀意圖，提供教育環境增進學生媒體素養的參考。

2.文獻探討

2.1. 媒體識讀四大偶像的認知偏見

個體本身存在相信某事的真實性或存在性，是對於自身認知固有的普遍信念 (Hong, Gu et al., in press)。十七世紀英國哲學家培根 (Francis Bacon) 提出四大偶像 (Four Genera Of The Idols) 之說，指人的種種心理習慣，這種習慣往往讓人陷於謬誤與偏見。培根認為人若要得到真正的知識，需要先消除此四種偶像的偏見：種族偶像 (Idols of the tribe) 指每一個人在自己的傳統環境之中，所保有一些未經思考、歸納的知識，而共同產生的錯誤 (鄔昆如, 2005)；洞穴偶像 (Idols of the cave) 為個人所持有自然分裂的私人成見，是一種純粹意識形態的輸入 (Dana, 2013) 每一個人的知識極限不同，但往往困在自身環境之中，以為自己知道很多，個人自我驕傲的知識錯誤 (鄔昆如, 2005)；市場偶像 (Idols of the market-place) 因人際關係而產生的認知偏見，關乎語言涉及解釋真正的含意 (Dana, 2013) 由於人們將聽來的知識，沒有推論探究其可能性與真實性，就相信以為是真的 (鄔昆如, 2005) 如此一來就影響正確的思維判斷，成為所需破除的認知偏見；劇場偶像 (Idols of the theatre) 指當崇拜產生，個體將不再追究事物的真實性，形成「崇拜即真理」的錯誤認知 (鄔昆如, 2005)。四種偶像的認知偏見會阻擋我們得到真正的知識，並且形成錯誤知識的來源。

2.2. 求知好奇心

Berlyne (1954) 定義求知好奇心 (Epistemic Curiosity, EC) 為特殊的人類形式，指具有象徵意義的內容 (Moch, 1987) 是一切創新事物的萌芽。求知好奇心是一種內在動機的求知欲望，驅動個人探索、學習及接受新事物的意圖表現 (Chang & Shih, 2018)。求知好奇心分為 I 型求知好奇心 (I type Epistemic Curiosity, IEC) 與 D 型求知好奇心 (D type Epistemic Curiosity, DEC) 兩種類型 (Litman, 2008, 2010a; Litman & Mussel, 2013; Litman et al., 2010b; Mussel, 2010)。當 IEC 被激發時，預期個人的成功經驗會引發對某件事的興趣，對於個體獲取新知識是有益的，個體也會預期個人成功的經驗且持續學習新的知識，以增加後續活動的參與 (Ryan & Deci, 2000)。DEC 則為了解決不確定性而尋求具體、客觀且正確的相關知識，屬打破砂鍋問到底的類型 (Schneider et al., 2013)。一旦好奇心被激發，根據個體求知好奇心的差異，好奇心的體驗和行為表達程度都不同 (Hong et al., 2019)。因此，個體在面對媒體訊息時，會隨著求知欲與好奇心激發內在動機，進而主動發現與自身興趣相關事件並預期解決不確定性。

2.3. 持續意圖

Bhattacharjee (2001) 定義持續意圖 (Continuance Intention) 指個體會持續使用的意願度，若個體願意持續使用，則持續意圖為正向，反之，若個體無意願持續使用，則持續意圖為反向。個體對於過去使用資訊系統的經驗會成為影響持續意圖的因素之一，且願意長時間

的投入其中 (李珮瑢, 2020)。個體能藉由對媒體的好奇心, 使其增加再次討論的意願, 持續接觸媒體, 常被用來評估為關鍵指標。Hong 等人 (2016)認為兩種求知好奇心類型結合可以促進或抑制個體的持續意圖。動機決定個體的行為表現, 有許多學者的理論中對於持續意圖提出相關研究, 本研究將持續意圖定義為個體對媒體識讀之求知好奇心會想持續討論與接觸的意願。

3.研究假設與模式

3.1. 研究模式

本研究依據文獻探討, 將四大偶像偏見、IEC、DEC 與持續意圖等構面繪製出研究模型架構如圖 1 所示, 提出假設 H1: 四大偶像與 IEC 具有顯著關係; H2: 四大偶像與 DEC 具有顯著關係; H3: IEC 與持續意圖具有顯著關係; H4: DEC 與持續意圖具有顯著關係。

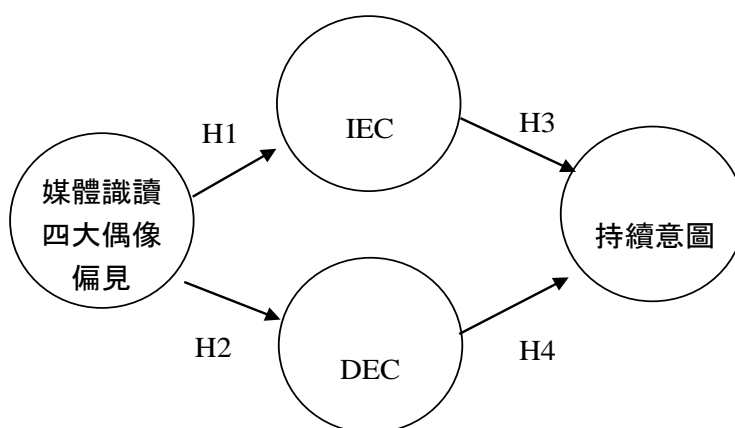


圖 1 研究模式

3.2. 四大偶像媒體識讀與求知好奇心之關係

當個體認為自身的媒體識讀認知偏見阻擋得到真正的知識時, 內在的求知慾望便會驅動人探索、學習新事物 (Chang & Shih, 2018)。個體主動發現媒體吸引自身的樂趣, 與個人興趣結合, 使其認為獲得的新知識有益處, 即為媒體識讀 IEC。為解決媒體中的不確定性, 個體尋求客觀且正確的相關知識, 對媒體內容打破砂鍋問到底 (Schneider et al., 2013), 即為媒體識讀 DEC。因此, 當個體在面對媒體時, 會隨著求知欲與好奇心激發內在動機, 進而主動瞭解並感知媒體的真實性, 產生正面影響與批判能力 (Jeong, Cho & Hwang, 2012), 預期解決對媒體訊息的不確定性。根據上述觀點, 本研究為瞭解四大偶像媒體識讀認知偏見, 對求知好奇心之相關研究, 故提出假設 H1: 四大偶像與 IEC 具有顯著關係; H2: 四大偶像與 DEC 具有顯著關係。

3.3. 求知好奇心與持續意圖之關係

持續參與意圖代表黏著性, 反映個體未來持續深入瞭解媒體的意願。個體在獲取新知識時, 主動連結自身興趣, 預期個人的成功經驗, 且持續學習新的知識, 增加後續活動的參與 (Ryan & Deci, 2000), 即為 IEC 對持續意圖的展現。為解決媒體的不確定性, 積極評估可用的客觀資訊, 並做出理性的選擇, 進而選擇最能滿足自己需求的媒體認知 (Luo & Remus, 2014; Smock et al., 2011), 並強化個體的後續行為 (Ko et al., 2005; Luo & Remus, 2014), 即為 DEC 對持續意圖的展現。過去的研究中未有以四大偶像媒體識讀為例探討求知好奇心和持續參與意圖的相關問題, 且學生對媒體認知有限, 因此根據上述討論提出下列假設 H3: IEC 與持續意圖具有顯著關係; H4: DEC 與持續意圖具有顯著關係。

4. 研究方法

4.1 研究對象與工具

本研究之參與者為桃園市某國中之八年級全年段各班學生，及七年級三個班級，共 11 班。其中包含男生 136 人 (57.3%)、女生 101 人 (42.6%)，共 237 人。刪除無效數據資料 11 份，有效參與者共 226 人，問卷回收率 95.3%。

本研究屬於量化驗證性研究，研究資料藉由問卷調查方式蒐集而來，問卷內容引用文獻探討及過去具有信度、效度的問卷內容設計，參考 Hong(2023) 所設計的培根四大偶像偏見量表，透過專家學者建議及其理論建構編修發展而來，並經由專家學者審查編修，以確認問卷內容的適當性及語詞使用的流暢度。本研究的問卷內容採用李克特五點量表，以 1 代表非常不同意、2 代表不同意、3 代表普通、4 代表同意和 5 表示非常同意的尺度作為評量標準。問卷回收後，使用 Amos 與 SPSS23 進行相關分析、模型驗證，以確認量表的適切程度，並進行研究架構的分析。

4.2. 信度效度檢驗

本研究透過 Cronbach's α 檢驗量表的內部一致性，並以組合信度(composite reliability, CR) 來進行信度的複驗。Tabbakh 與 Freeland-Graves (2016) 指出 Cronbach's α 值若高於 .6 則視為可接受標準，建議 CR 值應超過 .7 的標準，而本研究 Cronbach's α 值介於 0.74~0.89，CR 值介 0.75~0.91 皆符合建議標準。

本研究中收斂效度由 FL 與平均變異數抽取量 (averaging variance extracted, AVE) 來判別。依 Hair 等人 (2019) 的說法，.5 以上的因素負荷量為適當。若低於 .5 的題項應予以刪除，而本研究中所保留的題項皆符合學者建議之標準，其中四大偶像認知題項的 FL 數值為 0.74，IEC 的 FL 數值為 0.68，DEC 的 FL 值為 0.76，持續意圖的 FL 數值為 0.77。此外 AVE 若要高於 .5 以上，本研究中的 AVE 值介於 0.61~0.64。構面之區別效度須確保兩個潛在變量 X 與 Y 之間的相關性低於統一性，若每一構面的 AVE 平方根大於其他構面的皮爾森相關係數值，則代表該構面具有區別效度(Franke & Sarstedt, 2019)，而本研究分析結果顯示，每一個構面皆具有區別效度。

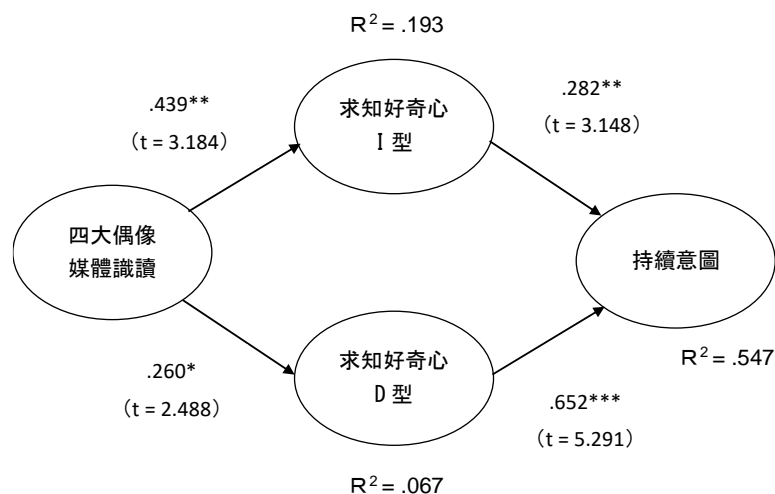
5. 研究結果

5.1 模型適配度分析

依據修正後模式整體適配度檢定得知，絕對適配度 (absolute fit measures) 的適配指標為 root mean square error of approximation (RMSEA)、goodness of fit index (GFI)、adjusted goodness of fit index (AGFI) 等。本研究整體模式的絕對適配度為 RMSEA = .061、GFI = .816、AGFI = .787。相對適配度 (incremental fit measures) 的適配指標為 non-normed fit index (NNFI)、incremental fit index (IFI)、comparative fit index (CFI) 等。本研究整體模式的相對適配度為 NNFI = .742、IFI = .768、CFI = .763。精簡適配度 (parsimonious fit measures) 的適配指標為 parsimonious normed fit index (PNFI)、parsimonious goodness of fit index (PGFI) 等。本研究整體模式的精簡適配度為 PNFI = .558、PGFI = .704，綜合評判後，本研究模式趨近良好，仍有改善空間。

5.2 路徑分析

本研究以文獻探討作為研究架構基礎，研究方法主要結合了路徑分析和因素分析並以結構方程式 AMOS 驗證研究假設模式與樣本資料之間的適配程度。其中，四大偶像對 IEC 具有顯著正相關 ($\beta = .439^{**}$, $t = 3.184$, $p < .01$)，四大偶像對 DEC 具有顯著正相關 ($\beta = .260^*$, $t = 2.488$, $p < .05$)，IEC 對持續意圖具有顯著的正相關 ($\beta = .282^{**}$, $t = 3.148$, $p < .01$)，DEC 對持續意圖具有顯著的正相關 ($\beta = .652^{***}$, $t = 5.291$, $p < .001$)。四大偶像對 IEC 的解釋力為 19.3%，四大偶像對 DEC 的解釋力為 6.7%，IEC 與 DEC 對持續意圖的解釋力為 54.7%，如圖 2 所示。



註：* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

圖 2 研究模式驗證

6. 討論

6.1. 四大偶像媒體識讀對 IEC 與 DEC 有顯著正相關

藉由研究結果發現，四大偶像媒體識讀偏見對 IEC 與 DEC 的產生相當重要。意味著個體碰到媒體相關議題的提問時，若因個人偏見產生認知上的不確定性或者謬誤，個體為了尋求真實的答案，而激發內在動機產生學習興趣，透過求知慾、好奇心等自我信念，尋求解決問題的方法。結果顯示，四大偶像媒體識讀對求知好奇心呈顯著正相關。學生在接觸媒體時，當遇到新概念或不尋常的問題時，需要追求媒體真實性與正確性，透過內在動機的引發而產生求知欲、好奇心，期望解決不確定性的問題。IEC 的個體會為了學習新事物或新媒體概念產生極大的興趣；DEC 的個體會傾向探索或分析奇特性與功能，並會用打破砂鍋問到底的方式去解決所遇到模稜兩可的問題。因此學生對四大偶像認知偏見愈多，則 IEC 與 DEC 亦會愈高。

Hong 等人 (2021) 對求知好奇心與偽科學信念進行相關性研究，結果顯示當求知好奇心越高，學生對偽科學的信念就越低，偽科學與求知好奇心呈顯著負相關，由此可知求知好奇心高的學生，較少出現認知偏見與謬誤。本研究與前述研究結果不同，根據統計分析，當四大偶像媒體識讀偏見內容引起個體好奇心，主動發現新的樂趣，結合個人興趣有益於獲取新知識時，即為四大偶像媒體識讀偏見對 IEC 呈顯著正相關；而當個體對自身四大偶像偏見媒體識讀能力產生不確定性與剝奪感時，期望求真知、打破砂鍋問到底，四大偶像媒體識讀偏見對 DEC 呈顯著正相關。本研究對認知偏見有新的發現，學生若是因自身與

趣、對媒體的不確定性引起動機時，會有較高的求知慾。研究模式驗證 H1 及 H2 之結果顯示，四大偶像媒體識讀認知偏見對 IEC 與 DEC 的關係有顯著正相關，因此 H1 與 H2 獲得正支持，與研究假設相符。

6.2. IEC 與 DEC 對持續意圖有顯著正相關

藉由研究結果發現，IEC 與 DEC 對持續意圖相當重要，意味著個體的好奇心會對媒體識讀產生持續意圖。學生透過持續獲取新知識、解決不確定性的問題，對媒體有更進一步的認識，有助於提升媒體識讀能力。根據文獻探討，透過 IEC 與 DEC 調查學生在引起媒體識讀好奇心之後，是否對個體持續探討意圖有影響。Hong 等人 (2016)、宋修德與林意珊 (2021) 皆認為兩種求知好奇心類型可以促進個體的持續意圖，產生正面影響。當激勵個體挖掘自身認知好奇心，能增加學習內容並提高學習效果 (Hong et al., 2022)，進而達到自身持續學習意圖。因此，當個體接觸媒體後，激發內在動機產生求知好奇心，可促進其持續瞭解媒體的意圖產生。學生透過持續獲取新知識、解決不確定性的媒體問題，對認知偏見的破除有更進一步的認識，增加後續活動的參與意願 (Ryan & Deci, 2000)，有助於提升媒體識讀能力。本研究驗證 H3 及 H4 之結果顯示，IEC 與 DEC 對持續意圖有顯著正相關，因此 H3 及 H4 獲得正支持，與研究假設相符。

7. 結論

隨著世代的進步、科技的創新，新興媒體充斥在我們的四周，促使現今的學生接收消息、更新訊息之快速。由於接收資訊的方式改變、個體獲取資訊容易度的提升，在教學上，師生雙方都已面臨巨大的改變。傳統式的講述教學、知識傳遞，於現在的環境中，已不足以引導學生面對資訊爆炸的媒體世界。為使莘莘學子們能夠有效學習媒體識讀的方式，教學者們應積極地將課程融入媒體，嘗試改變教學內容與模式，透過各種新興的教學方法來教導學生。本研究藉由媒體識讀四大偶像認知偏見及問卷量表的應用，進行為期一週的抽樣問卷發放調查，並透過文獻探討及過去研究提出假設，藉此瞭解媒體識讀在四大偶像認知偏見的情境中，學生的求知好奇心與持續意圖之關係。研究結果顯示：媒體識讀四大偶像認知偏見對 IEC 具有顯著正相關；媒體識讀四大偶像認知偏見對 DEC 具有顯著正相關；IEC 對持續意圖具有顯著的正相關；DEC 對持續意圖具有顯著的正相關。擁有媒體識讀能力的學生，才能夠評估判斷媒體消息的真假，並自行決定媒體的真相 (Dell, 2019)。

7.1 建議

面對資訊媒體漫天飛的世代，學生的學習不單單僅限於紙本，多元化的學習方式也持續演變當中。其中以媒體的影響最為重要，幾乎深入每一個學生的日常生活當中。然而近年來的資訊爆炸，與學生媒體識讀能力成長速度不成正比，學生的媒體素養能力培養成為各領域教師的一大課題。在教學現場所面臨的挑戰，教師也須準備好應對各式各樣學生拋出來的問題，作為引導者給予學生正確尋求知識的方向，避免意識形態、主觀認知偏見的形成影響真理的追求。本研究依此觀點以為，當學生受四大偶像認知偏見蒙蔽雙眼時，可透過激起內在動機的方式引起學生的求知好奇心慾望，進而對媒體識讀產生理解，建立正確的知識獲取方式與判斷標準。因此，教師可透過日常課堂中有關媒體來源、資訊獲取等面項，培養學生媒體識讀的能力，以提升求知好奇心與持續深入瞭解媒體的意圖。

7.2 研究限制與後續研究建議

本研究基於人力及時間之限制因素，僅以桃園市某國中八年級全年段及七年級三個班

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

之學生作為研究對象，未能對學生做全面性的問卷調查加以驗證，學生年級分布不均，無法細緻化進行分析。且在問卷調查方面非研究者親自進行施測，在問卷說明與答題時間上恐有不一致性，而形成答題誤差的其他變項影響。

後續研究建議未來可以擴大研究對象範圍，依照三個年段進行不同年級分析，搭配學生社會科公民媒體識讀、分辨假新聞、假訊息等相關課程的先備知識進行相關分析研究，然亦可聚焦於資優班學生透過多元化創新教學、遊戲等方式，以量化和質性的研究方式進行前後測分析與訪談，能更直觀貼合學生學習成效，且更詳細觀察學生學習歷程，並可透過學生回饋進行質性分析。

參考文獻

- 王貞懿 (2011)。從新聞中的偽科學報導看大學生的科學素養與媒體識讀能力（未出版之碩士論文）。國立政治大學。
- 宋修德、林意珊 (2021)。發明的自我效能與認知好奇心對持續參與 IEYI 臺灣選拔賽意圖之研究。教育科學研究期刊, 66(1), 83–105。
[https://doi.org/10.6209/JORIES.202103_66\(1\).0003](https://doi.org/10.6209/JORIES.202103_66(1).0003)
- 李珮蓉 (2017)。國中體育班導師基本心理需求對其動機及持續意圖之預測（未出版博士論文）。國立臺灣師範大學。<https://doi.org/10.6345/NTNU202000774>
- 鄔昆如 (2005)。西洋百位哲學家（第二版）。頁 206–208。臺北市：三民。
- Berlyne, D. E. (1954). A theory of human curiosity. *British Journal of Psychology*, 45(3), 180–191.
<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1954.tb01243.x>
- Bhattacharjee, A. (2001). Understanding information systems continuance: An expectation-confirmation model. *MIS Quarterly*, 25(3), 351–370. <http://dx.doi.org/10.2307/3250921>
- Chang, Y.-Y., & Shih, H.-Y. (2018). Work curiosity: A new lens for understanding employee creativity. *Human Resource Management Review*, 29(4), 100672.
<https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2018.10.005>
- Dana, J. (2013). Four Idols of Baconian Scholarship. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* Volume, 71, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.01.017>
- Dell, M. (2019). Fake news, alternative facts, and disinformation: The importance of teaching media literacy to law students. *Touro Law Review*, 35(2), 619–647.
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3002720>
- Franke, G., & Sarstedt, M. (2019). Heuristics versus statistics in discriminant validity testing: A comparison of four procedures. *Internet Research*, 29(3), 430–447.
<https://doi.org/10.1108/IntR12-2017-0515>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Hong, J. C., Gu, J., & Tsai, C. R. (in press). The effects of implicit belief of intelligence on metacognitive skills and project design engagement in an invention practice. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09761-2>
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Szeto, E., Tai, K. H., & Tsai, C. R. (2016). Positive affect relevant to epistemic curiosity to reflect continuance intention to join a hands-on making contest. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2267–2279. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1276a>
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Szeto, E., Tai, K. H., & Tsai, C. R.* (2021). Undergraduate science students' scientist-practitioner gap: The role of epistemic curiosity and cognitive flexibility. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 899-913. (SSCI) <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10096-4>
- Hong, J. C., Ye, J. H., & Fan, J. Y. (2019). STEM in fashion design: The roles of creative self-efficacy and epistemic curiosity in creative performance. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), em1742. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108455>
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Liu, Y. H., & Tai, K. H. (2022). Effects of gamifying questions on English grammar learning mediated by epistemic curiosity and language anxiety. *Computer Assisted Language Learning*, 35(7), 1458-1482. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1803361>
- Hong, J.C. (2023). The scale of Bacons' four idols. Unpublished.
- Jalobeanu, D. (2013). Four idols of Baconian scholarship. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 71, 123 – 130.
- Jeong, S., Cho, J., & Hwang, Y. (2012). Media literacy interventions: A meta-analytic review. *Journal of Communication*, 62, 454–472. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2012.01643.x>
- Ko, H., Cho, C.-H., & Roberts, M. S. (2005). Internet uses and gratifications: A structural equation model of interactive advertising. *Journal of Advertising*, 34(2), 57–70. <https://doi.org/10.1080/00913367.2005.10639191>
- Litman, J. A. (2008). Interest and deprivation factors of epistemic curiosity. *Personality and Individual Differences*, 44(7), 1585–1595. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.01.014>
- Litman, J. A. (2010a). Relationships between measures of I-and D-type curiosity, ambiguity tolerance, and need for closure: An initial test of the wanting-liking model of information-seeking. *Personality and Individual Differences*, 48(4), 397–402. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.11.005>
- Litman, J. A., & Mussel, P. (2013). Validity of the interest-and deprivation-type epistemic curiosity model in Germany. *Journal of Individual Differences*, 34(2), 59–68. <https://doi.org/10.1027/1614-0001/a000100>

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Litman, J. A., Crowson, H. M., & Kolinski, K. (2010b). Validity of the interest- and deprivation-type epistemic curiosity distinction in non-students. *Personality and Individual Differences*, 49(5), 531–536. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.05.021>
- Luo, M. M., & Remus, W. (2014). Uses and gratifications and acceptance of web-based information services: An integrated model. *Computers in Human Behavior*, 38, 281–295. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.05.042>
- Moch, M. (1987). Asking questions: An expression of epistemological curiosity in children. In D. Görlitz & J. F. Wohlwill (Eds.), *Curiosity, imagination and play*, 198–211. Lawrence Erlbaum Associates.
- Mussel, P. (2010). Epistemic curiosity and related constructs: Lacking evidence of discriminant validity. *Personality and Individual Differences*, 49(5), 506–510. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.05.014>
- Ozerturk, S. (2022). Media access, bias and public opinion. *European Economic Review*, 147, 104161. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2022.104161>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Schneider, A., von Krogh, G., & Jäger, P. (2013). “What’s coming next?” Epistemic curiosity and lurking behavior in online communities. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.09.008>
- Smock, A. D., Ellison, N. B., Lampe, C., & Wohn, D. Y. (2011). Facebook as a toolkit: A uses and gratification approach to unbundling feature use. *Computers in Human Behavior*, 27(6), 2322–2329. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.07.011>
- Tabbakh, T., & Freeland-Graves, J. (2016). Development and validation of the multidimensional home environment scale (MHES) for adolescents and their mothers. *Eating Behaviors*, 22, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2016.03.031>

運用數位學習資源提升中途國中生英語閱讀理解之個案研究—

以 Cool English 學習網站為媒介

楊幸甄、洪榮昭

國立臺灣師範大學教育學院創造力發展碩士在職專班

Case Study of Applying Digital Learning Resource to Improve English Reading Comprehension of Transition School Students — Using Cool English as Medium

Yang, Hsing-Chen; Hong, Jon-Chao

Continuing Education Master's Program of Creativity Development, Taiwan Normal University

gracedemi5233@gmail.com

【摘要】 本研究旨在探究藉由交互教學法和數位學習資源以增進中途學校學生英語閱讀理解能力，且評估實施該課程後對於國中生英語閱讀學習之學習動機和成效是否改善。本研究對象為國中八九年級混齡班學生 2 人，每周一堂，共五堂，為期一個月，使用教育部 Cool English 學習網站為數位學習資源教材，以交互教學法之預測、澄清、提問與摘要四項閱讀策略於英語閱讀教學。本研究以個案研究方式進行，蒐集閱讀前測、閱讀後測、學習單及訪談來檢視學生學習動機與成效之變化。研究結果呈現學生學習動機提升，閱讀理解學習成就未有明顯提升，但有助於相關語文能力增長。

【關鍵字】 中途學校；數位學習資源；交互教學法；英語閱讀理解

Abstract: This purpose of this study is to improve students' in transition school English reading comprehension, and discuss the process of teaching method adjustment in the English E-learning reading course and reciprocal teaching. The influence on learners' learning motivation and performance are also investigated. The participants of this study were 2 mixed-age grouping students. The digital reading material is from the on-line learning website, Cool English. And reciprocal teaching is used in class. The study lasted one month, totally five periods. The data collection included reading comprehension test scores, students' worksheet portfolios, interview records. The main findings of this study are the progress of their learning motivation; however, their reading comprehension ability isn't progress a lot, but improving related language abilities.

Keywords: Transition School, Digital Learning Resource, Reciprocal Teaching, English Reading

Comprehension

1. 研究動機與目的

研究者所任教學校屬中途學校，專為中途輟學學生等特殊需要所設計的過渡教育方案，協助其回歸正規學校接受教育。因家庭背景與中輟的緣故，學生對於學習動機本身就不高，加上英語屬外語，學習動機又更加低弱，以致英語學習成效不彰，對於基本的句子

在閱讀上都有困難，更遑論閱讀整篇的英語閱讀，但因應英語閱讀的推廣和會考趨勢，為改變此現況，拋開傳統的英語閱讀教學方式，採用數位學習資源融入英語閱讀教學，本研究希望利用教育部 Cool English 學習網站，讓學生能在課堂上進行英語閱讀的數位學習，此為動機一。除此之外也希望在進行數位學習資源融入英語閱讀的教學過程中，學生能以交互教學法中的預測、澄清、提問與摘要四項閱讀策略於英語閱讀教學活動中，藉此培養學生的閱讀理解能力，提高學生對於英語閱讀之興趣，此為動機二。本次研究結合教育部 Cool English 學習網站以及交互教學法之閱讀方式，試圖瞭解學生在此種閱讀的學習方式下的影響，對於學生閱讀理解的學習成效為何，此為動機三。本研究使用閱讀前後測驗、學生閱讀學習單檔案評量及兩次的訪談三種方式，來瞭解學生經過以交互教學法進行教育部 Cool English 學習網站英語閱讀後，在閱讀理解學習成效與動機態度是否有所改變。

根據上面所述之動機發想，研究者希望在閱讀教學歷程之中，結合教育部 Cool English 學習網站與交互教學法，強化學生英語閱讀之學習成效，並提升學生對於英語閱讀的學習動機。因此，此研究預計達成的研究目的如下：

- 一、探究數位學習資源及交互教學法運用於增進學生英語閱讀理解之教學歷程。
- 二、評估數位學習資源及交互教學法運用於英語閱讀教學，對國中生英語閱讀學習動機之影響。
- 三、瞭解數位學習資源及交互教學法運用於英語閱讀教學，對國中生英語閱讀理解能力提升之成效。

2. 文獻探討

2.1. 數位學習

1999 年，Jay Cross 最先提出「E-Learning」這個名詞，將數位學習視為遠距學習的一種模式（鄒景平，2005）。Bonk 與 Cunningham（1998）根據他們以 Web 為主之教育心理課程所獲得的實際經驗，他們提出以學習者為中心之 Web 學習環境的教學建議，其中包含：建構一個安全並有社群感的學習環境、藉由媒體本身無窮的潛能來培養學生積極參與的能力、讓學生有選擇的機會、能促發學生學習而非直接口述告知學習內容、使用公開及私人的回饋方式、採用電子郵件學徒制的學習方式、依據個人知識採用遞迴式策略、採用不同電子寫作方式、反思及其他教育性的活動、掌握學生對 Web 之探險精神以發展課程內容、對學習者有明確的期待及任務結構化的快速轉化、有效評量學生的各電子作品、人性化的學習活動促發科技進步，綜觀上述吸引學生社群學習和連結上網變成了重點策略。

而在數位學習平台的建置上，研究顯示使用者介面、畫面美觀與內容實用性皆影響平台使用者的忠誠度，其中又以使用者介面為評估數位學習平台之關鍵（林裕凌等人，2008；Shee & Wang, 2008）。將學者 Shee 與 Wang（2008）提出的網路數位學習系統四大面向統整後，包含：學習者介面、學習社群、平台系統內容和個人化，數位學習平台架構元素皆符合其中。

2.2. 閱讀理解教學

英文閱讀理解是指個人在閱讀英文文本時，閱讀者能適切處理文字，將文章中字義、句子、段落和篇章作聯結並與個人先備知識作互動，最後建構出文本意義的能力（Grabe, 2009）。要達成英文閱讀理解的目標，需要具備單字意義解碼、理解語法句型、掌握英文篇章結構與上下文脈絡，同時能對文本的發展進行預測、推論與批判思考等能力（Davis, 1944）。

Carver 認為閱讀有四層次（Richard, 1987/1991）：

- （一）將字進行解碼，並且決定這些字在句子中所代表之意涵；
- （二）將句子中的字與字進行聯合，進行句意之了解；
- （三）瞭解段落與段落中所隱含的主旨，及其因果、假設、證明、含義、未明說之結論、甚或與段落主旨有關但暫且離題之觀念；

(四) 評價各種觀念，其範圍涵蓋包邏輯、證明、真偽性及價值判斷等的問題。

本研究採用交互教學法，希望藉由師生間或學生和學生間的對話、互動，提升低學習成就者閱讀理解能力。

1.3. 交互教學法

交互教學法 (reciprocal teaching, 簡稱 RT) 是由 Palincsar 與 Brown 於 1984 年所提出來的，其參考理論包含：Vygotsky 在 1978 年提出的「潛在發展區 (zone of proximal development)」理論；Wood, Bruner 與 Ross 於 1976 年提出的「專家鷹架 (expert scaffolding)」理論；以及 Wertsch, Stone, Rogoff 與 Gardner 在 1984 年提出的「預期教學 (proleptic teaching)」理論發展而成。

交互教學法因策略明確且不繁雜，故近幾年在閱讀教學上，廣為教師們所採用。交互教學法主要是透過在教學過程中，師生間的交互對話，運用「預測」、「提問」、「澄清」、「摘要」等四種閱讀理解策略共同建構文章的意義。研究者參考眾多文獻，發現交互教學

法的使用步驟並沒有明確的先後順序，每位學者所使用的流程及步驟亦不完全相同，研究者所採用的教學步驟順序為預測、摘要、提問與澄清。

1.4. 學習動機

動機是個人內心對目標接受或是抗拒的力量，能驅使個人進行特定之行為 (李咏吟, 1992)。Kleinginna 與 Kleinginna (1981) 亦指出，動機使個體產生行動並導引其行動方向，影響動機因素包含需求的強度及引導其行為的心理歷程。學習的投入亦由行為、情感與認知三個部分所組成 (Hong et al., 2021)。因此，教學情境需利用多面向、多元的策略方能提升學生學習動機。

Keller (1983) 提出系統化設計學習動機理論，對動機有了具體的評估模式。Keller 提出之動機模型，包含：attention (注意)、relevance (關聯)、confidence (信心)、satisfaction (滿意) 四項動機要素，又稱「ARCS 動機模式」(簡稱 ARCS)。他認為任何一種教學設計所發展出來的教材，若無法引起學習者的興趣或專注，學習的效果就會大打折扣。因此，Keller 期望 ARCS 動機模式能提供教育工作者針對學生動機需求，確認與了解教學的設計策略，以激發學習動機，有效地提升學生的學習與表現。

3. 研究方法

3.1. 研究範圍與教材

本研究之研究對象為中途學校國中八九年級混齡班學生 2 人。學校屬中途學校，亦是偏鄉學校，學生人數不多，學期間人數也會不斷更動，故採個案研究法來實施研究。本研究實施期間以 2022 年 11 月 1 號至 30 號，採用教材為台灣教育部 Cool English 學習網站中，課程專區閱讀裡面的神奇閱讀之旅綜合區之英文繪本，來進行英語閱讀教學，時間為每周一節課，一節四十五分鐘，共五節，為期一個月。教學過程中學生一人一台平板與耳機進行自我學習再以小組方式討論閱讀內容。

3.2. 研究工具

閱讀行為起點前測與閱讀後測

本研究中的閱讀行為起點前測與閱讀後測為同一份試卷，在交互教學法中，摘要能力主要是訓練學生對文本有廣泛性理解形成；提問、澄清則與擷取訊息相關；預測主要是訓練學生對於文本的發展解釋。閱讀試題設計為第 1、8、9 為發展解釋；第 2、3、4、5、7、10 為擷取訊息；第 6、11 為廣泛性理解形成，試題內容主要著重閱讀理解的方面，如擷取訊息和解釋文本等閱讀能力。若學生於前測完全答對，則歸類為高起點行為學習者；若有部分未能答對，則歸類為中起點行為學習者；若答對率未能超過 50%，則將歸類為低起點行為學習者。本研究將透過學生的閱讀前、後測驗作答情形，比較學生在使用數位學習資源之後的閱讀能力變化。

閱讀學習單

本研究使用閱讀學習單對學習者進行觀察其學習歷程之變化。研究中所使用的閱讀學習單其設計理念主要是依照交互教學法中的預測文章內容、提出問題、澄清以及摘錄重點的四種閱讀策略做編寫方向。欲使學生在閱讀的過程中能注意這四種閱讀技巧，並將策略的運用以文字紀錄的方式記錄下來。在學習單的底部是生字庫 (word bank)，在使用四種閱讀策略後，學習者將不懂的生字利用網路英語字典，查詢文章中自己不懂的生字，並記錄下來。編號方式則依代碼、序號、日期作編排，如【學習單，S1，221101】即為 2022 年 11 月 1 號一號學生的閱讀學習單。

半結構式訪談

本研究將對使用教育部 Cool English 學習網站進行英語閱讀學習的學生採取半結構式訪談。本研究將學生進行兩次訪談，一次為研究施測前，一次為研究施測後，個別訪談，共兩人。研究者將對蒐集的訪談資料進行逐字稿紀錄後，再加以編碼歸類分析，以了解學生對於網站學習之興趣與想法。編號方式則依代碼、序號、日期作編排，如【訪談，S1，221028】即為 2022 年 10 月 28 號一號學生的個別訪談。

3.3. 研究步驟與流程

本研究期程分為三段：準備期、實施期、完成期。教學時間從 2022 年 11 月 1 號實施，為期一個月，共五次。其過程詳述如下：

準備期

研究者在釐清問題情境且確定研究問題後，著手數位學習、閱讀理解策略教學及學習動機相關文獻研究進行蒐集及整理，以便後續依據學生的學習問題、數位學習及閱讀理解策略使用之特點，進行教學流程及評量方式的設計。

實施期

課堂使用單元從教育部 Cool English 學習網站裡面的神奇閱讀之旅綜合區中挑選五篇符合研究對象程度的文章來進行英語閱讀教學。研究教學課堂與使用單元如表 3-4-1 所示。

表 3-4-1
堂次與教材名稱一覽表

階段	堂次	日期	課程大綱	備註
準備期			閱讀行為起點前測與第一次訪談	
			帳號申請與介面介紹	
閱讀實施期			Shelly's Rangoli	示範閱讀策略使用
	一	11/01	Garry's Box of Things	教材來源：
	二	11/08	What If...	Cool English 學習網站
	三	11/17	The Day It Rained Fish	-
	四	11/22	Sima and Siza	神奇閱讀之旅 綜合區
五	11/29	Who Is Afraid of the Rakshas Sweetie-Man?		
施測結束			閱讀後測與第二次訪談	

學生於教室使用平板連上教育部 Cool English 學習網站，閱讀網站中的英文文章，搭配圖片與語音，使用學習單進行練習預測、提問、澄清、摘要的四種交互教學法重點學習技巧。本教學實驗也透過學生學習單的寫作記錄學生學習之歷程與變化。課堂教學實施流程如表 3-4-2 所示。

表 3-4-2
教學流程實施

課程結構	活動內容
課前暖身 (5分鐘)	教師-簡述今日課堂將進行的所有學習活動。 學生-打開平板並登入 Cool English 學習網站，並點選當堂所要閱讀之單元。
閱讀前 (5分鐘)	教師-提出對該單元的標題與插圖，提出內容預測的引導問題。 學生-依循教師提出的問題，對該單元之閱讀內容提出預測，小組討論並彙整意見後，將所預測之內容填入學習單中。
閱讀中 (10分鐘)	學生-戴上耳機，點選單元開始閱讀指定文本，閱讀完畢後即取下耳機。
閱讀後 (20分鐘)	學生- 小組針對文本閱讀過程中有所疑惑之處，向學習同伴提出疑問。 學習同伴共同對疑問進行討論，澄清疑問之處。 再與學習同伴討論文章大意，並對教師闡述討論結果後，謄錄於學習單上。 教師-針對小組共同產出的問題、澄清、大意給予評價。 學生-討論結束後自行回答文章裡的文意理解測驗題。
課堂總結 (5分鐘)	使用網路字典查詢當次閱讀中所遇之生字。 繳回閱讀學習單，並將平板關機後，與耳機一併繳回。

完成期

本教學研究於 2022 年 11 月 30 號完成，蒐集學生於課堂所完成的學習單、閱讀前後測卷與訪談，並將資料整理、轉譯與分析。所得之分析結果給予意義詮釋後，撰寫報告。

4. 研究結果與討論

4.1. 教與學的歷程中所遇到的困難及解決之道

本研究是以交互教學法進行數位學習資源的閱讀理解教學，在教學過程中，遇到關於教學法、教材內容及數位設備之實施困難。

提出問題與澄清

學生在一開始針對文章內容提出問題時，提問的內容通常皆為天馬行空的問題，而非針對文章真正的內容做提問，例如文章有熊裝了一籃子的魚，學生提出的問題為「有多少隻魚在籃子裡？」【學習單，S2，221117】，此為非文章主要核心或是可尋找答案之問題，研究者與英文老師討論此困境後，將學生所提問之問題分成兩類，一為開放性問答，二為針對文章內容進行問答，經研究者引導後，學生亦可保留創造力提出有趣的問題與討論，但仍可針對文章內容作有效的問題與澄清。

摘要大意

研究者任教學校的學生英文程度普遍不好，對於要完全自行討論並寫出摘要有其困難，其中研究者所研究的兩位個案，剛好一位低成就學習者，另一位程度落在中偏上，一開始讓學生互相討論並寫出摘要，學生多半寫不出完整英文句子，故研究者也會加入討論，並鼓勵先用中文說出摘要，再將其翻成英文，並引導學生使用文章出現過的英文單字或是句子作為摘要延伸，即學習找出關鍵字與關鍵句子並將其發展成摘要，經調整後，學生能更加順暢的完成此閱讀技巧。

教材安排低順序性及低連續性

為使學習者能達成學習目標，在教材組織原則上，排列需符合由易至難、由簡至繁、由舊經驗至新經驗、由最重要的至次要的組織教材時，也應注意其順序性 (sequence)、連續性 (continuity)、及統整性 (integration) (孫邦正, 1971)。

教育部 Cool English 學習網站的教材安排上，大多以相關性主題放在同一區塊，教師

再根據其教學需求，取其中的部分使用。故神奇閱讀之旅綜合區之文章在文章安排上，單元與單元之間的順序性低之外，連續性也不太高，文章並無隨著單元的進行而加深加廣的情況，學生閱讀完這樣的學習材料比較沒有機會再度複習上一單元之文本內容，因此對於教材所傳遞之知識的遺忘度也較高。對於教材排列順序性低且較不具連續性之困擾，研究者使用每堂課前五分鐘進行前一堂課所閱讀之單元英語生難字彙與文本大意，藉由學生再度觀看文章可以對之前所學知識內容再度複習。

文末閱讀理解問題設計用語超出學習者英語程度

在神奇閱讀之旅綜合區中，為了解學生在英語閱讀中對於該篇文章的理解程度，因此在文章結束後有獨立一個閱讀理解選擇題測驗，藉此測驗可以幫助學習者檢視對於該篇文章的閱讀理解情形。然而，本實驗中的學生字彙量尚未豐足，即使學生能透過圖片的輔助以及使用猜測的閱讀技巧來理解該篇文章大意，但在選擇題測驗還是會有看不懂題幹而答錯的情形。

關於題幹理解困難，研究者修正教學流程，採用混和式數位教學模式。在閱讀文章及討論文章大意時，採用依照學習者學習速度的非同步模式，而在處理較困難的閱讀題幹時，則採用同步模式，在閱讀文本前先帶領學生共同閱讀此三題，並讓學生帶著此三題閱讀理解題目作為閱讀時需留意的重點，增加學生對文本的閱讀動機，且共同讀題目時，可即時對於學習者的學習困難點立即給予鷹架性的幫助或修正性回饋。

4.2. 數位學習對學生的學習動機之影響

研究者於課程實施前後對學生進行「英語學習動機訪談」，以下將兩位學生前後測訪談內容作整理。

S1 英語學習動機第一次訪談

一號個案學生（簡稱 S1），在英語學習動機上本身就很高，也認為學習英語閱讀很重要，即便是有興趣的故事用英文撰寫也會去閱讀它。

S1: 喜歡，因為學語言是我的興趣。

S1: 去國外有商店，也會有英文，這是基本一定要會看的，不然很吃虧。

S1: 會。因為只是另外一個語言而已，就等於切一個頻道去看而已。

但對於英文四項能力，聽說讀寫上比較想增加自己的寫作能力，並且認為自己在英文閱讀的表現上屬於中等。

S1: 我會想挑不擅長的，應該是寫，寫是真的不擅長。

S1: 看不懂的比較少，以單字量來說還可以，主要是一些文法之類的。【訪談，S1，221028】

S1 英語學習動機第二次訪談

經過了五周的閱讀學習施測，研究者針對平台使用後對於學習者英語學習動機影響做訪談。S1 對於使用平板學習閱讀差異感受不大，但對於數位學習平台會唸出文章中的句子覺得有顯著的幫助，並且希望能繼續使用平板學習英語閱讀。

S1: 我覺得就跟閱讀一般文章差不多，只是它多了用講的。

S1: 應該說知道怎麼唸吧，可以直接唸出來，不需要多問，如果有問題可以直接再聽一次就好。

S1: 因為它有一些字是我不會的，然後它剛好有標示，應該說這些文章都在我的程度上，所以就可以教我新的東西，像新的單字。【訪談，S1，221130】

S2 英語學習動機第一次訪談

二號個案學生（簡稱 S2），英語學習動機不高，不特別喜歡也不特別討厭，並認為自己在英語學習上較已往經驗更得心應手。

S2: 我覺得不痛苦，但也不會到喜歡。

S2: 以前很討厭，可是現在還好。

S2: 因為現在聽得懂。

對於英文四項能力，聽說讀寫上比較想增加自己的閱讀能力，認為學習英語閱讀很重要，即便有興趣的故事用英文撰寫也會嘗試去閱讀，總結是喜歡英語閱讀但不擅長。

S2: 很重要，不然以後去餐廳，英文菜單看不懂，我就要開始查 Google。

S2: 我不會放棄，我會努力看看。

S2: 我喜歡，可是我不擅長。【訪談，S2，221028】

S2 英語學習動機第二次訪談

S2 對於使用平板學習英語閱讀感受良好，並有強化學習者學習動機，也喜歡閱讀文章後的選擇題測驗，覺得可以檢核自己是否讀懂，並且希望能繼續使用平板學習英語閱讀。

S2: 因為可以學習讀文章，我如果沒有接觸這個的話，我其實有一些字會看不懂，然後也不會想要去看它。

S2: 讓我增加耐心。

S2: 就是最後一個部分，做題目的部分。

S2: 就是可以知道自己有懂這篇文章。

S2: 會。因為可以增加自己的閱讀能力。【訪談，S2，221130】

總結上述的第一次與第二次訪談，學生明顯對於學習英語閱讀更加有動機，並且加上數位學習後，意外協助其他三項（聽、說、寫）英文能力的發展。

4.3. 數位學習對學習者閱讀理解學習成效之影響

本節將比較學生前後測的評量結果，以說明數位學習對學習者的閱讀理解學習成效影響。

S1 英語閱讀理解前後測分析

S1 在兩次測驗中錯誤的題數皆為兩題，錯題也都一樣，皆為第八題與第九題，此兩題類型歸類在閱讀試題設計為發展解釋，此代表 S1 欠缺預測的閱讀理解技巧，且此兩題皆為詢問某一單字之字義，S1 既無法從文章上下文去猜測該字義，明顯單字量也不足以應付，而 S1 在擷取訊息與廣泛性理解形成皆能掌握，代表該生在摘要、提問與澄清之閱讀理解技巧上是能掌控的。總結前後測，答錯題數與答錯題型皆無改變，以該結果來看，實施數位學習與交互教學法後無明顯學習成效，但也不造成其退步之影響。

S2 英語閱讀理解前後測分析

S2 在兩次測驗中變化極大，從原本錯六題變成錯八題，其中有一大題本來是全對，在第二次施測變成全錯，研究者分析該生課堂表現確實不如 S1 反應良好，也常常無法自己獨力完成學習單，在前後測驗結束後也提及自己看不懂等狀況。在此前後測結果中能明顯感受到 S2，不僅在發展解釋、擷取訊息與廣泛性理解形成皆無法有效掌握，此外對照到交互教學法中的摘要、提問、澄清與預測四項能力皆有待加強，總結閱讀理解尚需長時間持續訓練。

5. 研究結論與建議

數位學習資源的英語閱讀課程對整體學習者的學習動機而言皆有提升之效能。學習者在訪談中提及喜歡使用數位學習進行英語閱讀學習，認為使用平板上課，較紙本閱讀更加有動力去讀完文章，對於學習素材中的插圖圖片感到有吸引力，且有語音功能能幫助聽與說英語能力之提升。使用數位學習資源進行英語閱讀教學無明顯助於英語閱讀理解能力之提升但有助於相關語文能力提升。學習者在閱讀文本時，可以透過數位教材的輔助圖片，增加其對文本的理解，然而輔助圖片只能增加學生對文本訊息做解碼的處理，若要學生進一步對文本能進行文意理解統整與運用，進而達到解釋及廣泛推論，則必須透過小組間的交

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

互討論文本之內涵，並給予心得、解釋，或加以價值評判，學習者透過討論的歷程與文意做連結，才能由表層理解進入到深層分析。

閱讀理解能力的培養並非一蹴可及就可以達成的學習目標，此項能力培養需長時間且定期的學習，方能達到穩定成長的效果。在本次實驗中，受限於教學時間關係，只能針對學生的擷取訊息、廣泛性的理解形成、解釋文本的閱讀策略做教學與練習，但在反思閱讀內容、建構文本意義即對閱讀內容或形式進行評價的練習上就沒有充裕的時間進行教學。另本次教學中，全體在學習動機上皆有所提升，但低成就學習者對於解碼之基礎閱讀歷程的進行仍舊有困難，建議後續研究者可針對低成就學習者所面臨的學習困難進行相關補救教學實驗。

參考文獻

- 林裕凌、鄭麗珍、林芝亘 (2008)。以方法目的鏈探求數位學習平台需求之研究。 *數位學習科技期刊*, 1 (1), 39-55. <https://scholars.lib.ntu.edu.tw/handle/123456789/430394>
- 孫邦正 (1971)。 *課程教材教學通論*。三民書局。
- 鄒景平 (2005)。 *數位學習新世界—上網教與學*。鼎茂。
- Bonk, C. J., & Cunningham, D. J. (1998). Searching for learner-centered, constructivist, and sociocultural components of collaborative educational learning tools. In C. J. Bonk & K. S. King (Eds.), *Electronic collaborators: Learner-centered technologies for literacy, apprenticeship, and discourse* (pp. 25–50). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Grabe W. (2009). *Reading in a second language: moving from theory to practice*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139150484>
- Hong, J. C., Zhang, H. L. *, Ye, J. H., & Ye, J. N. (2021). The effects of academic self-efficacy on vocational students' behavioral engagement at school and at firm internships: A model of engagement-value of achievement motivation. *Education Sciences*, 11(8), 387. <https://doi.org/10.3390/educsci11080387>
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kleinginna, P. R., Jr., & Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of motivation definitions, with a suggestion for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5(3), 263-291. <https://doi.org/10.1007/BF00993889>
- Richard E. Mayer (1991)。 *教育心理學—認知取向* (林清山譯)。遠流出版社。(原著出版於1987年)
- Shee, D. Y., & Wang, Y.-S. (2008). Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: A methodology based on learner satisfaction and its applications. *Computers & Education*, 50(3), 894-905. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2006.09.005>

以「Wordwall」數位遊戲探討為國小英語教學情境和外語(第二語

言)學習焦慮、認知負荷、遊戲焦慮與學習表現相關之研究

Using “Wordwall” to explore the English learning outcome predicted by English learning

anxiety, cognitive load, gameplay anxiety

朱奕融¹, 洪榮昭^{2*}

¹國立臺灣師範大學 創造力發展碩士在職專班

²國立臺灣師範大學 工業教育學系

* claudiaijung0219@gmail.com

【摘要】 語言學習遊戲 Wordwall 建構於有規則性的追求語言學習的產出，為了解 Whack-a-mole 遊戲對於學生的第二語言焦慮、遊戲焦慮與認知負荷對於學習動詞變化表現之間的關係，因此設計此研究。研究對象為臺北市某國小一班態能力之六年級學生，每班 55 人，有效研究參與者共 55 人。研究中使用五點量表，經由 SPSS23 進行測量工具的信度與效度分析。而研究結果顯示：(一)第二語言學習焦慮與認知負荷具有正相關；(二)第二語言學習焦慮與遊戲焦慮具有正相關；(三)認知負荷與學習表現具有負相關；(四)遊戲焦慮與學習表現無顯著相關。

【關鍵詞】 語言學習遊戲；第二語言焦慮；遊戲焦慮；認知負荷；學習表現

Abstract: *A language learning game “Wordwall” is structured by rules for the pursuit of language learning outcomes. To understand how Whack-a-mole mechanism (e.g., win states and points) can affect participants’ cognition and affection in learning English verb conjugation, this study explored how individual English learning anxiety influenced their cognitive load and gameplay anxiety that reflected on learning performance. Data collected from 55 students of 6th grade students for structural equation modeling. The results indicated that English learning anxiety is positively related to cognitive load and gameplay anxiety; learning outcome can be negatively predicted by cognitive load, but cannot be significantly predicted by gameplay anxiety. Conclusively, the study implies that the learning outcome in using Wordwall to play Whack-a-mole to learn verb conjugation in English.*

Keywords: Wordwall, foreign language learning anxiety, cognitive load, learning performance, verb conjugation

1. 前言

國際趨勢的脈動和時空的更迭，科技在現今社會扮演著舉足輕重的角色，在教學上更是如此，多媒體的教學工具不斷推陳出新，很多證據也都顯示以數位遊戲輔助教學，能比傳統教學有更好的學習成效 (Hong et al., 2021)。因此期望以 Wordwall 為遊戲教學情境，

將不規則動詞變化的複習題型設計於遊戲中，透過遊戲的趣味性，引發學生的動機學習慾望，因此挑選的遊戲界面為 Whack-a-mole (打地鼠)，把介面設定只有時間的限制，學生只需辨認出那些是不規則動詞的過去式變化形態，因此，上述研究背景之下，本研究將探討使用「Wordwall」數位遊戲為背景的教學情境下，學生的第二語言焦慮、認知負荷、遊戲焦慮對學習表現的相關性為何。

2. 研究假設

依據多媒體學習認知情意理論(Cognitive-Affective Theory of Multimedia Learning, Mayer, 2013), 在不同的遊戲學習中，學生的認知與情意會產生其交互作用 (Hong et al., 2021)。依此，本研究進行研究假設如下：

2.1 假設一：學生在 Wordwall 教學情境下，學生複習「過去簡單式不規則動詞變化」英文字彙時，其第二語言學習焦慮與認知負荷之關係。Chen 等人 (2009) 的研究中顯示學習者有高外語學習焦慮時，通常伴隨著高度的認知負荷，學習者在學習過程中若是經驗到較多的焦慮，認知負荷也會增加，在考試測驗上會得到較低的成績表現。Chen 等人(2022)表示目前的研究大多探究了遊戲學習中的學習焦慮程度和認知負荷，而對於兩者之間的相關尚有研究及討論的空間。因此在探討遊戲中外語學習焦慮時，認知負荷的層面是非常有必要納入一併探究的面向。有鑑於上述研究及觀點，故提出以下假設，假設一：第二語言學習焦慮與認知負荷具有顯著關係。

2.2 假設二：學生在 Wordwall 教學情境下，學生複習「過去簡單式不規則動詞變化」英文字彙時，其第二語言學習焦慮與遊戲焦慮之關係。尤怡婷 (2021) Hong 等人(2021)在研究中指出語言學習焦慮與遊戲焦慮為高度相關，其研究中學習者在學習第二語言(受試者是透過 Wordwall 遊戲學習華語文)的學習焦慮愈高，在遊戲中的焦慮感受亦愈高。本研究聚焦於第二語言學習焦慮和遊戲焦慮間的關係，故提出以下假設，假設二：第二語言學習焦慮與遊戲焦慮具有顯著正向關係。

2.3 假設三：學生在 Wordwall 教學情境下，學生複習「過去簡單式不規則動詞變化」英文字彙時，其認知負荷與學習表現之關係。陳韋翰 (2014) 的研究中指出認知負荷中的心智負荷面向和學習表現具有因果關係，即學習過程中，學生認知負荷越低，學習成果將愈好。本研究旨在討論遊戲情境下的學習，學習者的認知負荷與學習表現之間的關聯。故提出假設，假設三：認知負荷與學習表現具有顯著負向關係。

2.4 假設四：學生在 Wordwall 教學情境下，學生複習「過去簡單式不規則動詞變化」英文字彙時，其遊戲焦慮與學習表現之關係。Yang 等人 (2018) 提出在口說能力、單字句型配對、整體學習表現上，高學習焦慮的學習者比低學習焦慮者表現較差，另一方面，不論是高學習焦慮或是低學習焦慮的學習者在遊戲的表現上差異不明顯。後續的研究中指出對於高學習焦慮的學習者而言，學習表現和遊戲表現有顯著的相關。綜觀過去的研究，遊戲焦慮與學習表現大多較少呈現顯著的相關，在本研究中將特別探究此面向，故提出假設，假設四：遊戲焦慮與學習表現具有顯著關係。

3. 研究實施

本研究以團體施測方式進行，由研究者親自進行施測，先讓研究參與者利用「Wordwall」中的 Whack-a-mole 打地鼠遊戲複習過去簡單式不規則動詞變化，遊戲進行方式為時間計時一分鐘，要在十五個動詞中分辨出哪些是屬於不規則變化。結束後發放問卷給研究參與者進行填寫，填寫結束後，進行過去簡單式不規則動詞變化檢測，檢測內容為一列為原型動詞，另一列要寫出相對應的不規則動詞變化。

4. 研究參與者

參與者其中包含男生二十五人、女生三十人，總共五十五人。其先備知識為五年級課堂上已經認識過去簡單式的文法概念，並且學過過去簡單式規則動詞變化，對於規則變化的動詞已算熟悉。

5. 研究工具

資料藉由問卷調查的方式蒐集而來，問卷內容由文獻探討及過去具有信度、效度的問卷內容，並參考專家學者建議及其理論建構編修及發展而來，並經由專家學者審查，以確認問卷內容的適當性及語詞使用的流暢度。本研究的問卷內容採用李克特五點量表，問卷回收後，使用 PLS2 與 SPSS23 進行相關分析，以確認量表的適切程度，並進行研究架構的驗證。

6. 問卷項目分析

6.1. 信度與效度檢驗

本研究透過 Cronbach's α 檢驗量表的內部一致性，並以組合信度(composite reliability, CR)來進行信度的複驗。George 與 Mallery (2023).指出 Cronbach's α 值若高於.6 則視為可接受標準，建議 CR 值應超過.7 的標準，而本研究 Cronbach's α 值介於.638~.869，CR 值介於.859~.915，皆符合建議標準，如表 1 所示。在效度方面，收斂效度由 FL 與平均變異數抽取量(averaging variance extracted, AVE)來判別。Hair 等人(2019)的說法，.5 以上的因素負荷量是適當的。本研究中被保留的所有題項皆符合學者建議之標準。第二語言英語學習焦慮的 FL 數值介於.745~.856，認知負荷的 FL 數值介於.617~.889，遊戲焦慮的 FL 值介於.620~.918。本研究中被保留的題項平均變異數抽取量數值介於.643~.686，如表 1 所示。構面區別效度要求確保兩個潛在變量 X 與 Y 之間的相關性低於統一性 (George & Mallery, 2023)，若每一構面的 AVE 平方根大於其他構面的皮爾森相關係數值，就代表該構面具有區別效度，而本研究分析結果顯示，本研究中的每一個構面皆具有區別效度，如表 2 所示。

表 1 項目分析彙整表

題型	M	SD	FL	t
一、第二語言英語學習焦慮 LA				
$M = 2.35, SD = 1.01, \alpha = .87, CR = .91, AVE = .66$				
1. 對於平時課堂英語檢測，我感到有壓力。	2.50	1.14	.75	15.40
2. 對於老師上課隨機點名問問題，我感到很不自在。	2.56	1.26	.86	14.31
3. 對於作業的成績評分，我感到有壓力。	2.50	1.32	.85	13.30
4. 快要上英語課時，我會感到緊張、害怕。	1.82	1.13	.78	11.31
5. 當我在英語課說英語時，我會感到緊張、困擾。	2.38	1.33	.82	12.57
二、認知負荷(心智負荷) CL/ 認知負荷(心智努力)				
$M = 2.42, SD = .84, \alpha = .64, CR = .91, AVE = .64$				
1. 這個活動中的學習內容對我而言是困難的。	2.60	1.47	.89	12.50
2. 我花了很大的心力，才能回答這個學習活動中的問題。	2.24	1.27	.86	12.46
3. 回答這個活動中的問題令我感到非常挫折。	2.08	1.28	.79	11.53
4. 我無法時間內回答這個活動中的問題。	2.32	1.41	.85	11.66
5. 學習過程的解說方式造成我很大的壓力。	2.40	1.19	.77	12.07
6. 在 Wordwall 答題過程中，我有足夠的時間思考。	3.26	1.35	.61	17.04
三、遊戲焦慮 AN				
$M = 2.06, SD = .99, \alpha = .87, CR = .92, AVE = .69$				

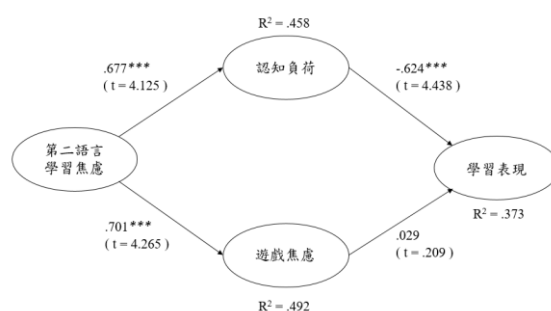
1.	當我聽不懂「WordWall」遊戲規則，我會感覺害怕。	1.98	1.27	.92	11.02
2.	在玩「WordWall」遊戲時，我會感到焦慮。	1.70	.89	.85	13.56
3.	如果回答「WordWall」遊戲的答案錯誤，我會感到害怕。	1.96	1.18	.88	11.77
4.	在玩「WordWall」時，如果有時間限制，我會感到焦慮。	2.34	1.32	.84	12.54
5.	如果突發狀況導致遊戲中斷，我會很難過。	2.32	1.40	.62	11.66

表 2 構面區別效度分析

構面	第二語言英語學習焦慮	認知負荷 (心智負荷、 心智努力)	遊戲焦慮
第二語言英語學習焦慮	.810		
認知負荷(心智負荷、心智努力)	.600**	.671	
遊戲焦慮	.644**	.525**	.828

6.2. 研究模式驗證

本研究根據文獻探討作為研究模式架構的基礎，研究方法主要結合了路徑分析和因素分析並以結構方程式 PLS2 驗證研究假設模式與樣本資料之間的適配程度。H1: 第二語言學習焦慮對認知負荷具有顯著正相關。其中各項數值為: $\beta = .701^{***}$, $t = 4.265$, $p < .001$ 。H2: 第二語言學習焦慮對遊戲焦慮具有顯著正相關。其中各項數值為: $\beta = .644^{***}$, $t = 5.832$, $p < .001$ 。H3: 認知負荷對學習表現具有顯著的負相關，其中各項數值為: $\beta = -.624^{***}$, $t = 4.438$, $p < .001$ 。H4: 遊戲焦慮對學習表現無顯著相關，其中各項數值為: $\beta = .029$, $t = .209$, $p < .05$ 。第二語言學習焦慮對於認知負荷的解釋力為 45.8%，第二語言學習焦慮對於認知負荷的解釋力為 49.2%，認知負荷與遊戲焦慮對於學習表現的解釋力為 37.3%，如圖 2 所示。



註: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

圖 2 研究模式驗證

7. 研究結果

7.1 第二語言英語學習焦慮對於認知負荷具有正相關

綜觀過去的研究皆指出第二語言學習焦慮對於認知負荷呈現正相關，當學習者有較高的第二語言學習焦慮，同時也會有較高的認知負荷，也就是當學習這在學習外語產生焦慮時，就會連動處理學習資訊時，付出較大的心力，造成學習者的認知負荷加重。本研究驗

證 H1 之結果顯示，第二語言學習焦慮與認知負荷具有正相關，與前述研究結果相符。

7.2 第二語言學習焦慮對於遊戲焦慮具有正相關

過去研究中，尤怡婷 (2021) 在研究中指出語言學習焦慮與遊戲焦慮為高度相關，其研究中學習者在學習第二語言(受試者是透過 Wordwall 遊戲學習華語文)的學習焦慮愈高，在遊戲中的焦慮感受亦愈高。本研究驗證 H2 之結果顯示，第二語言學習焦慮與遊戲焦慮具有正相關，與前述研究結果相符。

7.3 認知負荷對於學習表現具有負相關

當學習者被賦予一特定工作時，學習者的認知系統便會產生「認知負荷」(Sweller et al., 1998)，提到當認知負荷增加時，通常都會降低學習者的學習表現。陳韋翰 (2014) 的研究中指出認知負荷中的心智負荷面向和學習表現具有因果關係，即學習過程中，學生認知負荷越低，學習成果將愈好。從許多如何有效降低認知負荷的相關研究中，也可看出認知負荷對於學習所帶來的負面影響，以及對於阻礙學習者學習的程度不容小覷。本研究驗證 H3 之結果顯示，認知負荷對學習表現具有負相關，與前述研究結果相符。

7.4 遊戲焦慮對於學習表現無顯著相關

學習者對於刺激所表現出反應的痛苦和喚醒狀態稱為焦慮 (Anxiety)，其中包含先前未接觸過的與不確定的情況，以及可能產生不良後果的可能性 (Hong et al., 2021)。本研究中的學習表現採狹義定義，指的是學習者在複習後進行「過去簡單式不規則動詞變化」拼字測驗所答對的題數。在遊戲焦慮與學習表現相關的研究中，陳冠鳳 (2021) 指出遊戲焦慮與學習成效無相關。過去的研究出遊戲中所產生的焦慮和學習表現、學習成效沒有顯著的關係，學習者的遊戲焦慮僅出現在遊戲的情境之中，當學習者跳脫遊戲情境後，期間焦慮的感受也隨之消失，對於其答題或是書寫測驗都不太有影響。本研究驗證 H4 之結果顯示，認知負荷對學習表現無顯著相關，與前述研究結果相符。

8. 結論與建議

8.1 結論

科技在現今社會扮演著舉足輕重的角色，不單是在生活層面替人類帶來了改變，在教育現場亦是。學生的生活中充斥著各種的資訊，更新的速度飛快，在如此資訊爆炸、科技進步的時代，學生和教學者都面臨全新的挑戰。學生在學習上的專注力降低、學習動機薄弱，如何提升學生的學習動機、學習興趣是現代教師需要面對的挑戰。教師應該要思考的是如何將科技工具轉化成教學利器，把科技、數位化融於教學之中。

本研究中所討論的第二語言學習焦慮與學習者在學習時會產生的認知負荷，對於學習者來說都是一大學習負擔、造成學習阻礙的成因。研究結果顯示第二語言焦慮對認知負荷、遊戲焦慮呈現顯著相關，認知負荷也會與學習表現有顯著相關，由此可知，如何有效地降低第二語言焦慮和學習認知負荷是十分重要的，研究者認為按著不同的教材內容調整遊戲模板、難易度，就可以讓學生在學習間更有自信、更願意學習，進而提升學生的學習意願和學習表現。

8.2 建議

本研究以過去簡單式不規則動詞變化作為學習複習基礎，結合數位遊戲學習，以「Wordwall」遊戲作為研究主題，並從相關文獻與理論擬定本研究的方法與架構，然而，基於時間與人力之限制，研究參與者僅是臺北市某國小兩班編制下的常態能力之六年級學生，此研究尚有不足之處，以下針對研究參與者、研究範圍、教學輔助工具等提出相關建議，以供未來相關研究參考。以研究對象而言，本研究的研究對象為臺北市某國小兩班編制下的常態能力之六年級學生，未來可擴大研究對象、增加研究樣本數，例如：以某校所有六年級學生，或是某地

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

區六年級學生為研究對象。研究時間與方法方面，建議未來可延長教學實驗時間，以更詳細的觀察學生的學習歷程，以及教學工具的成效和對學習表現的影響，也可以進行時間序列的相關研究，探討學生的進步幅度或是學習變化。後續的研究可以量化和質性的研究並進，除了使用問卷收集資料外再加上半結構是訪談，可以深入瞭解學生在各面向的態度，以及使用數位媒材的感受，能更清楚瞭解學生在這樣的研究過程中發生轉變以及此教學設計所來的改變。

9. 參考文獻

9.1 中文文獻

尤怡婷 (2021)。以「WordWall」數位遊戲探討印尼初學者在華語文學習焦慮、遊戲學習興趣、遊戲焦慮與知覺遊戲學習的價值。國立臺灣師範大學。

陳韋翰 (2014)。在心智地圖教學環境中認知負荷、學習動機對學習成效影響之研究-以 EXCEL2010 教材為例 (未出版碩士論文)。淡江大學資訊管理學系碩士班。
<https://doi.org/10.6846/TKU.2014.01277>

陳冠鳳 (2021)。以 VR 爵士鼓遊戲探究中學生之節奏感增長信念與遊戲焦慮、心流經驗對學習價值及學習成效之相關研究(未出版碩士論文)。國立臺灣師範大學。

9.2 英文文獻

Chen, I. J., Chang, C. C., & Lee, Y. C. (2009). Applications of cognitive load theory to multimedia-based foreign language learning: An overview. *Educational Technology*, 49(1),34-39.
<https://www.jstor.org/stable/44429642>

Chen, Y., Zhang, L., & Yin, H. (2022). A longitudinal study on students' foreign language anxiety and cognitive load in gamified classes of higher education. *Sustainability*, 14(17).
<https://doi.org/10.3390/su141710905>

George, D., & Mallery, P. (2023). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference 18.0 update* (11th ed.). Taylor & Francis.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Boston: Cengage.

Hong, J. C., Hwang, M. Y., Chen, M. S., & Tai, K. H. (2021). Explorative and exploitative learning affected by extraneous cognitive load and gameplay anxiety in a Gestalt perception game. *Journal of Educational Computing Research*, 59(2), 209-229.
<https://doi.org/10.1177/0735633120961415>

Mayer, R. E. (2013). Incorporating motivation into multimedia learning. *Learning and Instruction*, 29, 171-173.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Yang, J. C., Lin, M. Y. D., & Chen, S. Y. (2018). Effects of anxiety levels on learning performance and gaming performance in digital game-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12245>

HOLIYO 密室逃脫遊戲融入課堂對數學自我效能、遊戲焦慮、學習

價值、學習表現之影響

蘇凡琴、洪榮昭、戴凱欣

台灣師範大學創造力發展碩士在職專班

Influence of HOLIYO Room Escape Game into Classroom on Mathematics Self-Efficacy, Game Anxiety, Learning Value and Learning Performance

Su, Fan-Chin; Hong, Jon-Chao; Tai, Kai-Shin

Continuing Education Master's Program of Creativity Development, Taiwan Normal University

【摘要】 本研究旨在研究以 HOLIYO 密室逃脫遊戲融入國小六年級數學科教學，對數學自我效能、遊戲焦慮、學習價值、學習表現之影響。在研究程序上，研究對象為台北市某國小三班常態能力之六年級學生，有效研究參與者共 52 人。本研究教學期程共五週，每週五之數學課後進行 20 分鐘測驗，以 HOLIYO 密室逃脫遊戲為教學工具，並於每次學習活動後，請參與者填寫數學自我效能與遊戲焦慮、學習價值之問卷，經由 SPSS23 進行測量工具的信度與效度分析，再進行差異性分析。而研究結果顯示：數學自我效能高低對學生的學習價值認知、學習價值情意、學習價值行為有顯著差異。

【關鍵詞】 數學自我效能；遊戲焦慮；學習價值；學習表現；密室逃脫遊戲

Abstract: The nature of gamification is to set up the mechanism of competition with time limit. In line with this, escaping room game, such as Holiyo which embedded time limit and can be taken for gamifying math for player to "learning by playing". To explore the learning effectiveness of Holiyo related to finding patterns, this study explored the difference between participants' three types of learning value: cognitive, emotional and behavioral value on pre-levels of math. A single group quasi-experiment study was conducted to 6th graders who played 20 minutes in a time for five weeks; afterward, questionnaires and achievement test were delivered. Data of 52 were collected for statistical analysis. The research showed: Participants with high pre-level of math performed better than those with low level of math in three types of value perception. However, there is no difference between boys and girls in perceiving three types of learning value.

Keywords: Gamification, cognitive value, behavioral value, emotional value, escape room games

1. 研究動機與目的

根據「國際數學與科學教育成就趨勢調查」公布資料顯示 (TIMSS, 2019)，台灣學生在不喜歡數學、對數學學習沒自信的百分比遠高於國際平均，顯示台灣學生在數學學習面臨學習動機不高的困境。

依據吳宜洵與梁淑坤 (2022) 研究指出，數學遊戲對於數學程度較低落的學生，其學習動機的進步程度較為明顯。而在學習環境中，重新設計教材並融入數位遊戲中，可讓學習者處在以激勵和情感目標為導向的學習環境 (Adkins, 2011)。因此研究者期望將數位遊戲融入數學課堂中，進而營造一個沉浸式學習環境，探討數位遊戲與學生的學習價值之間的相關。

自我效能是維持情感信念的關鍵之一，對學習表現產生正向影響（Bandura, 1997）自我效能更是維繫自信、學習行為、學習成果及學習環境中相關的關鍵因素（Stankov et al., 2012）因此研究者運用數學自我效能用以觀察，遊戲融入數學課堂是否對學生的學習價值產生影響。

本研究將 HOLIYO 密室逃脫遊戲融入數學課程，屬於資訊遊戲融入數學課堂，從中試圖探討學生在遊戲情境下是否能產生有別過去傳統課堂中的興趣。於是研究者將 HOLIYO 密室逃脫遊戲融入數學課中，讓學生有沉浸式體驗，如此一來能降低學生對數學測驗的焦慮，故本研究設立遊戲焦慮的構面。期望透過遊戲體驗，增進學生的學習價值。

2. 文獻探討

2.1. 密室逃脫遊戲

密室逃脫遊戲是一種解謎遊戲，起源於電腦遊戲，玩家會以第一視角進入遊戲，而玩家會被困在一個密室中，必須利用密室內的物品及尋找線索，一步一步解開謎題後逃出密室。

Pan 等（2017）的研究指出，密室逃脫遊戲是一個學習環境。郭逸涵（2018）的研究中指出密室逃脫是一種多元且創新的學習方式。Chen（2017）研究指出將密室逃脫遊戲運用在教學上，是一個能用來檢視是否達到教學目標的方法。Buchner 等（2022）研究指出在教學後實施密室逃脫遊戲是一種有效的教學方法。謝詩婉（2018）、林敬涵（2018）研究指出密室逃脫遊戲可以提升學生學習動機。林育筠（2020）的研究指出密室逃脫遊戲能有效提升學生在該課程的好奇心。

2.2. 數學自我效能

自我效能（self-efficacy）又稱個人效能（personal efficacy），此概念是 Bandura 於 1977 年提出的社會學習理論（social learning theory）中的核心概念之一。

Bandura（1986）提到對自我效能的判斷與研究分辨其「任務與領域特定性」（task-and domain-specific），根據不同的任務、領域需要界定不同的自我效能概念，避免降低自我效能在該領域的影響力。Pintrich 與 Schunk（1995）將自我效能的概念應用於學習情境，自我效能指的便是學生對自己學習表現的能力評估（Wilhite, 1990）。而將自我效能應用於學習領域的重要性，在於自我效能是增進學習的關鍵因素（洪榮昭等，2020）。Hong 等（2021）研究中指出當學生具有較高的學業自我效能感，會在從事學習行為後，根據經驗得出其有用性的結論，並決定是否繼續學習行為。An 等（2022）的研究中也提到學習動機和批判性思維會積極支持解決問題的自我效能感。

劉玉玲與沈淑芬（2015）研究指出數學自我概念與學業成就具有顯著的正相關，數學自我效能就是學生對於自己達成數學學習目標的能力信念（張宇樑，2011）

2.3. 遊戲焦慮

焦慮一詞最早源於古希臘時期，也是佛洛伊德在心理防禦機制理論中的重要概念。Kneisl（1996）定義為「不同程度的不輕鬆、不舒服狀態，以致於個人想逃離」。Martens 等（1990）將焦慮特質定義為：個人在競爭狀態下的人格特質，指在相同環境下，競爭是促使團體在比賽中爭奪資源和獎勵相互作用的表現，這些都會導致情境焦慮，故稱之為競爭焦慮。密室逃脫遊戲屬競爭型遊戲，競爭焦慮將會影響遊戲表現（Hwang et al., 2013）。張聖淵、詹勳從（2019）研究指出遊戲若能降低使用者的遊戲焦慮，能使使用者之學習價值獲得提升，進而引發持續意圖。

本研究將遊戲焦慮（gameplay anxiety）定義為學習者在數學課學習後，進行 HOLIYO 密室逃脫遊戲時所產生的焦慮、不舒服等負向感受。因此，瞭解學習者在進行 HOLIYO 密室逃脫遊戲時的焦慮是重要的事，故本研究將遊戲焦慮作為變項之一。

2.4. 學習價值

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

張春興（2006）將價值定義為任何事物美好的程度或是指個人根據其主觀的判斷。價值理論是社會科學的理論基礎，社會事務以價值追求為基本驅動力。Atkinson（1964）提出期望價值理論(expectations-value theory)後，Eccles（1983）據以提出動機期望值理論，將其分為成就期望與學習價值。當人們覺得有興趣便會開始關心此項活動，進而產生需求。滿足需求，就會在學習者心中形成學習價值，「學習價值」是學習者選擇某項學習活動後的反思。

若學習者能覺知學習任務的實用性，將能提升學習者對其之學習價值感（Hulleman，2017）。遊戲式學習比傳統的教學方法更加有效，能夠增進學生的學習動機（Liu & Chen, 2013），遊戲式學習具有良好的學習價值。

3. 研究設計

3.1. 遊戲介紹

本研究使用 HOLIYO 密室逃脫遊戲翻轉平台，搭配桌遊誰是邏輯客題目進行研究施測。此遊戲有四種模式，一為 Easy Holiyo，二為 圈叉 Holiyo，三為 Chance Holiyo，四為知識加 Holiyo。本研究選擇 Easy Holiyo 模式，每一回合有六題，每一題皆有提示，全部解完六題即為遊戲成功(見表 1)。

表 1

HOLIYO 密室逃脫平台之「誰是邏輯客」遊戲畫面介紹

遊戲畫面名稱	畫面圖片	畫面介紹
HOLIYO 遊戲載入畫面		此畫面會顯示本遊戲選擇 Easy Holiyo 模式
遊戲封面		點擊右方箭頭會進入遊戲說明
遊戲說明		閱讀說明頁後，即可按下右方紅色圓圈開始遊戲
主頁面		呈現六題题目的連結，並在開始後會有計時器記錄遊戲時間

題目畫面



題目與作答區

提示畫面



每一題的提示只有一個，並且此題使用提示後，要等 15 秒後才能在下一題使用提示

答題成功



答題成功即出現此頁面

闖關成功

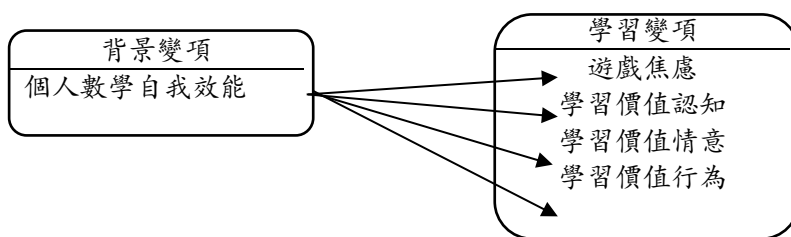


闖關成功即會出現此畫面，並記錄完成時間

3.2. 研究架構

根據本研究的研究方法與目的以及相關文獻參考資料，列出以下欲探究之相關變項(見圖 1)。

圖 1 研究架構圖



許瑋芷與陳明溥 (2010) 的研究指出高數學自我效能者具有較正向的數學學習態度。Skaalvik 與 Skaalvik (2009) 的研究顯示：數學自我概念較低的學生，對於數學學習的認知與情意的效用有不同。

據上述文獻探討，本研究推測不同程度數學自我效能的國小高年級學童在遊戲焦慮、學習價值有差異，進而提出研究假設 H1a 至 H1d：

H1a: 不同程度數學自我效能的學生在遊戲焦慮上有差異

H1b: 不同程度數學自我效能的學生在學習價值認知上有差異

H1c: 不同程度數學自我效能的學生在學習價值情意上有差異

H1d: 不同程度數學自我效能的學生在學習價值行為上有差異

4. 項目分析

4.1. 樣本特徵分析

本研究根據前三章之研究方法與研究架構為基礎，請受測者於體驗「HOLIYO 密室逃脫遊戲」後填寫問卷，以 Google 表單形式填寫，本測驗共施測五次。最終回收 77 份問卷，刪除無效問卷 25 份，保留有效問卷共 52 份。52 位受測者中，男學生共 28 位，佔整體 53.8%；女學生共 24 位，佔整體 46.2%。年齡 11 歲者 30 位，佔整體 57.7%；年齡 12 歲者 22 位，佔整體 42.3%

4.2 差異性分析

針對受測國小學童背景資料中的數學自我效能將受測者分組，分組後再剖析各組對於遊戲焦慮、學習價值、學習表現等三個構面間是否有差異存在。由於變數皆為兩組，故本研究皆採取獨立 t 檢定的方式執行分析。分析結果顯示只有遊戲焦慮和學習表現自我效能高分組和低分組沒有差異，但高數學自我效能比低數學自我效能有，學習價值的認知、情意、行為顯著的差異，詳細內容如下方表 2 所陳述。

表 2

數學自我效能與各認知與情意構面差異分析

類別	構面	N	M	SD	t	p
1.高分組	遊戲焦慮	14	2.37	1.17	-1.513	0.143
2.低分組		13	2.96	0.83		
1.高分組	學習價值-認知	14	4.21	0.65	2.624	0.015
2.低分組		13	3.56	0.61		
1.高分組	學習價值-情意	14	4.14	0.63	4.195	0.000
2.低分組		13	2.82	0.98		
1.高分組	學習價值-行為	14	4.07	0.87	3.113	0.005
2.低分組		13	2.89	1.08		
1.高分組	學習表現	14	804.86	403.56	-1.677	0.106
2.低分組		13	1032.77	287.83		

5. 研究討論

5.1. 數學自我效能高低對學生的學習價值有顯著差異

自我效能是增進學習的關鍵因素（洪榮昭等，2020）。Hong 等人（2021）研究指出若能提升遊戲的認知價值，能促使學習者提升遊戲自我效能，有助於獲得良好的學習表現。龔心怡（2008）的數學學習研究中發現，自我效能感較高者，將會有較高的內在動機促使學習者進行學習。張宇樑（2011）研究中指出擁有不同程度數學自我效能感之學生其數學學業成就(t 分數)有顯著差異存在。本研究結果顯示數學自我效能對於學習價值產生影響。

6. 結論

6.1. 結論

本研究藉由「HOLIYO 密室逃脫遊戲」以及量表的運用，進行為期五週的教學實驗，並透過文獻探討及過去研究提出研究假設，藉此瞭解 HOLIYO 密室逃脫遊戲融入課堂對數學自我效能、遊戲焦慮、學習價值、學習表現之影響。研究結果顯示 (一) 數學自我效能高低對學生的學習價值-認知有顯著差異(二) 數學自我效能高低對學生的學習價值-情意有顯著差異(三) 數學自我效能高低對學生的學習價值-行為有顯著差異。

6.2. 建議

本研究基於人力及時間限制因素，僅以台北市某國小三班常態能力之六年級學生為研究對象，未能對學生作全面性的教學實驗加以驗證，而在遊戲式教學範疇內，還有許多平台能提升學生自我效能。

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

後續研究建議：可擴大為某校之所有六年級學童或是某地區之六年級學童，以增加樣本數；並可藉由訪談更瞭解學生對自身數學自我效能的概念為何；運用 HOLIYO 平台中的不同模式進行遊戲，了解豐富的遊戲遊玩方式是否能與學習價值有相關。

參考文獻

- 吳宜洵、梁淑坤 (2022)。以「鈕扣拼拼樂」遊戲為例融入國小五年級數學教學之研究。 **臺灣數學教師**, 43 (2), 15-28。 [https://doi.org/10.6610/TJMT.202210_43\(2\).0002](https://doi.org/10.6610/TJMT.202210_43(2).0002)
- 李哲迪 (計畫主持人) (2019)。TIMSS 2019 國家報告。國際數學與科學教育成就趨勢調查，教育部。 <https://cirn.moe.edu.tw/Module/index.aspx?sid=1202>
- 林育筠 (2020)。遊戲式學習融入課程對學生學習動機的影響-以高職餐旅概論課程為例 (碩士論文)。取自臺灣博碩士論文加值知識系統。(系統編號 108NKUS0708010)
- 林敬涵 (2018)。以遙感探測及密室逃脫為基礎的環境教育教學成效評估-以台南市層林國小為例 (未出版之碩士論文)。國立臺南大學。
- 洪榮昭、何雅娟、葉建宏、吳宇豐、戴凱欣 (2020)。空間能力評量系統 APP 圖學表現、遊戲興趣、遊戲焦慮及持續遊玩意願之相關研究。 **中等教育**, 71 (1), 29-51。 [https://doi.org/10.6249/SE.202003_71\(1\).0003](https://doi.org/10.6249/SE.202003_71(1).0003)
- 許瑋芷、陳明溥 (2010)。數學表徵及數學自我效能對國小學生樣式推理學習成效之影響。 **數位學習科技期刊**, 2(3), 42-60。
- 張宇樑 (2011)。國小五年級學生數學自我效能感之調查研究。 **科學教育學刊**, 19 (6), 507-530。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2011.1906.02>
- 張春興 (2006)。 **張氏心理學辭典**。臺北：東華書局。
- 張聖淵、詹勳從 (2020)。高中生持續參與遊戲意圖之研究：以 3D 摩托車數位遊戲為例。 **教育科學研究期刊**, 64(3), 31-53。 [https://doi.org/10.6209/JORIES.201909_64\(3\).0002](https://doi.org/10.6209/JORIES.201909_64(3).0002)
- 郭逸涵 (2018)。密室逃脫遊戲學習融入國小自然科對學生學習表現之影響 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學。
- 劉玉玲、沈淑芬 (2020)。數學自我概念，數學學習策略，數學學業情緒與數學學業成就之研究-自我提升模式觀點。 **教育心理學報**, 46 (4), 491-516。 <https://doi.org/10.6251/BEP.20140716>
- 龔心怡 (2008)。影響數學學習成就相關因素之探究：數學自我概念與數學自我效能。 **研究與創新**, (9), 6-7。 <https://doi.org/10.29603/ZHWHGX.200809.0003>
- Adkins, S. S. (2011). *The worldwide market for self-paced eLearning products and services: 2010-2015 forecast and analysis*. Monroe, WA: Ambient Insight Research. <https://doi.org/10.1201/9781439803202.ch5>
- Atkinson, J.W. (1964). *An introduction to motivation*. Van Nostrand.
- An, X., Hong, J. C., Li, Y., & Zhou, Y. (2022). The impact of attitude toward peer interaction on middle school students' problem-solving self-efficacy during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology*, 13, 978144. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.978144>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavior change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ, US: Prentice-Hall, Inc.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Buchner, J., Rüter, M., & Kerres, M. (2022). Learning with a digital escape room game: before or

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- after instruction?. *Research and practice in technology enhanced learning*, 17(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s41039-022-00187-x>
- Eccles, J. (1983). Expectancies, values and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (pp. 75-146). San Francisco, CA: Free man.
- Hong, J. C., Hsiao, H. S., Chen, P. H., Lu, C. C., Tai, K. H., Tsai, C. R. (2021). Critical attitude and ability associated with students' self-confidence and attitude toward "predict-observe-explain" online science inquiry learning. *Computers & Education*, 166, 104172 <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104172>
- Kneisl, W. (1996). Anxiety, fear, and stress. In W. Kneisl (Ed.), *Psychiatric Nursing* (pp. 543-557). Benjamin: Cummings.
- Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Pan, R., Lo, H., & Neustaedter, C. (2017). Collaboration, Awareness, and Communication in Real-Life Escape Rooms. *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, (1353-1364). ACM <https://doi.org/10.1145/3064663.3064767>
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (1995). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2009). Self-concept and self-efficacy in mathematics: relation with mathematics motivation and achievement. *Journal of Education Research*, 3(3), 255-278.
- Stankov, L., Lee, J., Luo, W., & Hogan, D. J. (2012). Confidence: A better predictor of academic achievement than self-efficacy, self-concept and anxiety?. *Learning and individual differences*, 22(6), 747-758. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.05.013>
- Tobias, S., Fletcher, J. D., & Wind, A. P. (2014). Game-based learning. In Spector, J. M., M. David Merrill, Elen, J., Bishop, M. J. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 485-503). New York, NY: Springer.
- Wilhite, S. C. (1990). Self-efficacy, locus of control, self-assessment of memory ability, and study activities as predictors of course achievement. *Journal of Educational Psychology*, 82, 696-700.
- Zih-Yun Chen (2017). *Research on the model of the learning game* (Unpublished master's thesis). National Cheng Kung University, Tainan.

Haliyo 解謎遊戲融入高中國文閱讀策略教學：

後設認知、遊戲興趣與出題興趣對心流體驗與學習價值之關係

Integrating Haliyo Game into High School Reading Strategies: The relationship between Metacognition, Game Interest, and Question Interest to Flow Experience and Value Education

宮仲妘^{1*}、洪榮昭²

¹ 國立臺灣師範大學 創造力發展碩士在職專班

² 國立臺灣師範大學 工業教育學系

*verakung77@gmail.com

【摘要】 基於多媒體學習認知情意理論，本研究探討了使用 Holiyo 密室逃脫遊戲平台，參與者的後設認知、出題興趣、心流體驗和學習價值之間的相關性。在高中國語教學中，透過 Holiyo 平台讓參與者創建遊戲內容和玩其他人創建的內容。研究數據收集後通過結構方程建模，結果顯示：(a) 後設認知與出題興趣、遊戲興趣呈現正相關；(b) 出題興趣和遊戲興趣與心流體驗呈現正相關；(c) 心流體驗與感知學習價值呈現正相關。

【關鍵詞】 後設認知；遊戲興趣；出題興趣；心流體驗；學習價值

Abstract: Based on the cognitive-affective theory of multimedia learning, this study explored the correlation between participants' metacognition, question-posing interest, flow experience and learning values by using Holiyo room escaping platform. After applying the Holiyo platform for participants to create game contents and played others creation in a high school Mandarin teaching and learning. Data was collected and subjected to structural equation modeling, the results showed that (a) Metacognition is positively related with question-posing interest and game interest respectively; (b) question-posing interest and game interest were positively related to flow experience; and (c) flow experience was positively related with perceived learning value.

Keywords: Metacognition, Game Interest, Question Interest, Flow Experience, Values Education

1. 前言

隨著 G 世代的孩子前仆後繼地進入高中校園，遊戲化的學習逐漸受到重視，其中又以「玩中學」更能激發學生的好奇心及注意力，特別是競技類遊戲 (Webster et al., 1993)。陳冠鳳 2021 年的研究指出心流體驗與學習價值具有正相關，本研究欲透過 Haliyo 解謎遊戲探究遊戲興趣、心流體驗及學習價值間的關聯。高中學習最大差異在於課程的加深加廣，而後設認知是「認知的認知」，一種更高階的思維，代表著對認知過程握有主動權 (Jennifer A., 2003)，能使個體對於自己的認知歷程有所覺察，並能主動監控認知的歷程 (Brown., 1978)。又近年來隨著考招制度的調整國文學科產生了極大的變化，從過往講

求記憶性的科目轉向更符合十二年國教素養導向的學科，而「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA) 下延伸的閱讀策略概念更廣泛地受到重視與應用。因此如何將學習的主體轉向學生，並掌握國文閱讀策略便是本研究試圖探查一二之處，儼然成了 108 新課綱下的共識與解方。

將數位科技帶入教室之際，其中「學習共同體」活化課堂教學的三個要素中：「活動」(作業)、「協同學習」(小組學習)、「分享表達」，加上「科技」元素的整合，不僅能讓課室的教學實踐佐藤學「學習共同體」的精神，甚而超越佐藤學的「學習共同體」的效益。(教育部電子報，2012)。本研究欲通過學生於小組中，根據〈孔乙己〉文本以 PISA 閱讀層次策略設計題目，並放入 Haliyo 實境解謎平台中，進行解謎遊戲活動，探究以學生為主體進行題目設計及競賽中，學生後設認知、出題興趣、遊戲興趣、學習價值與學習成效間的關聯。

2. 名詞釋義

2.1. 國文 PISA 閱讀策略以閱讀思考的說明文為主；題目包含「擷取與檢索」、「統整與解釋」到「省思與評鑑」的認知能力，不再將閱讀狹義地限制在認字、理解層面，而是進一步考量讀者是否能透過閱讀與文本進行互動，並連結個人經驗，進而引發其針對該議題有所反省與思考，促發學生能夠具備知能而進行社會參與及關懷行動(陳木金、許瑋珊，2012)。本研究以普通高中國文課本(翰林版)魯迅〈孔乙己〉作為文本，讓學生於 6 人小組中運用 PISA 閱讀策略進行出題，需出一題「檢索訊息」層次及一題「統整解釋」層次的閱讀測驗題。

2.2. 後設認知的學生(相比於缺乏的同儕)擁有較發達的記憶策略，能更精確細緻的掌握記憶的監控並且執行更複雜的任務運作。(Beth E. KurtzJohn 1987; Borkowski et al., 1983; Douglas, 1980; Meichenbaum & Genest, 1980)後設認知可以通過學習或教學給予有效的補救(Kurtz & Borkowski, 1987)，並經由訓練和學習以增進後設認知的能力(Flavell, 1979; Stewart & Tei, 1983)。本研究根據上述理論進行探討具後設認知的學生相比於缺乏的學生是否產生更高的遊戲興趣及出題興趣，進而更能理解學習活動的價值感。

2.3. 遊戲興趣興趣來自於個體與環境的互動或是因本身的喜愛而產生的正向心理狀態，能激發個體學習的意願，藉由激發遊戲興趣，能使其習得技能與經驗等(Hidi, 2001; Krapp, 2000; Renninger, 2000; Silvia, 2008)。本研究所指的遊戲興趣為學習者在使用 Holiyo 密逃遊戲翻轉平台進行密室逃脫遊戲時，回答同學所出之題目的心理狀態感受。

2.4. 出題興趣主動學習，尤其是問題提出式的學習，被認為對於學生來說可能更有趣，且比傳統的方法更成功地發展高階思維技能(Sasson et al., 2018)。故本研究以學生進行出題者試圖考倒對方的心理激發之興趣，探討學習者對於運用閱讀策略學習時的興趣感知。

2.5. 心流體驗心流是一種暫時性的、主觀之經驗，可是這也是人們為什麼願意繼續再從事某種活動之原因(Webster et al., 1993; Csikszentmihalyi, 1990)。而這樣的體驗對於學習者具有正向的幫助，能提升學習成效(張基成、林冠佑，2016)。當學習者陶醉、沉浸於遊戲時，受遊戲中的難度或挑戰之影響，便進而產生遊戲時的心流體驗(Yang et al., 2020)。本研究所探究的心流體驗分別指出題時是否沉浸其中，以及進行 Haliyo 解謎遊戲時是否沉浸其中。

2.6. 學習價值遊戲被認為是利用樂趣與娛樂的方式，讓學生的學習成果產生正向影響(Cheng et al., 2017)。因此，遊戲被認為可以增強成人的認知能力，包括增進處理訊息的速度(Sosa & Lagana, 2019)。儘管人們愈來愈重視數位遊戲的價值，但缺乏關於運用

解謎及以學生為主體進行出題的閱讀理解教育效用的價值探討。因此本研究試圖探討學生對於使用 Haliyo 及以學生為出題者在閱讀策略學習時的價值感知。

3. 研究設計

3.1. 研究架構 本研究為探討使用遊戲進行的高中國文課堂中，學生後設認知、遊戲興趣與出題興趣對心流體驗與學習價值的交互關係，其中「後設認知」為自變項；「遊戲興趣」、「出題興趣」為中介變項；「心流體驗」、「學習價值」為依變項。進行各變項間相互關係之討論。

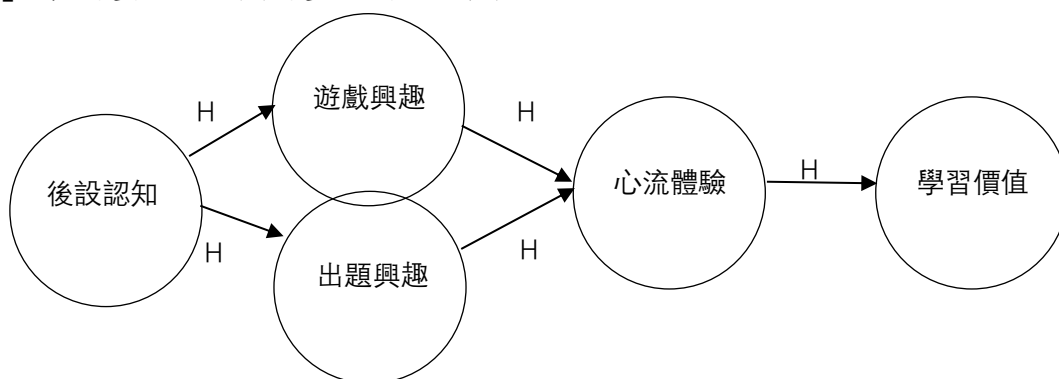


圖 1 研究架構圖

3.2. 研究假設

根據文獻及相關實證研究探討後，建立本次研究假設並彙整如下：

能夠有效運用認知策略來調節學習歷程的人，比較不會產生焦慮；而無法使用有效策略來準備考試的人，則容易在考試的過程中感到焦慮 (Elliot et al., 1999)。另 Kurtz 和 Borkowsky 在 1987 兒童心理學實驗期刊 (*Journal of Experimental Child Psychology*) 中提及做決定憑藉直覺思考和懂得後設認知的學生在處理任務的細緻及準確度上具差異。因此本研究為瞭解在解謎過程，學生是否因為其後設認知能力高時，而能更迅速掌握遊戲說明及目標而有較高的遊戲興趣，進而本研究試圖探討後設認知和遊戲興趣的關聯。因此，本研究提出假設，H1：進行解謎遊戲時，學生的後設認知與遊戲興趣具正相關。

Cross 和 Paris (1988) 將後設認知分為兩大部分：一為自我評估的能力，二為自我管理的能力。前者即為 Flavell 所提的後設認知知識部分。後者則為 Brown 所指的認知調整，亦即個體運用後設認知對知識觀察檢測、控制、修正或重新規劃認知策略等能力。此處關聯性欲針對小組在進行題目設計時，使否能有效掌握題目所設定的閱讀層次（檢索訊息、統整解釋、省思評鑑）自我管理的能力則包括評估、計畫與調整。評估指對自己當前狀態及能力進行評估。計畫是對於工作的目的及資源進行評估之後，個人的選擇策略，並將任務進行有條理的安排以順利完成。調整則指整個個體在認知的活動中，要不斷地監控其認知的進程，不斷的確認及反思任務目標。因此本研究為瞭解在出題過程，學生是否因為其後設認知能力高時，而更能確實監控個人任務目標而有較高的出題興趣，進而本研究試圖探討後設認知和出題興趣的關聯。因此，本研究提出假設，H2：進行題目設計時，學生的後設認知與出題興趣具正相關。

Rotgans 與 Schmidt (2014) 的研究指出儘管遊戲可能充滿許多挑戰，不易掌握，但使用者依然會沉浸其中，為其付出長時間並樂在其中。而沉浸與投入即為心流體驗的象徵 (Csikszentmihalyi, 1997)。羅婉綸 (2021) 的研究表示遊戲興趣與心流體驗有關，蔡明達等人 (2001) 的研究顯示使用者在遊戲中體驗的趣味性、臨場感等皆會影響心流體驗的產生，李欣雨 (2020) 的研究亦表示遊戲會促進心流體驗的產生，Admiraal 等人 (2011)

以及 Liu 等人 (2011) 的研究也都提出以遊戲進行的學習可以帶來流暢的感受。因此，本研究提出假設，H3：遊戲興趣與心流體驗具正相關。

邱廷榮與于富雲 (2010) 的研究表示，讓學生出題是讓學生在經過學習後藉由自行出題、解題等過程來進行循環式的學習，學生在這過程中能提升其能力，而這之中學生亦能體驗到所謂的自主性 (邱廷榮、于富雲，2011)。心流體驗強調忘卻時間、沉浸其中、投入與專注 (Csikszentmihalyi, 1997)，Chang 等人 (2012) 的研究指出積極參與出題的學生會有較高的心流狀態。因此，本研究欲了解在經由出題後，學習者在遊戲時的心流體驗感受會有何種關聯。因此，本研究提出假設，H4：出題興趣與心流體驗具正相關。

心流指一個人全神貫注於某件事情上，達到渾然忘我的境界，產生一種如心雲流水般的感覺 (Csikszentmihalyi, 1997)。Guo 等人 (2020) 在研究中指出，學生在遇到挑戰時會經歷大量的學習，這是心流體驗的一個部分。其他相關研究也顯示，心流體驗對學習具有幫助的 (Pekrun & Stephens, 2012)。Hung 等人 (2015) 的研究認為使用具有挑戰性的遊戲對學生的心流體驗會產生影響，也會對有更好的學習效果。張基成與林冠佑 (2016) 的研究亦顯示若學習者有較高的心流體驗，其學習成效也較好。溫卓謀與章勝傑 (2018) 的研究認為學習者會因事件的條件或難度改變而增加其心流體驗，當心流愈高，愈能有較高的學習價值產生。陳均齊 (2021) 與陳冠鳳 (2021) 的研究皆表示心流體驗與學習價值具有正相關。因此，本研究提出假設，H5：心流體驗與學習價值具正相關。

3.3. 研究實施步驟

研究以量化研究法為主，並採用準實驗設計中的立意取樣 (Purposive sampling)。進行研究動機之探討，構思研究主題並與指導教授討論，接著蒐集文獻資料建立研究架構與假設，進一步針對研究要探討的對象、範圍及教學現場可行之時間進行規劃、定義及限制。進一步找尋適合的量表與問卷，由指導教授及其他專家共同審查討論後編制成正式問卷，再按照本研究流程發放問卷進行施測，收回後將問卷做整理及編碼，並進行分析和處理以瞭解各構面間之關聯性，最終，提出結論與建議。

3.4. 研究工具

本研究屬於量化驗證性研究，資料藉由問卷調查的方式蒐集而來，並經由專家學者審查，以確認問卷內容的適當性及語詞使用的流暢度。本研究的問卷內容採用 Likert 五點量表，以 1 代表非常不同意、2 代表不同意、3 代表普通、4 代表同意和 5 表示非常同意的尺度作為評量標準，並且不設計反向題。問卷回收後，使用 Amos 與 SPSS23 進行相關分析，以確認量表的適切程度，並進行研究架構的驗證。

以下為本研究參考之問卷量表：在後設認知的量表，本問卷參考 O'Neil 及 Abedi (1996) 的 Reliability and Validity of a State Metacognitive Inventory: Potential for Alternative Assessment 的後設認知測量問卷 (metacognition awareness inventory, MAI) 模式，改編來瞭解學生在進行小組出題及個人解謎的認知知識與認知調整之狀況，Cronbach's α 值為 0.76。在遊戲興趣的量表，本研究參考 Hong 等人 (2014) 提出興趣的三個核心要素：以喜歡、享受和沉浸在 Holiyo 密逃遊戲翻轉平台融入高中國文數位遊戲的活動平台中的出題興趣，Cronbach's α 值為 0.87；遊戲興趣，Cronbach's α 值為 0.84。在心流量表，本問卷參考 Brown 與 Ryan (2003) 的心流體驗問卷 (Day-To-Day Experiences Mindfulness Attention Awareness Scale (MAAS))，探討學生在進行題目設計及遊戲解謎的過程中是否也有高度投入而產生的心流的狀態，Cronbach's α 值為 0.79。本研究的學習價值題項是參考自陳冠鳳 (2021) 探討學生在進行題目設計及遊戲解謎的過程中是否能產生學習價值感，Cronbach's α 值為 0.82。

3.5. 研究參與者

本研究之研究參與者為國文科高中一年級之任課班級，共三個班，共 109 人，其中包

含男生 63 人、女生 46 人，其中因疫情影響課堂出席者，其資料將排除不予採用，故實際有男生 57 人(58.7%)、女生 40 人(41.2%)，共 97 人。

3.6. 信度分析

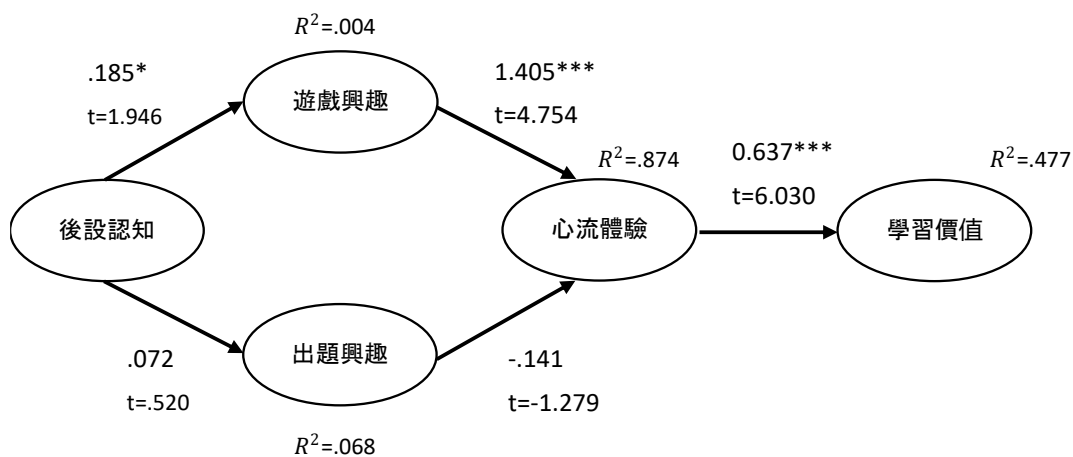
本研究透過 Cronbach' s α 檢驗量表的題項內部一致性，並以組合信度 (compositereliability, CR) 來進行信度的複驗。Louangrath 與 Sutanapong (2018) 指出 Cronbach' s α 值若高於 .6 則視為可接受標準，而本研究五項構面 Cronbach' s α 值介於 0.84~0.88。CR 值皆介 0.73~0.85。

3.7. 效度分析

收斂效度以 FL 與平均變異數抽取量 (averaging variance extracted, AVE) 來判別。依照 Louangrath 與 Sutanapong (2018) 的說法，0.5 以上的因素負荷量是適當的。本研究中被保留的題項皆符合學者建議之標準，FL 值介於 0.71 ~0.85；此外 AVE 若要高於 .5 以上，本研究中 AVE 值介於 0.79~0.92。構面區別效度要求確保兩個潛在變量 X 與 Y 之間的相關性低於統一性，若每一構面的 AVE 平方根大於其他構面的皮爾森相關係數值，就代表該構面具有區別效度，而分析結果顯示，本研究中每一個構面皆具有區別效度 (Louangrath & Sutanapong, 2018)。

3.8. 研究模式驗證

本研究根據文獻探討作為研究模式架構的奠基，研究方法主要結合了路徑分析和因素分析並以 Amos 模型驗證研究假設模式與樣本資料之間的適配程度。其中，後設認知對遊戲興趣具有正相關 ($\beta = .185^*$, $p < .05$)，後設認知對出題興趣具有正相關 ($\beta = .072$, $p = .603$)，遊戲興趣對於心流體驗具有顯著的正相關 ($\beta = 1.405^{***}$, $p < .001$)，出題興趣對於心流體驗具有負相關 ($\beta = -.141$, $p = .201$)，心流體驗對學習價值具有顯著的正相關 ($\beta = .637^{***}$, $p < .001$)。後設認知對遊戲興趣的解釋力為 0.4%，後設認知對出題興趣的解釋力為 6.8%，遊戲興趣與出題興趣對於心流體驗的解釋力為 87.4%，心流體驗對於學習價值的解釋力為 47.7%，如圖 3 所示。



註：* $p < .05$ ；** $p < .01$ ；*** $p < .001$

圖 3 研究模式驗證

4. 研究討論

4.1. 後設認知對遊戲興趣具有正相關 根據 Elliot (1999) 能夠有效運用認知策略來調節學習歷程的人，比較不會產生焦慮；而無法使用有效策略來準備考試的人，則容易在考試的過程中感到焦慮。因此推論具後設認知之學生應有更高的遊戲興趣，但在本研究 H1

中因量表中題項一、三以「設計題目時」為開頭，其餘是以個人學習知識的歷程理解為主，導致數據具顯著性。

4.2. 設認知對出題興趣具有正相關 根據 Cross 和 Paris (1988) 將後設認知分為兩大部分：一為自我評估的能力，二為自我管理的能力。前者即為 Flavell 所提的後設認知知識部分。後者則為 Brown 所指的認知調整，亦即個體運用後設認知對知識觀察檢測、控制、修正或重新規劃認知策略等能力。因此推論具後設認知之學生應有更高的出題興趣，

4.3. 遊戲興趣對於心流體驗具有顯著正相關 興趣來自於個體與環境的互動或是因本身的喜愛而產生的正向心理狀態，能激發個體學習的意願，藉由激發遊戲興趣，能使其習得技能與經驗等 (Renninger & Hidi, 2019)。本研究結果與過去許雯慧 (2021) 與許言等 (2021) 的研究皆指出，若學生在學習過程中的心流體驗越強，則持續意圖也會越明顯。前者研究是以「Comput-up 遊戲對於學習者的人機失敗歸因、心流經驗與持續意圖之相關：以國中國語文教材為例」為題，而後者研究則是針對「擴增實境應用在基本設計教學之心流體驗探討」進行探討。由此可推論，若學生對遊戲的興趣越高，其可能產生的心流體驗也可能越強，進而增加持續意圖的表現。容易產生心流體驗，在本研究中 H3 與前述研究相同具顯著正相關。

4.4. 出題興趣對於心流體驗具有負相關 根據 Csikszentmihalyi (1990) 提出所謂心流狀態是指個體處於沉浸該項任務而忘記外在情境及時間的變化，完全投入目標本身的狀態。根據假設心流體驗問卷目標在探討學生在進行題目設計及遊戲解謎的過程中是否也有高度投入而產生的心流的狀態。但因題項設計均以「在 Haliyo 遊戲過程」為開頭，導致本研究 H4 無法檢測出題興趣與心流體驗之相關性。心流體驗之題項需分成對出題以及對遊戲本身分開命題。

4.5. 心流體驗對學習價值具有顯著的正相關 Driskell 等人 (1992) 提出遊戲過程中能產生不斷的練習，而使學習者的精準性提高並加強其對於某些任務的記憶性，將練習與遊戲融合在一起，對於學習表現是有幫助的 (Brophy & Good, 1986)。張基成與林冠佑 (2016) 的研究亦顯示若學習者有較高的心流體驗，其學習成效也較好。陳均齊 (2021) 與陳冠鳳 (2021) 的研究皆表示心流體驗與學習價值具有正相關因此本研究 H5 中結果顯示，心流體驗對學習價值具有正相關，與前述研究結果相同。

5. 結論及建議

本研究藉由 Haliyo 遊戲以及量表的應用，進行為期兩週的教學實驗，並透過文獻探討及過去研究提出五項假設，藉此瞭解在遊戲式教學的數學學習情境中，學生的後設認知、遊戲興趣、出題興趣、心流體驗與學習價值之關係。研究結果顯示：(一) 後設認知與出題興趣具有正相關；(二) 後設認知與遊戲興趣具有正相關；(三) 出題興趣與心流體驗具有負相關；(四) 遊戲興趣與心流體驗具有正相關；(五) 心流體驗與學習價值具有正相關。

在教學現場如何引起學生的學習動機成了高中端最迫切的任務，有別於國小與國中，高中的學生具有一定的獨立性、資訊管道的暢通和多元選擇。該如何讓學生徜徉於知識既深又廣的海洋中，既保有對知識追求的熱度，以及理解在追求知識過程中本就有其寂寞及漫長的挑戰須面對與攻克，建立學生的學習價值感即為一項選擇，並且在建立價值的過程讓學生建立後設認知，才能在離開課室之後依然保有學習的續航力，以期成為一個人人皆能終生學習，自主追求知識的社會。

本研究基於高中教學現場人力及課程進度之限制因素，僅以桃園市某高中一年級常態分布之三個班的學生作為研究對象，未能對學生做全面性的教學實驗加以驗證；其次在出題興趣量表的缺乏下，題項成熟度不足；另因學生僅高一，過去國中並未教授 PISA 閱讀策略，而策略行的學習與技能掌握需較長時間，導致學習及認知上具有差異，另也易造成認

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

知負荷。將實驗對象轉換成高中二年級學生，並建立高一一整年的閱讀策略帶狀式課程能使學生對於語感不再畏懼，以期建立學生自我效能、後設認知並提升其學習成效。

後續研究建議，未來將研究對象擴大為某校之所有高中二年級學生，或是某地區之高中二年級學生，以增加研究樣本數；因 PISA 閱讀策略不僅是國文學科所需，在近年來學測及分科測驗的題型轉向素養化之下，更是一關鍵能力，建議以帶狀式課程開立，有助於減低短時間內的認知負荷並進行後續追蹤。研究目的旨在探討構面與構面之間的關係，每次教學後，並未讓參與之學生填寫問卷，因此無法進一步探討學生的情緒變化，在後續研究可以不定期填寫問卷及進行半結構式訪談，以量化和質性的研究方法，能更清楚了解學生之長期變化。

6. 參考文獻

- Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S., & Dam, G. T. (2011). The concept of flow in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185-1194. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.12.028>
- Chang, Y. H., Lee, M. H., & Yang, Y. T. C. (2012). Developing flow state scale for student's learning performance in the context of computer game-based learning. *Computers & Education*, 59(2), 520-528.
- Chen, J., & Chen, G. (2021). The Relationship Between Flow Experience and Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 33(2), 515-540.
- Cross, D. R., & Paris, S. G. (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 131-142. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.2.131>
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper and Row.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. Basic Books.
- Driskell, J. E., Willis, R. P., & Copper, C. (1992). Effect of video game play on spatial performance in boys and girls. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 13(4), 507-518. [https://doi.org/10.1016/0193-3973\(92\)90062-U](https://doi.org/10.1016/0193-3973(92)90062-U)
- Elliot, A. J., McGregor, H. A., & Gable, S. (1999). Achievement goals, study strategies, and exam performance: A mediational analysis. *Journal of Educational Psychology*, 91, 549-563.
- Guo, X., Xie, H., & Pan, Y. (2020). The influence of the level of challenge on college students' learning flow: The mediating role of perceived control. *Frontiers in Psychology*, 11, 2236. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02236>
- Hong, J. C., Hwang, M. Y.*, Wu, N. C., Huang, Y. L., Lin, P. H., & Chen, Y. L. (2016). Integrating a moral reasoning game in a blended learning setting: Effects on students' interest and performance. *Interactive Learning Environments*, 24(3), 572-589.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y.*, Liu, M. C., Ho, H. Y., & Chen, Y. L. (2014). Using a "prediction-observation-explanation" inquiry model to enhance student interest and intention to continue science learning predicted by their internet cognitive failure. *Computers & Education*, 72, 110-120.
- Hung, C. M., Hwang, G. J., & Huang, I. (2015). A project-based digital storytelling approach for improving students' learning motivation, problem-solving competence and learning achievement. *Educational Technology & Society*, 18(4), 368-379.
- Kurtz, B. E., & Borkowski, J. G. (1987). Development of strategic skills in impulsive and reflective

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

children: A longitudinal study of metacognition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 129-148. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(87\)90055-5](https://doi.org/10.1016/0022-0965(87)90055-5)

Liu, Y., Han, X., & Ma, Q. (2011). An empirical study of collaboration and flow in online game-based learning contexts. *Computers & Education*, 57(3), 1907-1917. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.008>

O'Neil, H. F., & Abedi, J. (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: Potential for alternative assessment. *Psychological Reports*, 79(2), 443-454.

Pekrun, R., & Stephens, E. J. (2012). Academic emotions: A longitudinal analysis of their association with academic engagement and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 1050-1069. <https://doi.org/10.1037/a0029393>

Prensky, M. (2003) *Digital game-based learning*. <https://doi.org/10.1145/950566.950596>

Renninger, K. A., & Hidi, S. E. (2019). Interest development and learning. In K. A. Renninger & S. E. Hidi (Eds.), *The Cambridge handbook of motivation and learning*, 265-290. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316823279.013>

Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2014). The role of the teacher in computer-supported collaborative learning: A literature review. *Educational Research Review*, 12, 70-83. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.05.001>

Webster J., Trevino L. K., & Ryan, L. (1993). The dimensionality and correlates of flow in human-computer interactions. *Computers in Human Behavior*, 9(4), 411-426. doi:10.1016/0747-5632(93)90032-N

Wen, C., & Zhang, S. (2018). Exploring the relationships among challenge level, flow experience, and learning performance. *Computers & Education*, 118, 64-74.

邱廷榮、于富雲 (2010)。問題解決能力訓練之實證研究。教育心理學報, 42 (1), 69-87。

李欣雨 (2020)。影響電競玩家心流體驗之因素：以《英雄聯盟》為例 [碩士論文]。國立高雄師範大學。

許言、蔡宗霖、吳盈達、陳立夫、張育維、吳信旻 (2021)。擴增實境應用在基本設計教學之心流體驗探討。亞洲設計學報, 23, 59-74。

許雯慧 (2021)。Comput-up 遊戲對於學習者的人機失敗歸因、心流經驗與持續意圖之相關：以國中國語文教材為例 [碩士論文]。國立臺灣師範大學。

陳均齊、陳冠鳳 (2021)。應用心流體驗於遊戲化學習之探討。數位學習教育研究, 2 (2), 85-100。

張基成、林冠佑 (2016)。大學生學習心流體驗與學習成效之相關研究——以國文課為例。教育與心理研究, 39 (2), 57-80。

蔡明達、趙益禮、王玉麟、林貞猛、陳寶琴、何琪琪、... 張玉玲 (2001)。遊戲心流量表之發展 (一)。中華心理學刊, 43 (1), 29-46。

羅婉綸 (2021)。遊戲興趣與心流體驗之相關研究 [碩士論文]。國立臺灣師範大學。

小学生如何参与知识建构过程

——基于认知网络和行为序列的分析

Understanding Knowledge Building Processes using Epistemic Network Analysis and Sequential Analysis

张晓洁^{1,2}, 冯诗惠¹, 陈桂涓¹, 赵建华^{2*}

¹ 香港大学教育学院

² 南方科技大学人文社会科学学院

*zhaojh@sustech.edu.cn

【摘要】 本研究调查了50名五年级学生在关于汉字历史和演变的合作探究中的知识建构过程。认识论网络分析和序列分析被用来研究学生如何在“初始”阶段和“理论建构”阶段对社区知识的推进作出贡献。我们研究了探究、解释和调节过程之间的时间共现模式和行为序列模式。在社区知识的发展过程中发现了两个主要的模式：1) 初始阶段中“提问”和“解释”的交替；2) 理论建设阶段中“解释”和“共享调节”的交替。这项研究从动态的时间角度探究了学生参与知识建构的过程。

【关键词】 知识建构；认知网络分析；序列分析

Abstract: *This study investigated the knowledge building processes of 50 Grade-Five students in a collaborative inquiry about the history and evolution of Chinese characters. Epistemic network analysis and sequential analysis were employed to investigate how students contribute to the community knowledge advances within Initial Phase and Theory-Building Phase. The temporal co-occurrence patterns and sequential patterns between inquiry, explanation, and regulatory processes were examined. Two major temporal patterns on how community knowledge developed over time were found: 1) the alternation between "Questioning" and "Explanation" in Initial Phase and 2) the alternation between "Explanation" and "Community regulating" in Theory-Building Phase. This study sheds light on understanding KB processes from a temporal dynamic perspective.*

Keywords: **knowledge building process, epistemic network analysis, sequential analysis**

1. Introduction and theoretical basis

Knowledge building (KB) focuses on idea improvement and productive knowledge development in collaborative communities where students propose authentic questions, exchange knowledge and ideas, build on previous knowledge, and rise above diverse ideas (Scardamalia and Bereiter, 2014). KB encouraged that participants take their responsibility for creating community knowledge, in which they share ideas with others and pursue knowledge development (Scadamalia & Beriter 2014). Based on the pedagogical principles of "real ideas, authentic problems", "improvable ideas", and "epistemic agents" (Scardamalia, 2002) (Table 1), pedagogy design

strategies such as inviting various ideas, inspiring theory building, and supporting mate-discourse were utilized to enable knowledge co-construction in KB (Yang et al., 2016). Students contribute to community knowledge advances through discourses, including questions, ideas, information, agency, and mate-discourse (van Aalst, 2009).

As KB discourses develop and evolve over time, analyzing the temporal patterns of KB processes enables in-depth insight into how community knowledge is developed and how students contribute to the process over time (Chen et al., 2017; Zhu et al., 2022). Epistemic network analyse (ENA) can facilitate thick description of learning data through analyzing the temporal connections of epistemic frame during student discourse (Shaffer et al., 2009; Shaffer et al., 2016). Sequential analysis has become an important tools to describe the temporal organization of behaviors for decades (Sackett, 1979). Therefore, this research aims to understand temporal Knowledge Building Processes using ENA and SA.

Table 1 KB principles

Principle	Brief description
<i>Real ideas, authentic problems</i>	Ideas are conceptual artifacts e real-life objects. Knowledge-related problems arise from learners' efforts to understand the world surrounding them, leading to advances of understanding that are very different from textbook problems and puzzles.
<i>Improvable ideas</i>	Participants regard all ideas as improvable; they work collaboratively to improve the quality and utility of ideas in the community.simplified complex Characters for easier learning.
<i>Idea diversity</i>	Diverse ideas are essential to sustained knowledge innovation, just as biodiversity is essential to the prosperity of an ecosystem.
<i>Rise above</i>	Community members work toward progressively more comprehensive principles and higher-level understanding of problems.
<i>Epistemic agency</i>	Participants deal with all aspects of knowledge problems, including knowledge goals, motivation, assessment, systematic planning—and problems normally addressed only by teachers.
<i>Pervasive knowledge building</i>	Knowledge innovation is not limited to particular subjects or occasions but pervades mental lifedboth in and out of school.
<i>Constructive uses of authoritative sources</i>	To understand a discipline is to be aware of its current state; this requires understanding authoritative sources as well as a critical stance toward them.
<i>Concurrent, embedded, transformative assessment</i>	Assessment is used to identify knowledge problems as work proceeds, to engage in self-initiated and self-directed reflection that is more rigorous than external assessment.
<i>Community knowledge,</i>	Contributions to collectively shared, top-level goals of the community are rewarded and honored as much as individual knowledge growth. Community members contribute ideas

<i>collective responsibility</i>	valuable to other members and share collective responsibility for achieving the overall knowledge goals of the community.
<i>Democratizing knowledge</i>	All participants are legitimate contributors to the shared, top-level goals of the organization and advance knowledge in the community.
<i>Symmetric knowledge advance</i>	All participants are legitimate contributors to the shared, top-level goals of the organization and advance knowledge in the community.
<i>Knowledge-building discourse</i>	Collective knowledge advances are transformed and further refined through intellectual discourse that regards community knowledge advancement as the primary goal.

2. Previous studies

In past decades, studies have revealed that participating in more high-level KB discourses and community reflection can effectively improve community knowledge and students' domain understanding (Lee et al., 2006; Zhao & Chan, 2014). KB discourse and meta-discourse develop and arise over time. Some studies analyzed students' discourses' changes across different inquiry phases or different groups using coding and counting approach (van Aalst, 2009; Zhang et al., 2007). However, the temporal patterns of KB processes within each phase were ignored. Therefore, temporal dynamic analysis of KB processes is necessary to deeply investigate how community knowledge develop and how students contribute to the process (Chen et al., 2017; Zhu et al., 2022).

Recently, lag-sequential analysis (Chen et al., 2017), Markov Chain (Zhu et al., 2022), sequential analysis (Chen et al., 2017), and epistemic network analysis (Oshima, Oshima, & Saruwatari, 2020) have been used to identify KB moves' transition and occurring temporal states. The potential of those temporal analysis methods has been proved. Some recent studies have employed epistemic network analysis (ENA) to compare patterns of the KB processes across different KB phases by visualizing the co-occurrences of key elements (Hod et al., 2020). And sequential analysis (SA) has been revealed the potential to demonstrate sequential events' transition frequency and transitional probabilities of students' contribution types in KB discourse (Chen et al., 2017). The co-occurrence relationships and transition patterns of the KB processes within phases need more detailed analyzed in more learning environments. In this regard, this study aims to analyze the KB processes using epistemic network analysis and sequential analysis, to investigate the questions: 1) what are the temporal patterns of KB processes when students engage in knowledge building within *Initial Phase* and *Theory-Building Phase*? 2) what different insights about KB processes can be acquired from epistemic network analysis and sequential analysis?

3. Methods

3.1. Participants and context

The study involved 50 Grade-Five students from a primary school in China who participated in an online collaborative inquiry into the history and evolution of Chinese characters. The collaborative inquiry was conducted using Knowledge Forum[®] (KF), an online discussion platform that supports community knowledge building, where students can write ideas as notes on views, as well as read, build on, make references, and rise above others' notes. Based on the KB pedagogy principles, the online

collaborative inquiry activity was designed containing two phases: 1) Phase I: Initial Phase, students published initial inquiry interest and generated preliminary claims; and 2) Phase II: Theory-Building Phase, students engaged in deep theory building under six sub-topics in six opportunistic groups.

3.2. Pedagogy design

Phase I: Initial Phase. The goal of the Phase I is to create an environment for students to construct knowledge and lay the foundation for subsequent independent exploration by students. The design is based on the principles of "idea diversity", "pervasive knowledge building", and "real ideas". Students started from the Chinese characters which around them in their common life, proposed various questions about Chinese characters, and used scaffolding such as "my ideas", "better ideas", "new information", and "my evidence" to form a culture in which everyone can express their opinions and asking questions in the relaxed environment on KF.

Phase II: Theory-Building Phase. The Phase II is mainly aimed at promoting the development of student knowledge communities. Starting from principles of "authentic problems" and "improvable ideas", students first discuss and select promising problems, inquire those problems in groups, expand their perspectives, and use scaffolds such as "My research belongs to", "Summarize students' ideas," and "My new questions."

3.3. Data analysis

Total 311 notes generated in the KB processes were analyzed to investigate how students contribute to building community knowledge. The notes in each phase were sorted by build-on structure, post time, and inquiry sub-topic for further temporal patterns' analysis. To analyze how students contribute to KB processes through questioning, explaining ideas, and community regulation, a coding scheme developed from van Aalst (2009) was employed to investigate the KB processes (Table 2), which has three main categories and nine sub-categories. To manage subjectivity, 30% of notes were reviewed by a colleague (not one of the coauthors) and the inter-rater kappa is .865 ($p < .001$).

The co-occurrence patterns and transition patterns of KB processes were examined using ENA and SA. The ENA web tool (<http://app.epistemicnetwork.org>) was employed to do epistemic network analyze (Shaffer et al., 2009). The unites were "phase>subtopic> authors" and the time window was set as 4, which meant that co-occurrences of KB processes in four consecutive notes within the same subtopics were recorded. For examining the transitional frequencies, SA was performed. First, each subtopic's KB process sequence was extracted into its own sequence. Then, using GSEQ 5.1, the sequences of the KB processes in each phase were analyzed to get a transitional frequencies table. Third, Gephi 0.9.7 was used to convert the transitional frequencies tables into transitional graphs.

Table 2 KB Processes' Categories

	Definition	Examples
<i>Questioning</i>	Q1: <i>Fact-oriented questions</i> Q2: <i>Explanation seeking</i> Q3: <i>Sustained questioning</i>	Will Chinese characters change in future? Why did Chinese characters' fonts change? Will Chinese characters be replaced by symbols in the future?

<i>Explanation</i>	E1: <i>Simple claim</i>	I do not think so.
	E2: <i>Proposing an explanation</i>	Because writing tools have changed.
	E3: <i>Supporting an explanation</i>	The characters become square with the emergence of the brush.
	E4: <i>Improving an existing explanation</i>	Scholars simplified complex Characters for easier learning.
<i>Community Regulation</i>	C1: <i>Shared regulation</i>	This question has been asked at least three times!
	C2: <i>Synthesis of diverse ideas</i>	According to the above discussion, Chinese characters have had an impact on many countries, such as North Korea and Japan...

4. Results

4.1. Temporal co-occurrence patterns of KB processes by ENA

There were significant differences between the ENA networks of the two phases (shown in Figure 1(a)). Along the X axis (MR1), a Mann-Whitney test showed that Phase I (Mdn = .00, N = 141) was statistically significantly different at the $\alpha = 0.05$ level from Phase II (Mdn = 0.71, N = 40; $U = 971.00, p = 0.00, r = 0.66$).

There were co-occurrences of "*Proposing an explanation*" and "*Explanation seeking*", "*Explanation seeking*" and "*Simple Claim*", which means that while questioning (e.g., "will Chinese characters change in future?"), students proposed simple claims (e.g., "it will change") and explanations (e.g., "Chinese characters will become simpler") to generate more ideas and create an atmosphere of building community knowledge. In summary, the prominent ENA pattern observed in Phase I (the *Initial Phase*) was the co-occurrences of "*Questioning*" and "*Explanation*".

Compared with Phase I, there were more co-occurrences of "*Proposing an explanation*" and "*Supporting an explanation*", "*Proposing an explanation*" and "*Improving an existing explanation*", "*Supporting an explanation*" and "*Improving an existing explanation*" in the ENA network of Phase II (*Theory-Building Phase*), which indicated that students contributed to providing evidence (e.g., "We can see that change from those pictures") and improving existing explanation (e.g., "Square Chinese characters confirm the virtue of Chinese people's obedience to rules") while building theories (e.g., "Chinese characters changed from circle to square"). In addition, there are more co-occurrences of "*Proposing an explanation*" and "*Shared regulation*", "*Proposing an explanation*" and "*Synthesis of diverse ideas*" in the *Theory-Building Phase*. Students inserted conversation management into the theory-building processes, such as commenting on others' notes (e.g., "your evidence doesn't answer your question, please re-post your ideas"), summarizing what had been discussed (e.g., "sum up previous ideas - Chinese characters have many expression forms"), and assigning the follow-up discussion (e.g., "student Z, please summarize above ideas; student G, please collect pictures"). In summary, the prominent ENA pattern observed in Phase II was the co-occurrences of "*Explanation*" and "*Community regulation*".

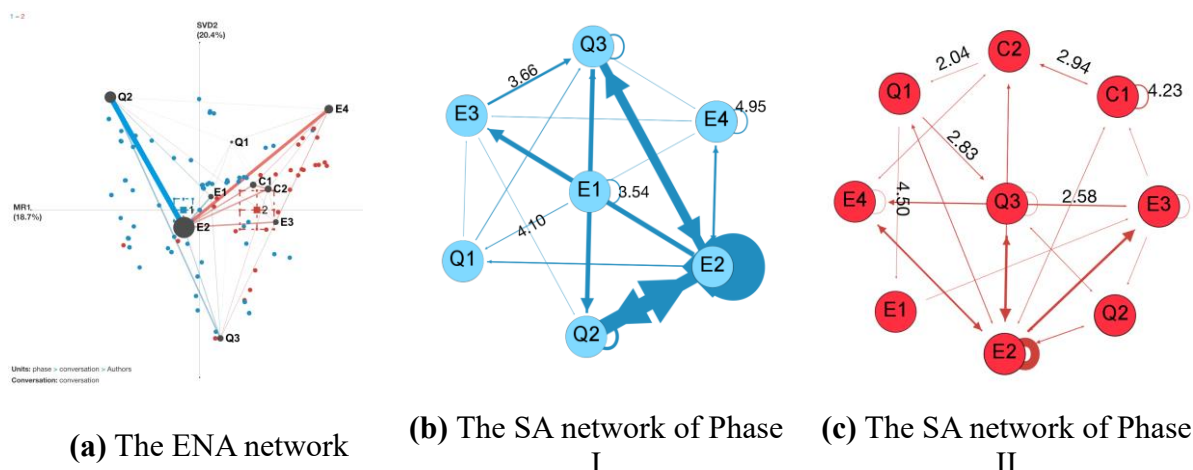


Figure 1. ENA and Sequential analysis networks

Note. *Questioning: Q1: Fact-oriented questions, Q2: Explanation seeking, Q3: Sustained inquiry; Explanation: E1: Simple claim, E2: Proposing an explanation, E3: Supporting an explanation, E4: Improving an existing explanation; Community: C1: Shared regulation, C2: Synthesis of diverse ideas.*

Phase I and Phase II was shown in blue and red, separately. The squares in Figure (a) represent the centroids (mean position of the projected points) of ENA network in each phase. The dots mean students' centroids in the ENA space.

The edges in the ENA networks indicate the KB processes' co-occurrence in four temporally adjacent notes. The thicker the edge, the more times the KB processes co-occur. The edges in the sequential networks indicate the KB processes' transitions. The arrows indicate the transition direction. The thicker the edge, the higher frequency the KB processes transit.

4.2. Temporal transition patterns of KB processes by SA

The SA results supported the co-occurrence patterns from the ENA results. Furthermore, SA demonstrated more in-depth the directed transition relations of the KF processes (Figure 1 (b) (c)).

In Phase I (Initial Phase), the SA results demonstrated a more frequent transition from "Proposing an explanation" to "Proposing an explanation", indicating that students continually participated in idea generation. However, there were a lot of repetitive ideas in Phase I. Secondly, there were many transitions from "Explanation seeking" to "Proposing an explanation", which confirmed the co-occurrence of "Explanation seeking" and "Proposing an explanation" of ENA results and gave more detailed insight. The direction from "Explanation seeking" to "Proposing an explanation" suggested that students tended to provide explanations to the questions proposed by themselves in the same note and by peers in the previous notes. Thirdly, there was no significant transition direction between "Proposing an explanation" and "Sustained inquiry", as evidenced by the fact that the arrows from "Proposing an explanation" to "Sustained inquiry" were the same size as those from "Sustained inquiry" to "Proposing an explanation". Students proposed sustainable questions after providing answers to the previous questions, and they also provided answers to those sustainable questions. In summary, the transitions between "Questioning" and "Explanation" were the most frequent SA pattern in Phase I.

In Phase II (Theory-Building Phase), the transition from "Proposing an explanation" to "Supporting an explanation" and then to "Improving an existing explanation" shows how profoundly

ideas were built: proposing ideas - finding evidence - improving existing explanation. However, the transitions among "Proposing an explanation", "Shared regulation", and "Synthesis of diverse ideas" lacked prominent directions, indicating that there was no clear order among theory building, synthesizing, and regulating. In summary, the transition between "Explanation" and "Community Regulation" was the most frequent SA pattern in Phase II.

4.3. The different insight in KB processes from ENA and SA

According to the results above, there are a few different insights into the KB processes from ENA and SA. First, ENA presents the co-occurrence relationships among the KB processes, whereas SA analyzes the transition relationships among the KB processes. For instance, the co-occurrence of "Proposing an explanation" and "Supporting an explanation" in the ENA network in Phase II indicated students contributed to Theory-Building Phase through the alternate of the two KB processes, and the chronological order from "Proposing an explanation" to "Supporting an explanation" in SA network showed that students tended to provide evidence after proposing explanation. Second, ENA can compare the networks of several units. The centroid node of Phase II in the ENA network is closer to C1 and C2, which indicated students contributed more to community regulation in the Theory-Building Phase. Third, ENA can show each individual's contribution by displaying each student's position (circle nodes in Figure 1(a)) in the network results. As an illustration, the nodes located closer to Q2 contributed more "Explanation seeking" to the community knowledge advances.

5. Discussion and Conclusion

The findings of this study provide insight into the co-occurrence and transition of the KB processes. Previous studies encouraged students to post questioning in Initial Phase and more community regulation in Theory-Building Phase (Yang et al., 2016). This study goes further and suggested that pedagogy design could consider encouraging the alternation of "Questioning" and "Explanation" in the Initial Phase and alternation of "Explanation" and "Community regulation" in the Theory-Building Phase. Additionally, this research reports different insights from ENA and SA. ENA analyzes the temporal co-occurrence patterns of KB processes and compares these patterns among different groups and individuals (Hod et al., 2020; Shaffer et al., 2009). On the other hand, SA uncovers the detailed transition of KB processes (Chen et al., 2017). The different insights from ENA and SA complement each other and can be used to study the temporal patterns of KB processes.

KB patterns in Initial Phase and Theory-Building Phase in KB were found in this case study. This study suggests that ENA and SA can complement each other in uncovering the KB processes. Our future study will continue investigating the KB process pattern related to students' performance outcomes.

Acknowledgement

This study is supported by the National Social Science Fund of China (BCA200090).

References

Chen, B., Resendes, M., Chai, C. S., & Hong, H.-Y. (2017). Two tales of time: Uncovering the

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- significance of sequential patterns among contribution types in knowledge-building discourse. *Interactive Learning Environments*, 25(2), 162–175. <https://doi.org/gc7r9q>
- Hod, Y., Katz, S., & Eagan, B. (2020). Refining qualitative ethnographies using Epistemic Network Analysis: A study of socioemotional learning dimensions in a Humanistic Knowledge Building Community. *Computers & Education*, 156, 103943. <https://doi.org/gg66d4>
- Oshima, J., Oshima, R., & Saruwatari, S. (2020). Analysis of students' ideas and conceptual artifacts in knowledge-building discourse. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1308–1321. <https://doi.org/10.1111/bjet.12961>
- Sackett, G. P. (1979). The lag sequential analysis of contingency and cyclicity in behavioral interaction research. In J.D. Osoksky (Ed.), *Handbook of infant development* (pp. 623-649). New York: Wiley.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67e98). Chicago: Open Court.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2014). Knowledge building and knowledge creation: Theory, pedagogy, and technology. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 397–417). Cambridge University Press. <https://doi.org/d9s2>
- Shaffer, D. W., Hatfield, D., Svarovsky, G. N., Nash, P., Nulty, A., Bagley, E., Frank, K., Rupp, A. A., & Mislavy, R. (2009). Epistemic network analysis: A prototype for 21st-Century assessment of learning. *International Journal of Learning and Media*, 1(2), 33–53. <https://doi.org/dw9h5r>
- Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A Tutorial on Epistemic Network Analysis: Analyzing the Structure of Connections in Cognitive, Social, and Interaction Data. *Journal of Learning Analytics*, 3(3), 9 – 45. <https://doi.org/10.18608/jla.2016.33.3>
- van Aalst, J. (2009). Distinguishing knowledge-sharing, knowledge-construction, and knowledge-creation discourses. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(3), 259–287. <https://doi.org/fvnc76>
- Yang, Y., van Aalst, J., Chan, C. K. K., & Tian, W. (2016). Reflective assessment in knowledge building by students with low academic achievement. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 11(3), 281–311. <https://doi.org/f865g7>
- Zhang, J., Scardamalia, M., Lamon, M., Messina, R., & Reeve, R. (2007). Socio-cognitive dynamics of knowledge building in the work of 9- and 10-year-olds. *Educational Technology Research and Development*, 55(2), 117–145. <https://doi.org/bm5fw5>
- Zhu, G., Scardamalia, M., Moreno, M., Martins, M., Nazeem, R., & Lai, Z. (2022). Discourse Moves and Emotion in Knowledge Building Discourse and Metadiscourse. *Frontiers in Education*, 7, 900440. <https://doi.org/jksr>

支持学生高阶思维发展的小学科学教学策略研究

——以“姜撞奶”课程为例

欧阳王祺^{1*}, 吴少文²

¹深圳市龙华区松和小学

* wangqiouyang@outlook.com

【摘要】 科学知识的建构和高阶思维发展在小学科学学习阶段起着至关重要的作用。本文以特色课程《姜撞奶》为例，探讨如何有效地促进小学生的科学知识建构和高阶思维发展。研究表明，小学生在科学知识建构和高阶思维发展方面存在一些固有的限制，例如他们的认知能力和思维能力的发展还不够成熟。因此，教师需要采用适当的教学策略，如探究性学习、交互式教学、整合式教学等，以帮助学生建构科学知识，发展科学思维。

【关键词】 小学科学；知识建构；思维发展；教学策略；

Abstract: *The construction of scientific knowledge and the development of high-level thinking play a crucial role in primary school science learning. This article takes the characteristic course "Jiang Bang Milk" as an example to explore how to effectively promote the construction of scientific knowledge and the development of high-level thinking among primary school students. Research has shown that primary school students have some inherent limitations in the construction of scientific knowledge and the development of higher-order thinking, such as their cognitive and thinking abilities that are not yet mature. Therefore, teachers need to adopt appropriate teaching strategies, such as exploratory learning, interactive teaching, integrated teaching, etc., to help students construct scientific knowledge and develop scientific thinking.*

Keywords: **primary school science, knowledge building, the development of thinking, teaching**

strategies

1. 前言

科学知识的建构和科学思维发展是小学科学教育的两个重要方面。小学阶段是一个适合学生进行知识和思维能力开发的重要时期^[1]。在这个阶段，小学生的大脑发育较为迅速，他们开始对世界产生兴趣，并对周围的事物进行探索和思考。然而，他们的思维能力和认知能力还不够成熟，很难对抽象概念进行理解和应用。此外，他们对周围事物的观察和理解还相对不成熟^[2]，因此，为了促进小学生科学知识建构和思维发展，教师需要采用适当的教学策略。本文以《姜撞奶》教学实践为例，提出基于知识建构的支持学生高阶思维发展的小学科学教学策略。

2. 知识建构对小学科学教学的意义

2.1. 提高学生的科学素养

知识建构可以帮助学生在科学学习中形成系统的知识结构，从而更好地理解 and 掌握科学知识^[3]。当学生建立起完整的知识体系后，他们就能够更好地理解科学原理和概念，也能更好地应用科学知识解决问题。

2.2. 促进学生的思维发展

知识建构能够促进学生的思维发展，尤其是提高其逻辑思维和创造性思维能力。在知识建构的过程中，学生需要对新知识进行分类、归纳、推理等操作^[4]，这些操作需要学生进行较高层次的思维活动，从而促进了学生的思维发展^[2]。

3. 基于知识建构的支持学生高阶思维发展的教学策略

3.1. 认知激发——创造真实情境

《姜撞奶》实践中，以广东传统美食姜撞奶作为课程切入点，来源于生活的美食，自然地引起学生兴趣。以“姜撞奶”为主题，学生在讨论交流中生发出关于姜撞奶的不同探究主题，如：姜撞奶的味道，姜撞奶的由来，姜撞奶的状态，姜撞奶的制作等。教师根据不同主题即可继续引导学生发现和理解其中的科学知识。学生思维在主题生发过程中从“是什么”的思考扩展到“为什么”以及“怎么做”，其广度得以提升。

3.2. 自主建构——交互式学习环境支持

知识论坛（KF）支持学生在网络空间中进行观点发表与讨论交流。学习场域的延中，大大激发了学生的表达欲与思维活跃度。在KF的讨论过程中，学生需要对论坛上的丰富观点进行浏览、思考、分析、分类、归纳、推理等操作，这些操作均需要学生进行较高层次的思维活动，从而促进了学生的思维发展，尤其是提高其逻辑思维和创造性思维能力。

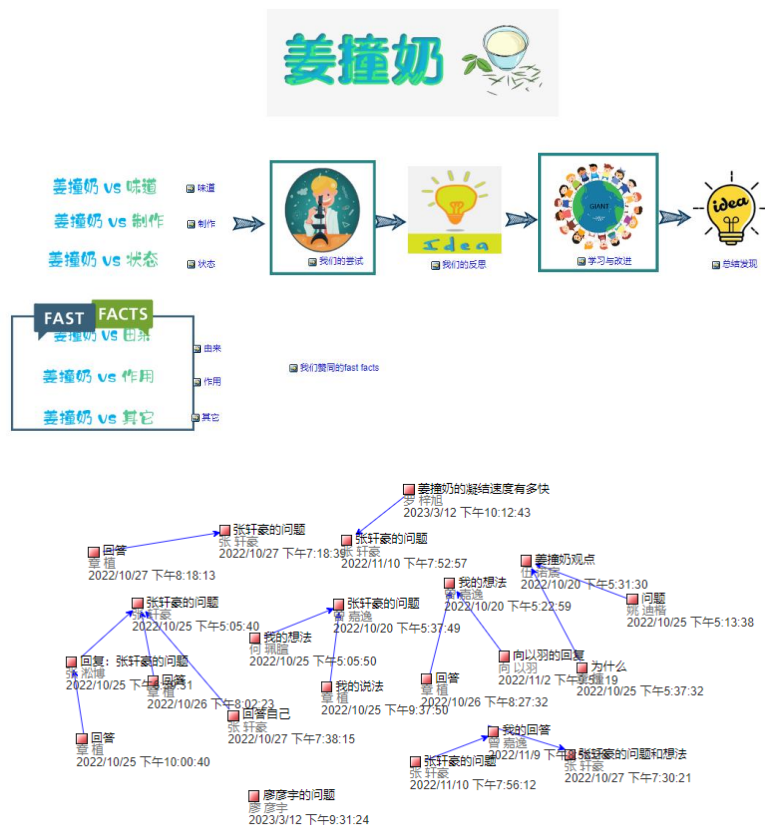


图 1 知识论坛截图及笔记

3.3. 合作建构——分组主题探究

知识建构过程中，学生根据感兴趣的主题分为各探究小组。小组成员共同学习，承担责任。如：探究“姜撞奶的制作”小组，前期调查制作方法，学习设计制作方案、分工合作

完成姜撞奶的制作。合作探究的过程中，组内成员互相质疑、不断改进方案，在观点的碰撞中，提升其分析能力与创造性思维。同时，在整个知识建构集体中，小组间需进行交流与评价，互相学习各探究主题知识，评价各小组实践过程及智慧成果。过程中可以提供学生多种不同的观点和思维方式，从而促进学生的综合能力和创新能力的发展。在其中进行的信息综合、评价反馈活动，可以有效地促进学生的高阶思维发展。

3.4. 自我监控——评价与反思

在小学科学教学中，评价不仅仅是对学生学习成果的检验，更是对学生思维发展和知识建构过程的反映。因此，教师需要选择合适的评价策略，全面、客观地评价学生的学习过程和成果。

教师可以通过向学生提出开放性的问题，引导学生运用逻辑思维和创造性思维进行分析和推理，评价学生的分析能力和创造性思维。如针对学生提出的未解决的问题“姜撞奶的价格的作用”，教师可引导学生将问题提升为“如何确定姜撞奶的作用”，请学生在已有知识与经验的基础上，提出自己的观点，观察评估学生应用迁移的能力。

通过自我评价，学生也可以对自己的学习过程和学习成果进行自我反思和总结。教师可以引导学生在KF中进行自我评价。反思学习可以帮助学生对自己的思维和行为进行反思和评价，从而促进学生的元认知能力和沟通能力的发展。同时，反思学习可以提供学生更多的自我发现和探究的机会，从而促进学生的创新能力和综合能力的发展^[5]。

4. 结论

基于知识建构的小学科学教学是一个复杂的过程，需要教师运用多种教学策略和手段，引导学生进行知识建构和思维发展。知识建构理论为小学科学教学提供了理论基础和指导思路，情境教学、交互式学习环境的支持、分组主题探究、评价和反思等教学策略可以有效促进学生的高阶思维发展。通过不断地实践和探索，教师可以更好地运用知识建构理论，推动小学科学教学质量的提升。

参考文献

- [1]林崇德, 胡卫平. 思维型课堂教学的理论与实践 [J]. 北京大学学报(社会科学版), 2010(1).
- [2]朱智贤, 林崇德. 思维发展心理学 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1986.
- [3]Bereiter, C., Scardamalia, M., Cassells, C., & Hewitt, J. (1997). Postmodernism, knowledge building, and elementary science. *The Elementary School Journal*, 97(4), 329-340.
- [4]Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal Education in a Knowledge Society* (Vol. 97, pp. 67-98). Open Court.
- [5]Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2014). Knowledge building and knowledge creation: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 397-417). Cambridge University Press.

教育数字化转型视域下教师能力框架设计研究

Research on the Design of Teacher Competence Framework from the perspective of Education Digital Transformation

丁雪宁^{1*}, 郑晓英²

^{1,2} 佛山科学技术学院 人文与教育学院

*2540119334@qq.com

【摘要】: 教育数字化转型已经成为教育领域研究的重点话题。教师作为数字化人才培养的关键角色, 研究其在教育数字化转型视域下的角色和能力定位, 对建设高质量教育体系、助推教育数字化转型具有重要意义。本文在进行文献分析的基础上, 构建了PLCD教师能力框架, 四大能力之间相互支持, 共同支撑教育数字化转型视域下的教师能力发展。

【关键词】: 教育数字化转型; 教师能力; Citespace; PLCD能力框架

Abstract: Digital transformation of education has become a key topic in the field of education research. As a key role in the cultivation of digital talents, studying the role and ability positioning of teachers in the perspective of the digital transformation of education is of great significance for building a high-quality education system and promoting the digital transformation of education. On the basis of literature analysis, this paper constructs the framework of PLCD teacher competence. The four capabilities support each other and jointly support the development of teacher competence under the perspective of education digital transformation.

Key words: digital transformation of education, Ability of teachers, citespace

1. 引言

随着大数据、云计算、人工智能、区块链、元宇宙等新兴技术的兴起, 教育数字化转型逐渐成为各国教育事业改革发展的重点。联合国教科文组织(UNESCO)于2021年在政策简报中明确将数字技术应用于教育过程中的关键阶段调整为“起步、应用、融合、转型”, 正式确立了教育数字化转型的主张。美国、韩国、新加坡、俄罗斯等国家纷纷采取相应的措施推进教育数字化转型。例如美国加强STEAM教育, 全面培养数字化时代人才, 并于2022年和国际教育技术协会等合作伙伴签署了促进“数字公平和转型的教师培养计划”的承诺书。俄罗斯推行了“俄罗斯联邦数字经济”国家项目, 利用数字技术促进教育数字化转型, 并于2021年推出教育数字化转型战略文件(王姝莉, 黄漫婷 & 胡小勇)。我国教育部在2022年2月份印发的《教育部2022年工作要点》明确提出要开展教育数字化战略行动以加快推进教育数字化转型与智能升级(教育部, 2022)。目前, 我国的教育数字化转型工作已经在基础设施、信息化平台和数字化资源等的建设与应用上取得了阶段性进展(吴砥, 李环 & 尉小荣)。

数字产业和数字技术的发展及其与教育教学的深度融合, 同时也对教师的素质提出了更高的要求。教育数字化转型是一个长期的过程和系统工程, 教师队伍对建设以数字化为支撑

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

的高质量教育体系，促进教育系统转型升级具有重要作用。然而目前针对数字化转型阶段的教师能力研究缺少系统的框架体系，教师在教育数字化转型视域下的角色和定位值得我们深思。

本文通过系统梳理相关政策、文献，挖掘国内外对教师能力研究的关注点，在此基础上构建出数字化转型视域下的教师能力框架，以期能够为数字化转型背景下的教师能力提升提供借鉴和参考。

2. 教育数字化转型内涵阐释

随着数字技术和数字产业在经济社会和文化变迁发展中的作用日益加强，世界数字化转型逐渐成为大势所趋并越来越频繁地被提及。教育作为数字化转型的重要组成部分，尤其新冠肺炎疫情的爆发，越来越多的国家开始认识到教育数字化转型的重要性并将其上升到国家战略层面的高度，助推教育数字化转型的发展。通过梳理相关文献发现，对于教育数字化转型的概念界定，目前尚未达成统一的共识（MorakanyaneR, 2017）。大多数学者主要是从过程观、系统观的角度解读教育数字化转型的内涵，过程观主要是将教育数字化转型看作是教育领域中动态变化的过程，如杨现民认为教育数字化转型是一个逐步形成高质量教育体系的持续性的过程（杨现民，2022）。祝智庭教授认为教育数字化转型是一种划时代的系统性教育创变过程，要求将数字技术整合到教育领域的各个方面，进行全方位的创新与变革（祝智庭 & 胡姣，2022），其观点与黄荣怀教授提出的系统变革这一层面不谋而合。

教育数字化转型的核心是促进全要素、全业务、全领域和全流程的数字化转型（黄荣怀 & 杨俊峰，2022）。这里的全要素指的是教育系统中的各个要素，而教师能力也属于教育系统中的要素范畴，梳理教育数字化转型背景下教师的能力定位有利于推动教育数字化转型的发展。

3. 教师能力政策文献梳理

本研究将 2000 年以来国内外颁布的影响力较大的有关教师能力的政策文件按照时间顺序进行梳理总结，具体如下：我国历来重视教师能力建设与提升，教育部于 2000 年启动中小学教师信息技术基础培训，培养教师的信息技术操作能力，2005 年中小学教师教育技术能力培训标准实施意见中提到教育技术的运用与创新涉及教师运用教育技术进行教学设计与实施的能力、教学支持与管理能力、运用教育技术进行科研与发展的能力以及合作交流的能力（教育部，2005）。2013 年我国中小学教师信息技术应用能力提升工程 1.0 实施意见中明确要求提升教师的信息技术应用能力、学科教学能力以及专业自主发展能力（教育部，2013）。2014 年我国教育部发布的《中小学教师信息技术应用能力标准（试行）》中依据教师教育教学工作和教师专业发展两个维度将教师的信息技术应用能力划分为技术素养、计划与准备、组织与管理、评估与诊断、学习与发展五个领域进行评估（教育部，2014）。2018 年教育部颁布的《全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》提出教师要提升自己的专业素质能力、职业能力、创新能力，适应新时代人才培养的需要（教育部，2018）。2021 年教育部颁布的《中学教育专业师范生教师职业能力标准（试行）》中围绕师德践行能力、教学实践能力、综合育人能力、自主发展能力四大领域对相关专业师范生教师职业能力进行规范（教育部，2021）。2022 年教育部颁布的信息科技课程标准中对教师的教学实施能力、终身学习能力、跨学科教学能力作出要求。

国际培训、绩效、教学标准委员会（IBSTPI）2004 年颁布的教师教学通用能力标

准从教师的专业基础、计划与准备、教学方法与策略、评估与评价、教学管理五大维度对教师的能力提出具体要求(李高峰, 2013); 美国教育技术协会 2017 年颁布的《教育者标准 (ISTE standards For Educators)》为教育者赋予了学习者、领导者、公民、合作者、设计者、促进者以及分析者七种角色, 并对教师的每一种角色进行具体的阐述(陈佳怡 & 刘向永, 2017)。随着数字技术的发展, 越来越多的国家开始重视教师数字胜任力的培养, 如欧盟 2017 年颁布的《教育者数字胜任力框架》(简称 DigCompEdu)、联合国教科文组织 2018 年提出的《教师信息技术胜任力框架》等。《教育者数字胜任力框架》将教育者的数字胜任力划分为六大领域, 分别是专业化参与、数字资源、教学与学习、评价、赋权学习者、帮助学习者发展数字胜任力(仇晓春 & 肖龙海, 2021), 在学术界最具有代表性。

通过对上述有关教师能力的政策分析发现, 国内外教师能力政策基本上都关注到教师的教学能力、沟通与合作能力、学习与自主发展能力、跨学科能力等具体的教师能力。相对于国外, 国内主要是从教师职业发展视角对教师能力作出相应的要求, 对教师的信息技术应用能力关注较多, 对教师数字胜任力的研究和实践较少。教育工作者的数字胜任力是信息技术应用能力的上位概念, 其不仅仅包括技术应用, 也包括了教师在开展数字活动中应当具备的教育教学、态度情感、沟通合作等多元化的要素。因此, 本研究通过中国知网数据库 (CNKI), 以“教师信息技术应用能力+数字胜任力”为关键词进行检索, 选取近十年的文献, 共检索出 1114 篇中文文献, 剔除掉重复及无效文献, 最后采用 1073 篇文献。从图 1 可以看出, 关于“教师能力”的文献整体上呈现上升的趋势, 这说明人们对教师能力的研究越来越关注, 也预示着教师能力已经成为了新的研究热点。

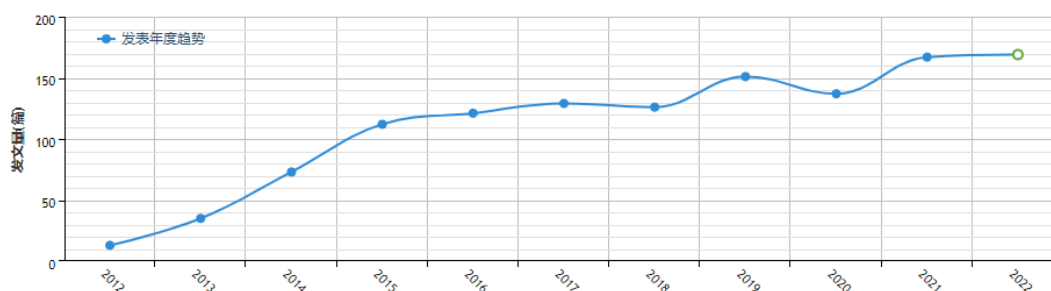


图 1 近十年教师能力相关文献数量年度趋势图

本研究通过 Citespace6.1.R2, 将面板 TimeSlicing (年度区间) 参数设置为 2012-2022, YearsPerSlice (时间切片) 设置为 1, TopN (引用频次最高值) 设置为 N=50; 并将关键词作为分析对象, 同时对关键词进行预处理: 首先, 合并了“提升策略”“策略提升”等意思相近的关键词, 剔除掉了与本研究领域无关的关键词, 最后整理出近十年我国关于教师能力研究的关键词共现图谱 (如图 2 所示), 其中节点之间的连线代表关键词之间的共现关系, 节点越大, 即关键词在所有检索文献中出现的频次就越高; 节点外围的颜色越深, 即关键词中心程度越高。

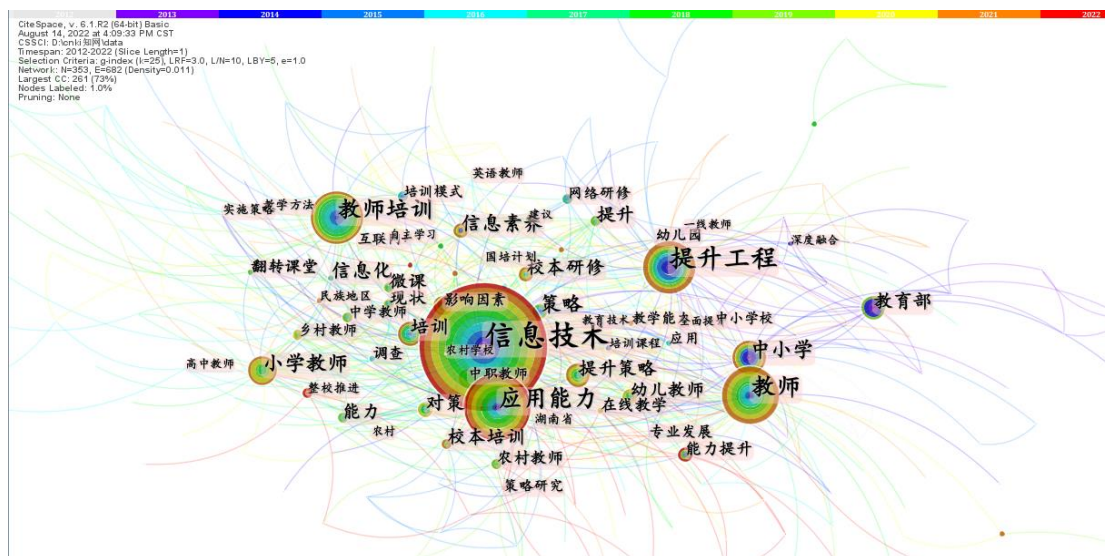


图 2 近十年我国教师能力研究热点知识图谱

图 2 中出现了“信息技术、应用能力、提升工程”等字号较大的关键词，说明这些关键词在 1073 篇文献中出现的频率较高。通过研究热点知识图谱可以看出，近几年对教师能力的研究集中在应用能力提升和教师培训上，并没有针对教育数字化转型阶段教师具体的、契合实际需要和时代发展的能力定位。

4. 教育数字化转型视域下教师能力研究

教育数字化转型背景下，教师的教育教学理念、方法等都发生了深刻的变化，也对教师能力提出了更高层次的要求。通过梳理国内外政策文献可以发现，教师的教学能力、沟通合作能力以及自主发展能力一直以来都是教师非常重要的能力，因此，本研究基于上述几个维度构建了数字化转型视域下 PLCD 教师能力框架体系（如图 3 所示）。

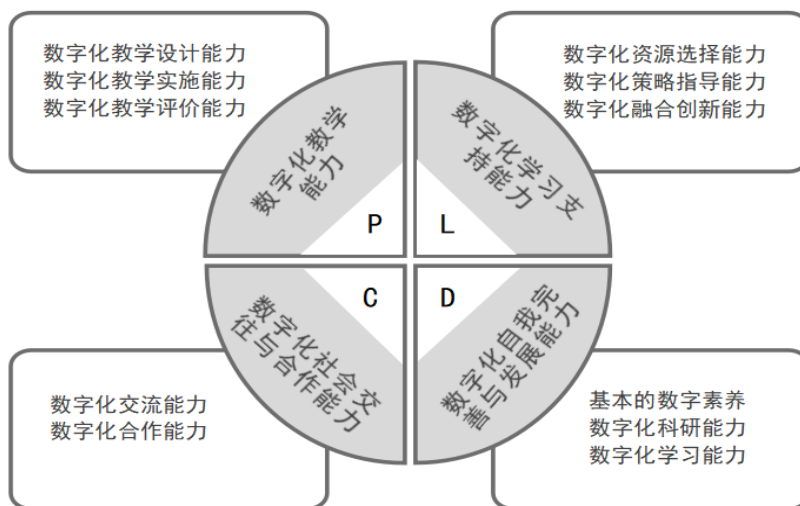


图 3 数字化转型视域下教师能力框架

从图 3 中可以看出，数字化教学能力、数字化学习支持能力、数字化社会交往与合作能力、数字化自我完善与发展能力构成了数字化转型视域下的核心能力。这 4 个能力既相

互独立、又相互联系，数字化教学和学习支持能力为基础保障，数字化社会交往与合作能力、数字化自我完善与发展能力提供发展支撑，在4个核心能力的基础之上，下设11个能力单元，共同支撑着教师数字化专业能力的整体框架。

4.1 数字化教学能力 (P)

关于教学能力的构成这一议题，研究者主要是根据教学活动过程把教学能力划分为教学设计、教学实施以及教学评价及反思三大部分(褚丹, 2010)。数字技术的融入使教育教学活动的方式、手段等都发生了变化，教师数字化教学能力根据教学活动实施过程可以划分为数字化教学设计能力、数字化教学实施能力以及数字化教学评价能力。教师最核心的角色即设计者角色，大数据、人工智能等数字技术的发展鼓励教师结合教育数字化转型和自身需求进行单元内容设计和作业设计以改进教学；设计的目的是实施，教育数字化转型的落脚点在课堂上，因此教师还需要具备在课堂上使用数字化的教学工具设备创设情境、优化课堂教学效果的能力；同时，教师可以借助智能化的教学工具采集学生学习的过程性、综合性数据，改进学生评价方式，提升学生核心素养，这要求教师具备数字化教学评价能力。

4.2 数字化学习支持能力 (L)

《中小学教师信息技术应用能力标准(试行)》指出，教师要能够运用信息技术转变自身的学习方式和方法，即当学生拥有良好的网络学习环境和设备时，教师要具备运用信息技术为学生开展探究性学习活动提供支持所应具有的能力(教育部, 2014)。在数字化转型视域下，教师的学习支持能力包括数字化资源选择能力、数字化策略指导能力以及数字化融合创新能力。随着数字化学习平台的功能和类型日益完善和丰富，教师基于平台可以获取的数字化资源也越来越多样，这要求教师能够合理选择学习资源为自身发展和学生学习提供支持；并运用技术资源创新学习指导的方法和途径，引导学生在合作交流中创造反思；此外数字化融合创新能力要求教师能够思考新兴的技术功效，运用新技术重组学习环境并提供有效的策略。

4.3 数字化社会交往与合作能力 (C)

教师除了要面对形形色色的学生之外，还需要与家长、同行、领导等沟通，教育数字化转型背景下，这些活动的开展需要教师具备数字化社会交往与合作能力。具体而言，包括数字化交流能力和数字化合作能力两个方面。教师协作有利于教师专业发展，常见的学习模式有名师帮带、双师课堂、教师实践共同体共享、教研员指导、同伴教师反馈等(祝智庭 & 林梓柔, 2023)。因此，教师要能够充分利用数字学习空间、数字技术、数字工具平台等要素开展学习合作、集思广益，分享与交流已有经验，共同解决复杂问题，全面提升教学教研水平。

4.4 数字化自我完善与发展能力 (D)

教育数字化转型背景下，数字技术的快速发展拓展了学习空间、重构了教学要素、变革了教学模式，这对于教师来说，是一种新的挑战，在这种视域下教师需要不断完善与发展自我，具备基本的数字素养、数字化科研能力、数字化学习能力，以更好地应对教育数字化转型的挑战。数字素养是一种综合性的能力，是信息素养、媒体素养等素养的进一步发展，欧盟与挪威等国家发布了数字素养框架，涉及专业化参与、数字化资源、教与学、评估、赋能学习者等诸多方面。数字化科研能力要求教师能够运用人工智能、学习分析、大数据等数字化技术或工具进行科研活动，探究教育规律。数字化学习能力主要是指教师能够运用数字化学习资源、数字化设备进行自我学习的能力(李景杰 & 刘志镜, 2016)，在学习过程中，教师能够进行认知加工、学习意愿管理、行为管理，数字技术的发展使教师的

学习可以随时随地进行,为教师数字化学习能力的提升提供了技术保障。

5. 结论

教育数字化转型是教育领域的一场系统性的革命,教师能力数字化转型对推动教育高质量发展具有重大意义,本文在梳理国内外有关教师能力政策文献研究的基础上,构建了教育数字化转型视域下教师能力框架(PLCD 框架),并对框架中的教师能力进行了详细解读。该框架能够为新形势下的教师适应未来数字化教师队伍建设、找准自己的能力定位提供支持 and 助力,帮助教师及时调整自己的思维和工作方法,从而推动整个教师队伍的数字化转型。如何在数字化转型视域下以教师能力框架为基础设计相关问卷,了解当前教师能力现状,并对不同能力层次教师进行相应的培训是本研究进一步关注的焦点。

参考文献

- [1]王姝莉、黄漫婷和胡小勇(2022)。美国、欧盟、德国、法国和俄罗斯教育数字化转型分析。**中国教育信息化(06)**,13-19。
- [2]仇晓春和肖龙海(2021)。教师数字胜任力框架研究述评。**开放教育研究(05)**,110-120。
- [3]李高峰(2013)。IBSTPI 教师能力标准述评。**教育探索(05)**,18-19。
- [4]李景杰和刘志镜(2016)。小学教师数字化学习能力调查研究。**数字教育(06)**,52-56。
- [5]陈佳怡和刘向永(2017)。赋能专业发展——解读 2017 版 ISTE 教育者标准。**中国信息技术教育(19)**,84-87。
- [6]杨现民(2022)。开辟教育全面数字化转型新局面。**中国教育报(04)**,7-9。
- [7]吴砥、李环和尉小荣(2022)。教育数字化转型:国际背景、发展需求与推进路径。**中国远程教育(07)**,21-27+58+79。
- [8]祝智庭和胡姣(2022)。教育数字化转型的本质探析与研究展望。**中国电化教育(04)**,1-8+25。
- [9]祝智庭、林梓柔、魏非和闫寒冰(2023)。教师发展数字化转型:平台化、生态化、实践化。**中国电化教育(01)**,8-15。
- [10]黄荣怀和杨俊峰(2022)。教育数字化转型的内涵与实施路径。**新华文摘(13)**,123-125。
- [11]褚丹(2010)。面向高阶思维能力培养的高中信息技术学科数字化学习资源设计研究。硕士学位论文。长春:东北师范大学。
- [12]教育部(2005)。教育部关于启动实施全国中小学教师教育技术能力建设计划的通知。**中华人民共和国教育部公报(Z2)**,47-51。
- [13]教育部(2014)。教育部办公厅关于印发《中小学教师信息技术应用能力标准(试行)》的通知。**云南教育(视界时政版)(07)**,21-23。
- [14]教育部(2014)。教育部办公厅关于印发《中小学教师信息技术应用能力培训课程标准(试行)》的通知。**云南教育(视界时政版)(07)**,23-25。
- [15]教育部(2018)。中共中央国务院关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见。**中华人民共和国国务院公报(05)**,16-23。
- [16]教育部(2021)。教育部办公厅关于印发《中学教育专业师范生教师职业能力标准(试行)》等五个文件的通知。**中华人民共和国教育部公报(06)**,133-156。
- [17]教育部(2022)。《教育部 2022 年工作要点》:实施教育数字化战略行动。**现代教育技术(02)**,1。
- [18]Morakanyane, R., Grace, A. A., & O'reilly, P. (2017). Conceptualizing Digital Transformation in Business Organizations: A Systematic Review of Literature. Bled eConference, 21, 428-444.
- [19]UNESCO .(2021).Building ecosystems for online and blended learning: advancing equity and

信息技术支持下教师精准教学过程设计研究

Research on the Design of Teachers' precision Teaching Process

with the Support of Information Technology

李永俊

佛山科学技术学院

847068015@qq.com

[摘要] 教育信息化 2.0 强调教师要结合现代技术提高教学质量, 加速人才培养方式的变革, 使规模教育和个性化教育相结合。大数据、人工智能、增强现实等技术的普及给精准教学带来了新的活力与内涵, 但在实际教学过程中未能做到真正的知行合一。本研究通过文献调查法梳理出精准教学的内涵, 指出大数据、人工智能、增强现实技术、云计算技术在当代精准教学中的应用与价值, 并结合学情分析、目标设定、内容呈现、教学方式、反馈干预的教学流程构建出一套当下信息技术支持下的精准教学设计框架, 以促进精准教学理论和实践的相互融合, 也供研究者和一线教学实践者参考。

[关键词]: 精准教学;信息技术;信息化;大数据

Abstract: Education informationization 2.0 emphasizes that teachers should combine modern technology to improve teaching quality, accelerate the reform of talent training mode, and combine scale education with personalized education. The popularity of big data, artificial intelligence and augmented reality has brought new vitality and connotation to precision teaching, but in the actual teaching process, there is no real integration of knowledge and practice. This study sorts out the connotation of precision teaching through investigation and research, points out the application and value of big data, artificial intelligence and augmented reality technology in contemporary precision teaching, and combines the teaching process of learning situation analysis, goal setting, content presentation, teaching methods and feedback intervention to build a set of precision teaching design framework supported by current information technology. In order to promote the deep integration of precision teaching theory and practice, also for the reference of researchers and front-line teaching practitioners.

Key words: precision teaching, Information technology, Information technology, Big data

1.引言

教育部在《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》中提出知识和人才在新时代的重要性越来越突出, 教师的素质能力需要适应新时代人才培养的需要, 主动适应信息化、人工智能等新技术变革, 积极有效的开展教育教学^[1]。随后在印发的教育信息化行动计划 2.0 中也明确指出, 要不断的推进实际教学过程中信息化、智能化技术的具体运用, 不断完善教育管理, 改善教学质量^[2]。《中国教育现代化 2035 年》提出要在信息化时代加速教育的变革, 建设智慧

校园,实现教育、管理、服务的一体化^[3]。

在大数据、人工智能、增强现实技术、云计算技术的广泛普及下,精准教学再次成为教育界关注的重点。在实践探索方面,北上广等一线城市的在课堂中尝试使用精准教学,在新兴技术的支持下,能够提升教师知识与技能教学的针对性和学生的学习效率,但从目前整个精准教学的实施现状看,在实践过程中还存在着对精准教学价值定位不清晰、教学目标笼统、教学过程中人机分工不科学等问题^[4]。为了促进信息技术支持下精准教学的知行合一,本研究通过调查研究梳理出精准教学的内涵、指出大数据、人工智能、增强现实技术、云计算技术在当代精准教学中的应用与价值,并结合学情分析、目标设定、内容呈现、教学方式、反馈干预的教学流程构建出一套当下信息技术支持下的精准教学设计框架,以供教学实践者参考。

2.精准教学内涵阐释

精准教学(Precision Instruction)最早可以追溯于20世纪60年代,由美国学者Lindsley在行为主义学习理论的基础上提出。最初提出的精准教学目的是通过设计测量学生学习成果的方式,不仅让学生能够知道自已的学习效果,也能帮助教师追踪学生的学习表现,从而针对性的对不同的目标群体进行科学的、精确的教学决策^[5]。Stacy & Christopher等人提出精准教学是一种方法论,能够有效的评估教学策略的成效,并指出精准教学没有固定的教学流程,是一种针对在实际的教学策略而制定的基于数据决策的工具^[6]。Kubina & Yurich认为精准教学最大的优势是在教学过程种进行科学的、准确的判断,教师能够使用这种方法论去观察、描述、记录、分析学生的学习行为,从而对目前教学方法的有效性做出明智的决定,除此之外,Kubina和Yurich还证实了精准教学能够有效的促进学习者的学习^[7]。在国内,祝智庭教授在2016年率先从教育信息化带动教育变革的角度正式提出精准教学,其认为精准教学是一种高效率的传授知识的教学方法,能够有效促进学生的学习。随着信息技术的发展,大数据的兴起与广泛盛行为精准教学的快速发展提供了强而有力的技术支撑^[8]。郭利明从技术价值取向、人本价值取向、文化价值取向三个层面探讨了新时代发展下的精准教学,指出精准教学已从传统的1.0模式转向大数据支撑下2.0模式,未来新模式下的精准教学的发展方向将更加重视信息技术的支撑作用^[9]。

3.精准教学背后的技术支持

3.1. 教育大数据

大数据支持下的学生学习行为采集技术、学情分析技术和知识图谱技术、认知诊断技术等是推动精准教学从1.0走向2.0的关键技术支撑。同时大数据衍生出来的教学管理平台、自主学习系统、MOOC、微课及学习社交平台的应用又反过来促进了教育数据的海量增长^[10]。教育大数据使得学生的各种学习行为、学习状态、学习思路、学习结果等各种类的教育信息变得可捕抓、可数字化记录、可分享传递。各种移动设备如手机、平板、手提电脑、各类的传感器设备能够应用于课堂教学变得更加智慧,很大程度促进智慧校园、智慧课堂的建设^[11]。

教育大数据驱动下的精准教学提倡“以人为本”“因材施教”,能够避免长期以来的教学实践中存在的给学生“灌输”枯燥无味的理论知识、片面的追求升学率等而忽略了学生的个性发展与全面发展。教师在教学中能够借助多种多媒体

手段合理的运用各种数字化学习资源，增强教师与学生之间的交流互动，激发出学生的学习兴趣，提高学生的学习效果。在这种教学模式下，学生完成日常教师布置的学习任务后，还能以“线上+线下”的形式自主选择感兴趣的内容进行知识拓展，培养学生的个性发展的同时也能够、促进学生的全面发展。

3.2. 人工智能技术

人工智能技术凭借着独特的“智慧”能够在精准教学过程中扮演三个重要的角色，即学生数据的智能收集者、学生数据的智能判断者、学生学习的及时反馈者。由人工智能衍生出来智能教学是精准教学的重要方式之一，智能教学是在多学科相互融合下的产物，包括认知科学、教育学、心理学与计算机科学等学科。智能教学目的是通过模拟教学决策或者通过设置虚拟人物使用教学机器智能化与拟人化，在移动端上，智能教学能够与自适应学习系统紧密有效的结合在一起。周晔、张刚要指出研究热点“智慧教育”可以理解成是在教学过程中，通过利用人工智能技术和智能教学，不断的鼓励学习者选择、适应和塑造社会环境并不断创造出具有高价值的产品，最终培养出高智能人才的过程^[12]。

在图像识别、语音识别等人工智能技术的支持下，自适应系统能够将智能教学的“教”与适应性学习的“学”融合为一体，智能机器通过自然语言处理技术及智能算法对采集的数据进行深度挖掘、行为建模、智能分析，从而实现学习途径的智能化导航和学习内容的个性化、泛在化呈现。在评价方面，学生的学习数据在通过人工智能的智能判断和教师主观判断后，教师根据分析出的数据进行灵活的教学，调整教学策略、改变教学方案或教学计划。同时，教师也能够根据机器批改后的学生学情建立起学科的知识图谱，机器能够自动的诊断学生的学习障碍，分析学生的知识缺陷，从而帮助教师及时发现问题并提供适当的干预，通过训练强化学生的薄弱点。

3.3. 增强现实技术

增强现实技术是融合了数字图像处理、多媒体技术、计算机图形学、传感器技术等多方面的信息技术。增强现实技术以计算机技术生成逼真的视、听、触觉一体化的特定的虚拟环境，用户借助必要的设备以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互作用、相互影响，从而产生等同于亲临真实环境的感受和体验^[13]。

在精准教学中，教师为学生呈现个性化学习内容时能够运用增强现实技术，使得抽象的学习内容变得具体化、形象化、可视化、生动化。同时，增强现实技术能够提供更为真实的情景化学习情境，通过多种技术手段，将学习者置身于“虚拟+真实”的环境中，增强其存在感与沉浸感，学习者可以观察并操作虚拟对象，能使得交互像现实世界中那样真实、自然，从而锻炼学习者动手操作能力，增强学习者的认知与体验，推动学习者在探究式环境中自主学习。增强现实环境下支持下的精准教学有利于鼓励学习者切身体验、积极尝试、协作交流。在一些项目式学习活动中，由于知识的抽象性或者不可观察性，使得某些项目可能会降低学生的学习效率，通过增强现实技术，教师事先把学生需要掌握的各个学科的知识录入到情境中，学生在进行问题解决或者项目解决时能够快速浏览或者回忆起相关的知识点，从而能够最大限度的提高学生的学习效率。

3.4. 云计算技术

云计算技术指的是通过网络“云”将巨大的数据计算处理程序分解成无数个小程序，然后通过多部服务器组成的系统进行处理和分析这些小程序得到结果

并返回给用户。在云环境内，用户能够突破时空的限制，运用手机、手提电脑等移动通讯设备，通过网络获取自己所需要的信息。同时云计算技术还能够对信息进行统一的调度、按需分配，具有节约资源、提高资源利用率，扩展性强等多种优势。在大数据和云计算的支持下学习分析工具、学习障碍分析工具、学习结果预测工具等广泛应用于课前、课中和课后。例如：在课前教师能够使用云计算工具诊断学生学业状态，帮助教师找到最近发展区制定教学目标；课中能够帮助教师及时的调整教学节奏和教学内容；课后能诊断学生的知识掌握情况^[14]。

4.信息技术支持下的精准教学设计框架

为了更好的落实信息技术驱动下的精准教学，需要建立起一套操作框架作为实践指导；操作框架的建立又需要以传统的教学流程为基础，即从教学最开始的设定教学目标，到教师组织与传递教学内容，再到设计学习活动，最后到教师对学生的进行学习结果进行测试、评价与反馈。本研究在已有的理论上，考虑到精准教学的应用推广，从如今普遍的学情分析、目标确定、内容呈现、教学方法、反馈干预 5 大教学流程出发，提出了信息技术驱动下精准教学设计框架，如下图所示，以供各位教学实践者借鉴参考。

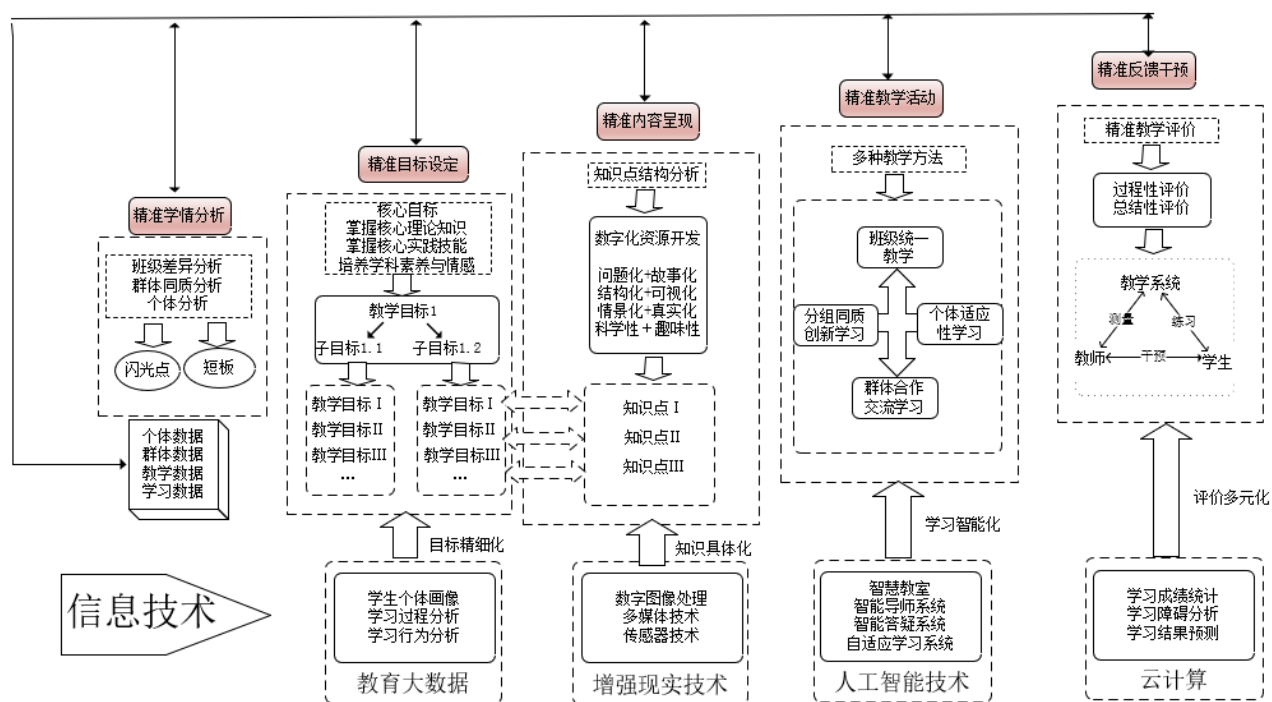


图1 信息技术支持下的精准教学设计框架图

4.1. 教育大数据支持下精准学情分析与精准目标设定

随着科技的进步与大数据技术的迅速发展，研究人员已经研发出能够随时记录学生在课前、课中、课后的学习情况和行为表现的方法和手段。线上教师可以通过大数据整理出学生学习和行为的数据，包括学生在互联网上查阅了什么信息、浏览了多长时间等。线下的教学过程中，教师可以通过班级诊断性考试、小组测验、填写个体问卷的形式建立起学科知识测试库。通过线上线下系统的收集学生的学习信息，教师能够迅速的掌握学生的学习成果、学习态度、学习兴趣、学习时间、学习状态等，从而精确的判断出学生自身存在的闪光点

和短板，找出学生的最近发展区，扬长避短的同时促进对新知识点的理解与建构。

精准教学中的目标设定是在综合考虑学生学习现状和学习偏好的基础上，为不同学生精确设定不同的结果预期。目标的设定和分析需要符合精准教学中的“精”与“准”，“精”代表着教师需要对学生掌握的知识或者技能程度必须有一个精细的揭示和描述，“准”代表着设置的教学目标必须与学生的学习现状、学习风格和学习需求密切相关且高度匹配^[14]。

在设定目标时，教师首先利用大数据技术进行课前的诊断性评价、课中的过程性评价和课后的形成性评价，全面收集学生的学习数据，通过提取分析建立起学生的个体画像，画像包括学生已掌握的知识与技能、认知结构、认知风格、学习情绪等特征，然后将画像中影响教学目标实现的特征进行细化分析，使得细化的学习者特征与教学目标维度一一对应。同时以问题驱动的形式将每个目标维度转化为对应的问题，每个问题都可以分解，细化为可以量化描述的小问题，每一个小问题又代表着下一个维度的小目标。例如“熟练掌握十进制、八进制的换算”可以转化为“1分钟之内完成500以内的十进制、八进制互换算题3道，正确率需达到90%”。

4.2. 增强现实技术支持下精准内容呈现

在精准掌握学生的学情和精准确定教学目标后，教师能够构建出适宜可靠的精准目标树，并明确出学生存在的长处和短板的知识与技能。接下来，教师需要对传统的纸质教材进行知识结构的分析、扩展与创新，将其转化为接受程度更高、受众面更广的数字化学习资料。例如近年来微课、慕课等视频资源，其凭借着其容量小、时间短、针对性强、灵活性高、传播能力强、学习成本低等优势受到广大师生的热捧。

在数字图像处理、多媒体技术、传感器技术等增强现实技术的支持下，教师可以对知识点进行更为深入的开发从而使得原本抽象的知识变得可视化，通过加强学生的直观感受促进学生对新知识的建构。教师在开发过程时可以从以下角度进行设计：问题化+故事化、结构化+可视化、情景化+真实化、科学性+趣味性^[8]。以问题的故事化呈现知识点不仅能够促进学习者以“任务式驱动”的方式进行学习，还能避免在学习过程中理论知识点的枯燥无味。将复杂的学科知识点进行解构以清晰明了的方式呈现给学习者能够让学习者提前接触要学习的知识，提前回顾已学的知识与新学知识之间的联系。情景化+真实化能够给学习者带来很强的沉浸感，科学性+趣味性则能够提高学习者的学习兴趣。

目前，国外研究者 FJILD 在化学教学过程中利用增强现实技术进行了 3D 化学分子结构的实验教学，学习者在此教学环境中可任意旋转 3D 模型以便于观察；北京师范大学研究的增强现实技术团队研发出了“VR/AR+教育”教学实验室，在此实验室里面开发出了基于教学实践的 AR 课堂教学环境与工具，自主研发了学科教学如数学、物理、化学学科的应用案例中。

4.3. 人工智能支持下精准教学活动设计

精准教学活动设计是以学习者特征为出发点，教师在设计过程中应综合考虑学生的学习偏好、互动偏好、技能习惯、知识基础、生活经验等因素的影响，从实际情况出发。在人工智能的支持下，教师能够搭建起智慧教室、智能导师系统、智能答疑系统、自适应学习系统等多种教与学方式；例如在智慧教室中能够借助云班课、班级优化大师等平台实现课堂签到、提问、讨论等教学环节的智能化管理，在智能导师系统中，智能机器能够帮助教师解决学生的疑难问

题,减轻教师的负担;在自适应学习系统能够将智能教学的“教”与适应性学习的“学”融合为一体,学生能够快速获取个性化的学习内容^[15]。

在智能技术赋能教育过程中,教师可以在已有的教学方式上如翻转课堂、创客教育等的基础上,根据教师自身的喜好与习惯设计开发高效性的教学过程。本研究整理出四种教学角度供教学实践者参考:班级统一教学:目标面向学科的基础知识与核心技能的掌握、群体合作交流学习:目标面向核心知识点的扩展与社会性关联、分组同质创新学习:目标面向综合应用能力的培养、个体适应性学习:目标面向个人的特长与知识能力的培养^[8]。

印第安纳波利斯学校的人机混合系统使用一个带有嵌入式人工智能助手的无限数字空间画布,来模拟教师的个人和协作教学和学习空间。它集成了教学和学习材料,能够24小时即时响应,并可以访问虚拟教师助理,自动收集学生的查询和学习分析数据。数据分析得到结果将用于帮助调整课程的实质内容、难度、以及授课方法和风格。

4.4. 云计算技术支持下的精准反馈干预

精准反馈干预是精准教学的精髓,精确的反馈与干预贯穿整个精准教学活动。教师线上、线下收集在整个教学活动中学生学习行为和表现数据后,在云计算技术支持下的数据分析软件如SPSS进行统计分析,系统全面的了解学生核心知识点和核心技能的掌握情况。教师在整理相关的学习数据后得到科学的过程性评价结果和诊断性评价结果,一方面挖掘出不同学生存在的潜力和独特性,另一方面发现整体学生在学习过程中存在的问题,然后灵活的动态调整教学目标、修改教学内容、改变教学方法。

5. 研究结论

新时代下的精准教学是伴随着大数据、人工智能、增强现实等先进技术在教育中的普及与应用逐渐深化而产生的教学实践探索。鉴于目前精准教学在实践中存在的问题如价值定位不清晰、人机分工不合理等,本研究通过文献调查法梳理出当下精准教学的内涵解析,进一步解释行为采集技术、学情分析技术、数字图像处理技术等信息技术在精准教学中的具体应用与价值。结合学情分析、目标设定、内容呈现、教学方式、反馈干预的教学流程构建出一套当下信息技术支持下的精准教学设计框架,从而促进技术赋能下精准教学的知行合一。教育为国之大计,技术的加持下教育教学更要突破传统,在新时代下实现教育教学的革新与发展。未来技术支持下的精准教学的推广落地需要教师的根据现实的教学环境灵活的使用技术产品,以深化人机协同教学,相关企业部门需要不断完善智能教育产品功能,提升产品对教师精准教学开展的赋能效用。

参考文献:

- [1]中共中央,国务院.关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见[Z].2018-1-20.
- [2]中共中央、国务院印发《中国教育现代化2035》[EB/OL].http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm,(2019-02-23).
- [3]教育部解读《中国教育现代化2035》和《实施方案》[EB/OL].<https://www.so>

hu.com/a/297329594_498657.

- [4]安富海.精准教学:历史演进、现实审视与价值澄明[J].课程.教材.教法,2021,41(08):56-62.DOI:10.19877/j.cnki.kcjcjf.2021.08.010.
- [5]段沙,周怡.精准教学文献综述[J].英语教师,2017,17(24):64-70.
- [6]Stacy, S.C., Christopher, B.E.&Michael, P.2010.Mozzoni. Precision Teaching and fluency training across cognitive, physical, and academic tasks in children with traumatic brain injury: A multiple baseling study.[J].Behavioral Interventions, (1): 37-49.
- [7]Kubina, R.M&Yurich, K.2012.Precision Teaching Book [M].PA: Greatness Achieved Publishing Company.
- [8]彭红超,祝智庭.面向智慧学习的精准教学活动生成性设计[J].电化教育研究,2016,37(08):53-62.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2016.08.008.
- [9]郭利明,杨现民,张瑶.大数据时代精准教学的新发展与价值取向分析[J].电化教育研究,2019,40(10):76-81+88.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2019.10.011.
- [10]孟祥彬.大数据背景下的精准教学:价值、策略与实践应用[J].河北开放大学学报,2022,27(05):52-55.DOI:10.13559/j.cnki.hbgd.2022.05.013.
- [11]万力勇,黄志芳,黄焕.大数据驱动精准教学:操作框架与实施路径[J].现代教育技术,2019,29(01):31-37.
- [12]周晔,张刚要.我国“人工智能+教育”领域的研究热点与演进趋势[J].开放学习研究,2022,27(01):37-44.DOI:10.19605/j.cnki.kfxyj.2022.01.005.
- [13]王佳顺.移动增强现实关键技术研究[D].南京邮电大学,2018.
- [14]赵蕾,刘劲,陈彬茹.基于大数据和云计算的个性化教学系统研究——以“智慧学伴”自适应学习平台为例[J].电子测试,2021,No.467(14):118-119+60.DOI:10.16520/j.cnki.1000-8519.2021.14.049
- [15]付达杰,唐琳.基于大数据的精准教学模式探究[J].现代教育技术,2017,27(07):12-18.
- [16]王兴宇.智能技术在精准教学中的应用及其规制[J].高等教育研究,2022,43(04):87-97.

基于 ARCS 动机模型的初中人工智能模块教学策略研究

Research on Teaching Design and Practice of Junior High School Artificial

Intelligence Module Based on ARCS Motivation Model

杨坤¹, 濮继敏¹, 温欣茹¹, 武贵贵¹, 孙兴华^{1*}

河北北方学院信息科学与工程学院

2825048706@qq.com

【摘要】随着人工智能技术的快速发展,国家越来越重视人工智能教育。但初中人工智能教育仍处于探索阶段,在课程开展与实施过程中仍面临诸多困难。本研究在张家口某中学八年级,首先对 420 名学生开展人工智能动机水平问卷调查,分析学生的动机水平和教学现状。然后依据 2022 版义务教育信息科技课程标准,基于 ARCS(Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction)动机模型,从学习动机角度出发,提出初中人工智能模块的教学策略。通过教学实践,发现学生的人工智能学习动机水平有显著提高,本研究成果为初中人工智能教育的开展提供新的思路,对人工智能教育的推广起到一定促进作用。

【关键词】人工智能; ARCS 动机模型; 学习动机; 教学策略

Abstract: With the rapid development of artificial intelligence technology, the country is paying more and more attention to artificial intelligence education. However, AI education in junior high schools is still in the exploration stage and still faces many difficulties in the process of curriculum development and implementation. In this study, in the eighth grade of a middle school in Zhangjiakou, a questionnaire survey on the motivation level of AI was first conducted on 420 students to analyze their motivation level and the current teaching situation. Then, based on the 2022 edition of the compulsory education IT curriculum standards, and based on the ARCS (Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction) motivation model, teaching strategies for the middle school AI module were proposed from the perspective of learning motivation. Through teaching practice, it is found that students' motivation level for learning AI has significantly improved. This research result provides new ideas for the development of AI education in junior high school and plays a role in promoting AI education.

Keywords: Artificial Intelligence; ARCS Motivation Model; Learning Motivation; Teaching Strategies

1. 引言

近年来,国家陆续出台了关于人工智能教育的系列相关政策和指导意见,倡导在基础教育阶段开展人工智能教育,推动我国中小学人工智能教育的开展与实施。2022 年 4 月 21 日,教育部发布了义务教育信息科技课程标准(2022 年版),其中“人工智能”出现多次,并作为六条逻辑主线之一分布在课标的各个部分,充分体现了人工智能在义务教育中的重要性。根据新课标中人工智能模块的教育目标、教育内容和教学基本要求,基于 ARCS 动机模型,开展适合初中生的人工智能模块的教学策略研究,优化教学效果。

ARCS 动机模型是指包含注意、相关性、信心和满意四个层次的一个教学设计模型。该模型关注的是如何通过教学设计来调动学生的学习动机问题。其广泛应用于教育教学领域中,代表了注意、相关性、信心和满意四类主要的动机策略,围绕这四个方面来设计教

学策略，可以很好地激发学生的学习动机。

2. 研究目标、研究内容和研究方法

2.1. 研究目标

1. 本研究以初中人工智能教育为切入点，依据 2022 年版义务教育信息科技课程标准，以 ARCS 动机模型为理论基础。

2. 从初中信息科技课程特点出发，探索适合初中信息科技课程人工智能模块的教学策略，并进行教学实践研究。

3. 为提高学生人工智能模块的学习动机提供参考和解决方案，促进初中人工智能教育的发展。

2.2. 研究内容

1. 分析初中人工智能教育的教学现状。通过整理相关文献、问卷调查和访谈，在张家口某中学八年级，对学生的人工智能学习动机开展问卷调查，分析学生的学习动机、认知水平和认知需求等教学现状，更有针对性地进行教学策略研究，充分发挥人工智能教育的价值，进一步提升初中人工智能模块的教学质量。

2. 提出基于 ARCS 动机模型的初中人工智能模块教学策略。深入研究 2022 年版义务教育信息科技课程标准，总结新课标对人工智能学习内容的教学要求。本研究在分析初中生的认知水平的基础上，依据 2022 年版义务教育信息科技课程标准，将 ARCS 动机模型应用于初中人工智能模块中，从注意、相关性、信心和满意四个层次开展人工智能模块教学策略研究。

3. 开展基于 ARCS 动机模型的初中人工智能模块教学实践研究。围绕信息科技课程核心素养培养目标，从初中阶段人工智能教学的实际情况出发，深入研究 ARCS 动机模型在初中人工智能模块中的应用。在三轮教学实践后，对教学实践效果进行分析，不断完善教学策略。

2.3. 研究方法

1. 文献研究法

在研究前期，查阅收集人工智能教育相关的政策、文件，以“人工智能教育”“人工智能课程”“ARCS 动机模型”等作为关键词，进行检索。通过对国内外研究现状进行梳理和总结，系统了解相关概念和人工智能教育开展现状，为研究提供参考依据。

2. 调查研究法

调查研究法主要包括访谈和问卷调查。在本研究中，为深度了解初中人工智能教学现状，实践前在张家口某中学初中部进行问卷调查。更好地了解学生对人工智能的学习态度和对知识的掌握等情况。同时为了弥补问卷调查的不足之处，和一线教师与学生进行访谈，旨在获得更加全面和真实可靠的情况，完善初中信息科技课堂中人工智能模块的教学策略。在实验后再次开展问卷调查与访谈，验证教学策略的有效性。

3. 行动研究法

开展三轮教学实践研究，将教学策略付诸行动，在实践教学中观察、评价、反思和总结实践效果，不断完善实施方案，优化教学效果。通过对实践效果的分析，完善教学策略。

4. 定量定性分析法

本研究采用定量分析与定性分析相结合的方式对前期调查和课程实践阶段所收集的数据和资料进行整理、统计、比较、分析、总结和反思等。如前后测数据对比分析、调查问卷的信效度检验分析等。从而对本研究有更进一步的认识，得出研究结论。

3. 概念界定和理论基础

3.1. 人工智能

人工智能(Artificial Intelligence), 英文缩写为 AI。1956 年, 在达特茅斯会议上, 与会专家麦卡锡等人首次提出了“人工智能”的概念, 人工智能技术被称为世界三大尖端技术之一。人工智能领域的先驱温斯顿教授在其《人工智能》一书中对人工智能的定义是: 人工智能就是研究如何使计算机去做过去只有人才能做的智能工作。关于人工智能的概念并没有一个统一的标准, 随着科学技术和社会的不断发展进步, 人工智能的内涵也在不断丰富。

3.2. 人工智能教育

人工智能教育, 也可称为智能教育或 AI 教育。人工智能教育被认为是将人工智能人才输送到大学和社会的重要途径。湖南师范大学彭绍东认为, 其包括以人工智能为学习内容的教育或以人工智能赋能的教育。北师大教授黄荣怀认为, 要把人工智能教育作为一个交叉学科, 不断提高学生的人工智能核心素养, 提升学生在人工智能领域的知识和竞争力。人工智能教育是一个广泛的概念, 凡是教育与人工智能相结合都可称之为人工智能教育。人工智能与传统教育相结合, 正是在打造基于人工智能和大数据技术的智能化教育, 打破单一的传统授课方式, 使学生享受个性化的智能教育方式。

本文中提到的人工智能教育是通过多种方式给学生广泛普及人工智能知识, 为国家培养高素质的人工智能人才, 更好地落实“科教兴国”战略。将人工智能知识和技术作为教育内容, 通过教师的传授、学生的学习和实际应用等方式, 让学生更好地掌握人工智能知识, 提高人工智能的认知水平, 培养人工智能创新思维。与此同时, 对于小学和初中学生来说, 推行人工智能教育有利于普及人工智能的基础知识, 培养学生的计算思维和人工智能素养。

3.3. ARCS 动机模型理论

ARCS 动机模型是由美国凯勒教授于 20 世纪 80 年代提出的, 在教学设计中应用最广的一个综合性教学设计模型。该模型关注的是如何通过教学设计来调动学生的学习动机问题。该模型不同于其他动机模型, 该模型创造性地吸收和利用了与动机相关的理论, 在众多动机理论的研究基础上, 将动机原理与教学设计相结合, 关注学生的动机激发和维持全过程。ARCS 动机模型的特点是从问题出发而解决问题, 从注意(Attention)、相关性(Relevance)、信心(C Confidence)和满足感(Satisfaction)四个紧密关联的环节激发学习动机。如图 1 所示, 各要素间息息相关, 围绕这四个方面设计初中人工智能模块的教学策略, 激发学生的学习动机。



图 1 ARCS 动机模型

4. 基于 ARCS 动机模型的初中人工智能教学策略

凯勒教授把 ARCS 动机模型的四个要素分为四个维度, 将每个维度进一步划分为三个层面。通过不断探索, 研究出了激发学生人工智能学习动机的具体策略与方法, 以增强初中生对人工智能的学习动机, 提高学习兴趣, 促进教学目标的达成, 为初中教师开展人工智能教学提供参考与借鉴。下面对 ARCS 动机模型的具体策略做详细阐述:

4.1. 注意策略

唤起并维持学生的注意力, 是动机激发策略设计的首要条件, 同时也是构成学习条件的基础。依据 ARCS 动机模型, 可以从唤起感知、唤起探究、变化三个层面来提高学习动机, 在初中人工智能模块教学中, 更好地维持学生注意力, 具体可以采用以下方法。

(1) 唤起感知。在人工智能模块教学中, 可以使用新颖教学形式来引起学生的感知, 激发学生对人工智能模块的学习兴趣。(2) 唤起探究。在唤起学生感知后, 学生注意力的维持还需激发学生的探究态度, 刺激学生产生探究之心。(3) 变化。教师在教学中可以在每节课适当采用多样化的授课方式, 打破传统授课习惯。

4.2. 相关性策略

相关性是影响学生学习动机的主要因素。相关性的产生, 让人工智能学习内容与学生密切相关。依据 ARCS 动机模型, 可以从确定目标、动机匹配、熟悉感三个方面建立相关。

(1) 确定目标。在人工智能教学中, 可以先让学生了解人工智能模块的学习目标, 熟悉学习内容, 思考如果最大程度地满足学习者的需求, 来更好地激发学生学习兴趣。(2) 动机匹配。开展实践学习, 使个人和小组的活动与学习风格相符, 动机匹配可以让学生产生相关性, 采用真实的练习, 让学习活动和生活产生关联。(3) 熟悉感。熟悉感可以从具体的实例和真实的生活出发, 能够激发学生与知识点之间的熟悉感。

4.3. 信心策略

信心能够使学习者在学习中积极主动地达成学习目标, 学生的信心与学习努力程度呈正相关性。人工智能模块注重实践操作, 需要学生动手实践, 相对来说较难。为了能够让学生较为容易掌握相关知识内容, 可以从学习要求、成功机会、个人控制三个方面出发。

(1) 学习要求。围绕任务展开学习, 以任务的完成结果检验和总结学习过程, 让学生在任务的基础上, 确定学习目标, 主动实践、思考、完成任务。(2) 成功机会。教师可以根据学习者差异设计不同的学习目标达成度, 提供多种学习途径, 增加学生学习成功率。

(3) 个人控制。归因不当可能会导致学习者失去学习动机, 降低学习兴趣, 所以, 教师要引导学生进行正确的归因。

4.4. 满意策略

当学习者在学习过程中, 努力学习后得到的成果达到了事先的预期结果或被教师嘉奖、评价时, 会获得学习的成就感和满足感。学生学习中满足感的获得, 势必会激发学生继续学习的动力。教师可以从内部强化、外部奖赏和公平公正三个方面入手, 让学生得到学习上的满足。

(1) 内部强化。自我暗示能够引导学生更好地学习, 让自己朝着自我暗示进行, 从而获得相应的满足感。(2) 外部奖赏。教师和同伴的作用对于学生来说比较大。教师或同伴的表扬会激发学生的满足感。(3) 公平公正。教师或同伴表扬的前提条件是公平。教师点评或者学生互评, 都需要保证环节的公正公平, 要求教师选择正确的评价量规。

5. 教学实施

5.1. 调查问卷的编制和发放

人工智能学习动机问卷调查在张家口市多所中学进行, 调查对象选取了初中八年级的学生, 问卷总共发放 420 份, 无效问卷 14 份, 回收有效问卷共计 406 份, 回收率为 96.67%。样本中男生样本数量为 192, 占总数的 47.29%, 女生样本数量为 214, 占总数的 52.71%。

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

样本中男女比例接近 1:1，性别因素对数据结果的影响可忽略不计。对初中人工智能模块的学习动机调查问卷设计，在内容和呈现方式方面都具备应有的科学性和逻辑严密性。

问卷共设有 30 题，前 25 题为量表题，问卷的内容根据凯勒教授的课程兴趣问卷 (CIS)，严格遵循课标中的人工智能内容要求以及初中生的特征编制而成。调查问卷把 ARCS 动机模型的四个要素作为问卷的四个基本维度。每一个维度划分为两个角度，每一个角度都有对应的题目，前 25 个量表题，每道题得分汇总得分即为调查总分，问卷设计的维度、角度和对应的题目如表 1 所示：

表 1 调查问卷维度、角度和对应的题目

问卷设计的维度	各维度下问题设的角度	与之相应的题目
注意 (Attention)	A1 学习兴趣	1、2、3
	A2 学习的态度	4、5、6
相关性 (Relevance)	R1 与生活的联系	7、8、9
	R2 知识间的融会贯通	10、11
信心 (Confidence)	C1 课堂参与度	12、13、14
	C2 学习自信力	15、16、17、18
满意 (Satisfaction)	S1 面对学习困难的方式	19、20、21
	S2 课堂满意度	22、23、24、25

5.2. 人工智能学习动机水平调查分析

调查结果如图 2 所示，有 7% 的学生对人工智能相关课程和活动非常感兴趣，有 45% 的学生比较感兴趣，有 42% 的学生一般感兴趣，有 2% 的学生较不感兴趣，有 4% 的学生完全不感兴趣。

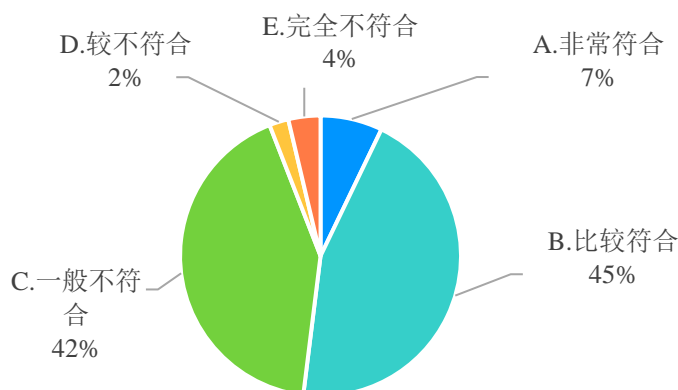


图 2 你对学习人工智能模块感兴趣

这一结果说明还是很大一部分的同学对人工智能学习的兴趣程度处于一般及以下。可见学生们对人工智能模块的学习动机水平有待进一步提高。

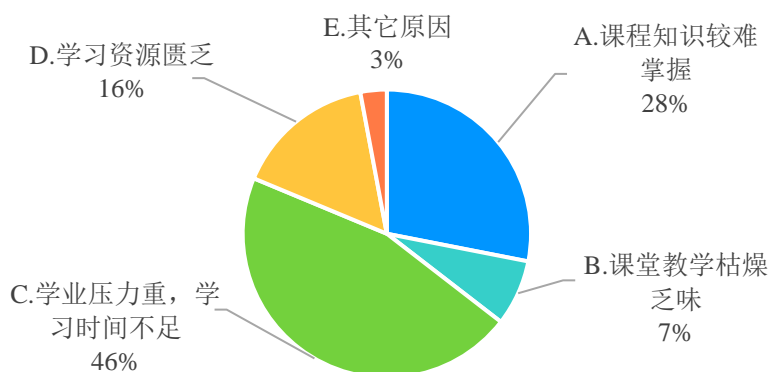


图3 学生对人工智能不感兴趣的原因

如图3所示, 通过调查学生对人工智能模块不感兴趣的原因发现, 将近一半学生因为学业压力重, 学习时间不足, 影响了学生的学习兴趣; 同时还有28%的学生是由于人工智能模块知识较难掌握, 对人工智能的理解偏差也容易导致学生内心滋生出对人工智能模块的畏难和抵抗情绪; 受课程资源匮乏因素影响的学生也占16%, 还有少数7%的学生是因为课堂教学枯燥乏味, 剩余的3%学生在影响其学习兴趣的因素选择了其它, 大多数学生反馈的原因多由于自己较低的基础水平。在实践中充分考虑学习者特征和教学内容, 尊重学习者原有认知基础, 使学习者动机得到很好的激发, 使得课堂更有趣、更有效。

5.3. 教学实施过程

于2022年9月至2022年12月, 在张家口某中学面向初中八年级学生, 在每周二下午第三节, 开展人工智能教学实践研究, 于2022年12月底正式结课。上课时间为每周一课时, 在两个班开展三轮教学实践, 共有96名学生。图4为人工智能模块的教学过程。

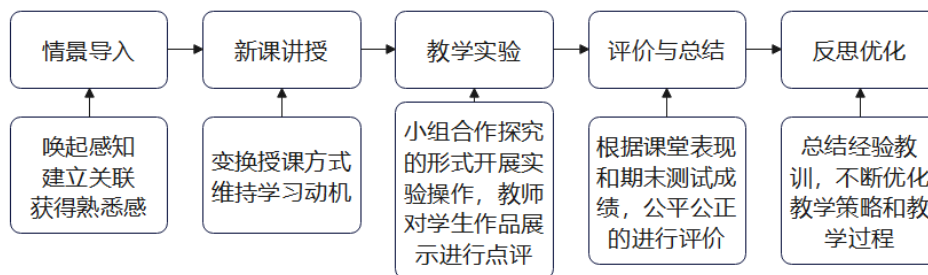


图4 教学过程图

考虑到课程教学面对的是八年级学生, 但学校之前并未开设系统的人工智能模块, 所以编程部分选用学生们较易学习的图形化编程, 通过趣味游戏设计进行系统性学习。课程先带领学生初步感知和认识人工智能的含义、了解人工智能的发展历程、感受人工智能的独特魅力以及体验人工智能技术; 随后以智能家居为单元主题, 让学生来体验与应用人工智能; 最后让学生们知道人工智能优势局限和隐私安全风险。通过对学动机水平问卷调查结果分析, 考虑到学生基础水平的差异显著。在教学实验环节时, 根据学生基础水平的差异进行灵活分组, 设计基于ARCS动机模型的初中人工智能模块教学, 更好地调动学生对人工智能学习的主动性。图5为学生实践操作时拍摄。



图 5 学生实践操作图

5.4. 研究结果分析

为更好地分析学生地学习动机水平变化，经过四个月实践研究，对两个班 96 名学生的前测和后测问卷数据，用 SPSS21.0 软件进行了系统分析。首先，对题目的平均值作“正态 Q-Q 图”，分析 25 个题的均值是否呈正态分布，再用成对样本 T 检验分析学生学习动机水平的变化。具体的分析如下：

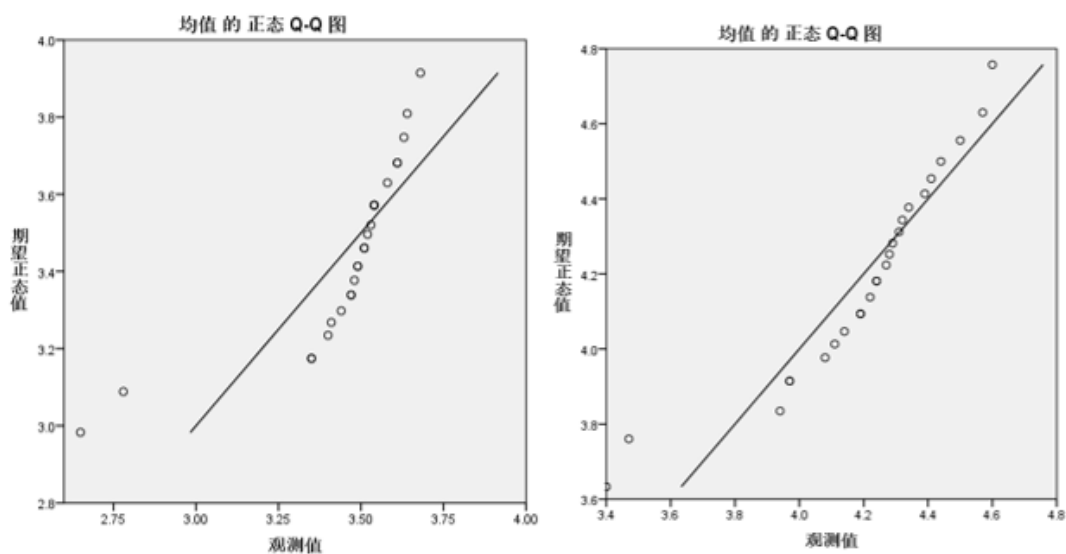


图 6 问卷前后测均值做“正态 Q-Q 图”

将人工智能学习动机水平调查问卷 25 个量表题的前后测均值，分别用 SPSS 软件进行描述统计分析，得出问卷前测与后测均值的“正态 Q-Q 图”。如图 6 所示，人工智能学习动机水平调查问卷的前测与后测均值趋于斜线分布，说明问卷前测与后测均值呈近似正态分布，适合做成对样本 T 检验。

表 2 描述性统计表

维度	前测/后测	均值	N	标准差	均值的标准误
A	前测	3.483	96	0.521	0.053
	后测	4.301	96	0.492	0.050
R	前测	3.565	96	0.481	0.049

C	后测	4.425	96	0.518	0.053
	前测	3.462	96	0.440	0.045
S	后测	4.034	96	0.607	0.062
	前测	3.324	96	0.510	0.052
	后测	4.102	96	0.569	0.058

将问卷中四个维度前测和后测的均值、样本数量、标准差以及均值的标准误通过 SPSS21.0 数据分析, 得到表 2 描述性统计表。可以直观地看到注意、相关性、自信和满意四个维度的均值变化显著, 说明通过教学实践, 两个班的学生在注意、相关性、自信和满意四个维度的动机水平都有明显增长。

表 3 成对样本检验量表

维度	成对差分					t	df	Sig.(双侧)
	均值	标准差	均值的标准误	差分的 95%置信区间				
				下限	上限			
A (前测-后测)	-0.818	0.665	0.068	-0.953	-0.683	-12.049	95	0
R (前测-后测)	-0.860	0.723	0.074	-1.007	-0.714	-11.657	95	0
C (前测-后测)	-0.573	0.740	0.075	-0.722	-0.423	-7.585	95	0
S (前测-后测)	-0.778	0.730	0.074	-0.925	-0.630	-10.441	95	0

通过描述性统计表简单的数据分析后, 我们将前后测数据作配对样本检验得出成对样本检验量, 如表 3 中数据所示。问卷的四个维度的均值差异都为负向, 并且四个维度的双侧显著差异值均是 0.000, 小于显著性差异值 0.05。两个教学实践班 96 名学生的各维度均值明显高于前测动机水平。说明经过参与 4 个月的教学实践活动, 学生在注意、相关性、自信和满意四个维度的动机水平表现出显著变化。将 ARCS 动机策略运用于初中人工智能课堂教学中能够有效提高学生的学习动机。

6. 总结

本研究采用实验研究法, 将 ARCS 动机模型的理论 with 初中人工智能教学相结合。经过三轮教学实践后, 通过对实践效果进行分析后发现, 注意、相关性、信心和满意四个维度的双侧显著差异值均是 0.000, 小于显著性差异值 0.05, 得出教学实践前后学生的学习动机水平差异显著。注意、相关性、信心和满意四个维度的均值分别提升了 0.818、0.860、0.573 和 0.778。通过课堂调查问卷、访谈分析及学生课堂表现观察量表对学生实验前后动机水平对比分析发现, 两个教学实践班学生的人工智能学习动机水平明显高于教学实践前。

因此得出结论: 基于 ARCS 动机模型的初中人工智能模块教学可以达到预期教学效果, 基于 ARCS 动机模型的初中人工智能模块教学策略, 能更好地激发初中学生学习人工智能的学习动机, 提高初中信息科技课程在人工智能模块的教学效果和教学质量。

人工智能时代所带来的机遇与挑战, 使开展中小学人工智能教育成为必然。近年来, 我国也日益重视基础教育阶段人工智能教育的开展。本研究立足于 ARCS 动机模型理论, 从学生学习动机激发与维持的角度出发, 详细分析学生的学习动机现状, 设计出了基于 ARCS 动机模型的初中人工智能模块学习动机激发策略。在人工智能教学中, 让 ARCS 动机模型与初中人工智能模块教学有效融合, 不断拓展学生思维空间, 增强学生的逻辑思维

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

能力，丰富学生的知识领域，促进学生个性化学习，培养人工智能创新型人才。更好地培养学生利用人工智能技术服务人类发展的使命感和责任感。

参考文献

中华人民共和国教育部。义务教育阶段信息科技课程标准（2022年版）。北京：北京师范大学出版社。

李星龙(2020)。基于ARCS动机模型的混合式教学模式探索。怀化学院学报(06), 137-140。

周建华、李作林和赵新超(2018)。中小学校如何开展人工智能教育——以人大附中人工智能课程建设为例。人民教育(22),72-75。

段世飞和龚国钦(2019)。国际比较视野下的人工智能教育应用政策。现代教育技术(03),11-17。

柴亚军(2017)。ARCS动机模型在课堂教学中的应用研究。中国教育技术装备(23),6-8。

顾明远(2019)。人工智能时代的教育挑战。创新人才教育.(04),5。

袁悦(2007)。信息技术课程中激发学习动机的策略及应用。首都师范大学硕士学位论文。

John M. Keller (1987). Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), first page-last page.

Mccarthy J (1958). Symposium on Mechanization of Thought Processes. *National Physical Laboratory*.

面向知识建构的小学科学教学策略研究

——以《点亮小灯泡》为例

Research on Primary School Science Teaching Strategy for Knowledge Construction: Taking "Light Up the Little Light Bulb" as an example

姜羽¹, 吴少文¹,

¹ 深圳市龙华区松和小学

*787690487@qq.com

【摘要】 小学科学是一门综合性课程，旨在通过科学实践探究培养学生的科学素。而当前小学科学教育中仍长期存在以讲授为主的课堂，生生互动不充分等困难，学生自主学习能力差、科学素养难以提升。本文将知识建构理论应用于小学科学教学实践，以《点亮小灯泡》为题，探索“基于真实情境的问题创设-基于知识建构理论的观点生成-基于真实的科学实践活动的观点改进反思”的教学策略，让学生经历科学家研究的“真实的科学实践历程”，实现科学教学中不同主体的有效交互，提高小学科学课堂教学与学习效率。

【关键词】 知识建构；小学科学；教学策略；科学素养

Abstract: Primary Science is a comprehensive curriculum that aims to cultivate students' scientific literacy through scientific practice inquiry, improve students' critical thinking, creative thinking, learning ability, etc. However, at present, there are still difficulties in primary school science education such as lecture-oriented classrooms and insufficient interaction between students and students, which makes it difficult to improve students' scientific literacy. This paper applies the theory of knowledge construction to the practice of primary school science teaching, with the title of "Light Up the Little Light Bulb", designs a teaching strategy of "asking questions - knowledge construction - reflecting and summarizing - co-building knowledge", explores the "real scientific practice process" that allows students to experience the research of scientists, realizes the effective interaction of different subjects in science teaching, and improves the teaching and learning efficiency of primary school science classrooms.

Keywords: Knowledge Building, Elementary School Science, teaching strategies, Science literacy

1. 引言

《义务教育小学科学课程标准（2022年版）》指出，科学课程要培养学生的核心素养，在学习过程中，逐步形成适应个人终身发展和水发展所需要的正确价值观、必备品格和关键能力。当前小学科学教育仍然难以克服以教师为主导的授课模式，以学生为主体的科学课堂难以落地，学生进行的科学探究浮与表面，难以培养学生的科学素养。值得注意的是，知识建构（Knowledge Building）是以科学共同体的概念为前提的(Bereiter et al., 1997)，提供给学生更多的自主学习和实践探究的空间与科学思维发展平台，通过推进知识创新共同体的概念来促进教育的根本变革(Scardamalia & Bereiter, 2014)。通过小学科学课程的学习，能够使学生体验科学探究的过程，培养提问的习惯，并能够利用科学方法和科学知识初步理解身边自然现象和解决某些简单的实际问题。因此，从事“真实的科学实践” (NGSS Lead States, 2013)活动是发展小学生核心素养的重要途径。

2. 知识建构理论

知识建构 (Knowledge Building), 旨在通过推进知识创新共同体的概念来促进教育的根本变革, 这与科学家所从事的“真实的科学实践”是一致的。与传统教学不同, 知识建构没有既定的课程教材或固定的教学流程, 它是一种基于原则而非程序式的教学模型。Scardamalia (2002)提出了基于知识创新共同体的 12 条知识原则: 如“追求知识, 自主自力”原则, 强调学生主动学习, 主理自己的学习过程, 对自己的学习负责任; “不断钻研, 完善观点”原则, 强调学生力臻观点完善, 寻求理论建构的持续过程; “共同承担, 知识无限”原则强调学生应主动承担集体认知责任, 共同促进共同体知识的持续发展。为了支持知识建构理论与原则, 知识建构研究者们开发了基于在线讨论的网络平台“知识论坛”(Knowledge Forum), 学生们在知识论坛上能够发表观点、共同建构解释、并持续推动共同体知识的发展 (如图 1 所示)。

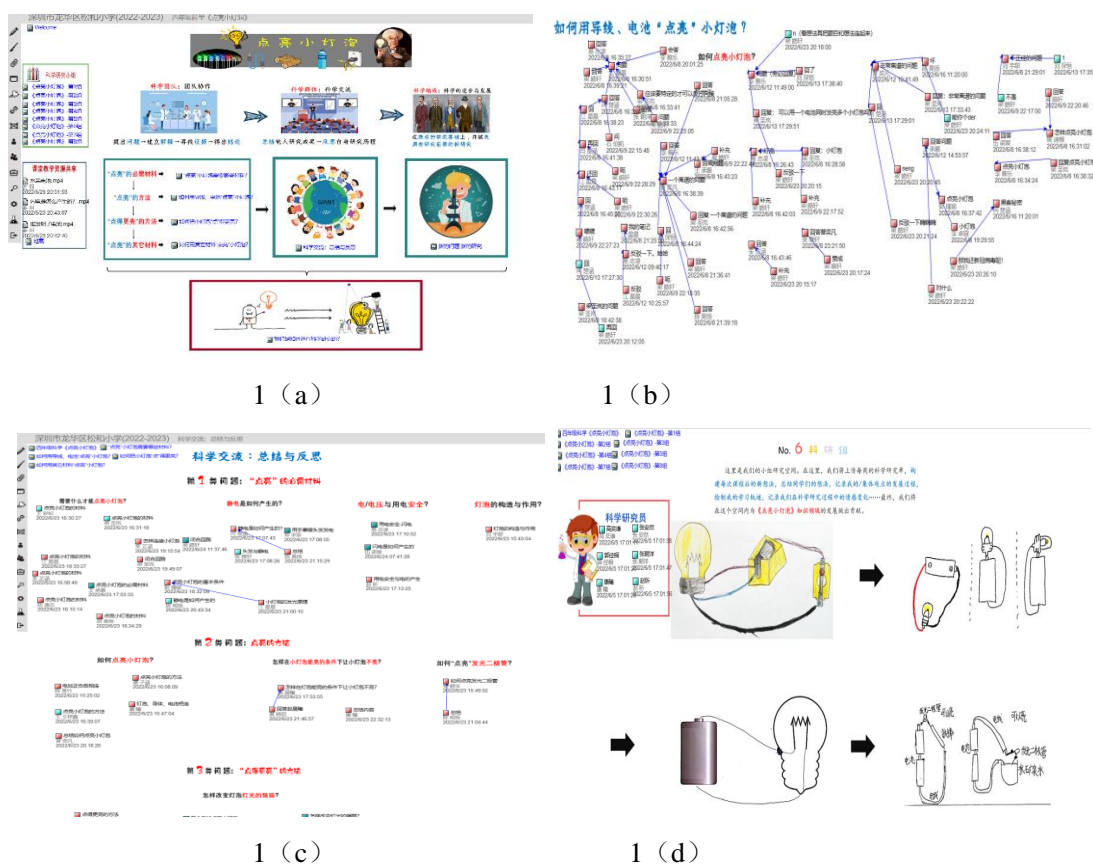


图 1 知识论坛视窗: 课程主页视窗 (a); 子主题“如何点亮小灯泡”视窗 (b); “我们的学习轨迹”视窗 (c); “我们都是小小科学家”视窗 (d)

3. 基于知识建构理论的教学设计

学生在五周十节课的时间里探究《点亮小灯泡》, 并在知识论坛上形成了 4 个子话题, 即“点亮小灯泡的必须材料”、“点亮小灯泡的方法”、“将小灯泡点得更亮的方法”、“点亮小灯泡的其他材料”, 详见图 1 (a)。本文以培养学生科学素养为中心, 在知识建构原则的指导下, 借助知识论坛总结了如下三个阶段融合“真实的科学实践”的教学策略。

3.1 基于真实情境的问题创设

知识建构课堂强调学生在真实情境中提出问题,如何让学生能够聚焦研究问题,显得尤为重要。因此,课程开始以“生活中各式各样的小灯”视频激发学生唤醒学生对生活中的小灯亮灭的情境,并通过学习单让聚焦问题“如何点亮小灯泡”,让学生“通过发挥想象力,在生活中寻找证据用写和画的方式点亮小灯泡”,并在课堂上展示学生的学习单。

通过学生对学习的分享汇报,能够发现学生对“如何点亮小灯泡”存在不同程度的认识,大部分学生知道点亮小灯泡要运用到:“导线、电池、小灯”等材料,但对于点亮小灯的方法不清楚;有的学生则对“点亮生活中的小彩灯”感兴趣,涌现出了大量的想法。

在此基础上,向学生介绍知识论坛,并鼓励学生使用“我的想法”、“我的问题”、“新的信息”等支架在知识论坛上提出关于“如何点亮小灯泡”问题发表观点,详见图1(b)。

学生首先在知识论坛上发布了相应的观点和问题,例如“点亮小灯泡的必须材料有哪些?”“点亮小灯泡的方法是什么”“将小灯泡点得更亮的方法是什么”等,并通过结合日常生活经验以及从互联网上搜集的权威信息对这些问题做出解释。例如,在回答“点亮下小灯泡的?”这个问题时,学生s2首先在互联网上寻找信息,然后利用“新的信息”这一支架提出“是爱迪生发现了灯泡,并且需要导线、电池和电灯泡。”这一结果表明,在知识建构环境中,学生完全有能力自主搜索信息,并结合实际生活的情境,提出问题,发表观点并初步建构集体观点。

3.2 基于知识建构理论的学生观点生成

科学实践始于具有研究前景的研究问题。因此,学生首先识别具有研究前景的主题,并将其分为四个研究方向(图1a),包括:“点亮小灯泡的必须材料”、“点亮小灯泡的方法”、“将小灯泡点得更亮的方法”、“点亮小灯泡的其他材料”。接下来,学生在现有主题的基础上不断建构,并提出更新的具有研究前景的问题以进行持续探究(图1b)。

在不同的子主题视窗中,学生们提出了诸如“怎样让小灯泡在亮的情况下不亮”“小灯泡发光的与原理是什么?”等问题。在整合共同体观点的基础上,学生提出相应的实验设计以获取更好的观点解释。例如,学生s09首先整合了学生s15、s18、s03的笔记,初步意识到通过实验探究我们发现:“点亮小灯泡要运用到导线、小灯泡、电池,并且要将材料逐一连接起来,小灯才会亮。这是因为有‘电’小灯才会亮”,并同时记录了小组实践探索过程中“小灯泡亮的实验现象和连接方法”。还有同学在笔记中写道“1.必须要有小灯泡;2.必须要有导体,并且要将导线、电池、小灯泡连起来才能亮,并且要组成闭合回路才能亮起来”结果表明,学生通过实验探究、反思总结他人观点,能够逐步建构出:导线、小灯泡与电池要形成闭合回路才能点亮小灯泡。在知识建构模式所塑造的“真实的科学实践”活动中,学生完全能够通过自主设计实验、持续不断地完善观点。

3.3 基于真实的科学实践活动的观点改进反思

回顾与反思是科学实践中的重要环节。因此,学生首通过“科学团队的团队协作”追踪他们已关注的研究主题和研究问题,然后按照协同设计的科学实践历程逐步推动共同体科学知识的进步,即“提出问题→建立解释→寻找证据→得出结论”。通过“科学群体中的科学交流”来总结他人的研究成果→反思自身研究历程,在建构“前人”的理论视窗中反思他们是如何通过协同设计的科学实践历程逐渐推动《点亮小灯泡》领域发展的;最后,共同推进“科学领域的进步与发展”,同时提出新问题进行下一轮研究。图2详细展示了某个学生小组在《点亮小灯泡》知识领域学习过程中,所建构的科学实践历程。结果表明,学生不仅能够从事真实的科学实践活动,且能够通过自主反思获得科学实践活动中的知识发展历程,这对于科学素养的培养是至关重要的。

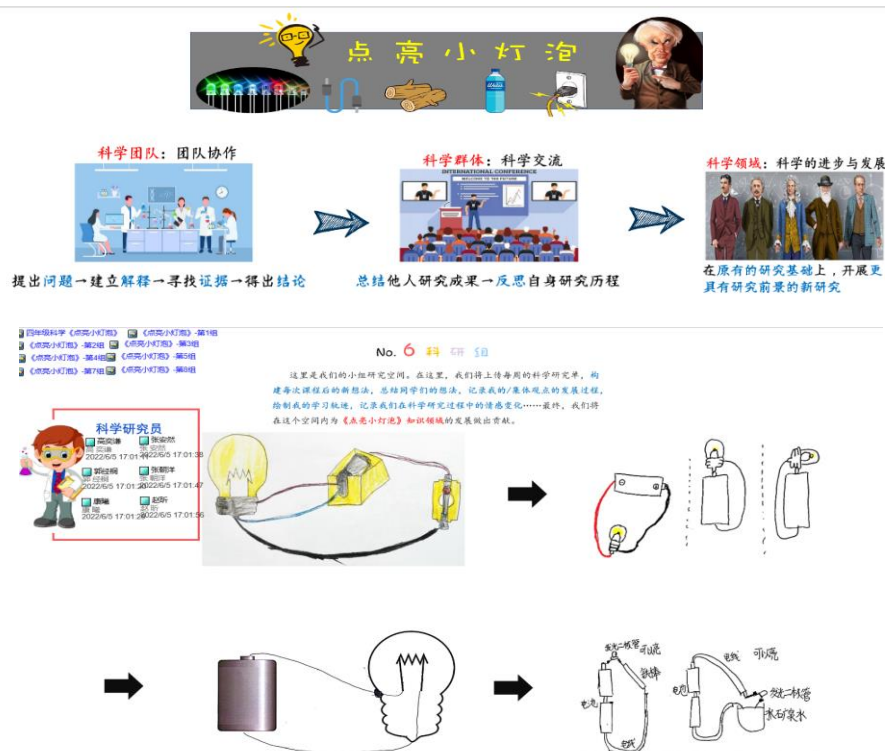


图 2.某学生小组刻画的观点改进过程

4. 结论

知识建构理论与小学科学课堂的融合是一种创新的学习方式，旨在推进学生观点发展，并以此来促进班级（共同体）的知识产生，强调集体的智慧与力量。本文基于知识建构理论，构建出“基于真实情境的问题创设-基于知识建构理论的观点生成-基于真实的科学实践活动的观点改进反思”这一教学策略，进而培养并提升小学生的科学素养。

参考文献

- Bereiter, C., Scardamalia, M., Cassells, C., & Hewitt, J. (1997). Postmodernism, knowledge building, and elementary science. *The Elementary School Journal*, 97(4), 329-340. <https://doi.org/dg498w>
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press. <https://doi.org/drgp>
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal Education in a Knowledge Society* (Vol. 97, pp. 67-98). Open Court. <https://bit.ly/3013EQ8>
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2014). Knowledge building and knowledge creation: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 397-417). Cambridge University Press. <https://doi.org/d9tv>

Exploring Changes in Learning Approach of Elementary School

Students Using a Knowledge Building Platform

¹Sheng-Han Yang, ²Jyh-Chong Liang

¹Taiwan Normal University

²Taiwan Normal University

* 80708008e@gapps.ntnu.edu.tw

Abstract: *This study examines the changes in learning approach of 43 elementary school students in the COVID-19 pandemic after using a knowledge forum (KF) platform in social science class. The results of the study show that after using the KF platform, students' surface learning motivation and surface learning strategy dimensions both significantly decreased, which may indicate that the KF platform's knowledge building learning approach helped adjust students' surface learning approach.*

Keywords: learning approach, knowledge building, knowledge forum

1. Introduction

The COVID-19 pandemic has had a significant impact on various industries worldwide, and primary education is no exception. As a result of the pandemic, schools have started implementing remote teaching, and students need to familiarize themselves with different teaching platforms and software, as well as learn how to effectively use these tools for learning. Additionally, unstable internet connectivity and inadequate devices can also affect students' learning.

Remote learning requires students and teachers to adjust their ways of interaction, questioning, and answering, which can also affect students' learning outcomes. In addition, issues such as noisy home environments and lack of parental supervision may also affect students' learning outcomes. Since the learning environment at home is different from that of the school, learning motivation may correspondingly decrease, thereby affecting learning outcomes. Overall, the COVID-19 pandemic has had a profound impact on the learning of primary school students in Taiwan. Students need to adapt to new learning methods, overcome the problem of decreased learning quality, and optimize their learning experience and outcomes.

As the pandemic gradually subsides, Taiwan's teaching scene has implemented a "hybrid teaching" policy, with most students who have not been infected attending school normally, while students who have been infected or are worried about the pandemic participate in classes remotely. Taiwan primary school teachers and students usually use government or school-provided teaching platforms, such as Moodle, Google Classroom, and Cooc, as tools for remote learning. Some teachers or parents may also use online learning resources, such as e-books provided by publishers or online tutoring, which provide many courses and exercises to help students strengthen their learning.

2. Literature Review

2.1 Knowledge building

Knowledge building (KB) is a collaborative team process that provides valuable and practical ideas and ongoing improvements for communities (Scardamalia and Bereiter, 2006). KB emphasizes a community-based foundation to support sustained idea-centered collaboration. This collaborative process promotes students to become more collaborative, autonomous, and creative learners (Hong & Lin, 2019). Prior to establishing a learning-centered community, community awareness must be raised. This includes online discussion forums, reading and understanding peer ideas. This awareness is needed to contribute to solving community problems. As members of the knowledge building community, participants need to take responsibility for group consciousness and continuously improve the ideas that the community holds (Scardamalia, 2002). In KB classrooms, learners view new learning content or information as problems that need to be explained (Bereiter & Scardamalia, 1993; Chan, Burtis & Bereiter, 1997). As promoters of knowledge building, teachers guide students in developing problems and pushing students to explore problems. Learners collaboratively improve shared knowledge (So, Seah & Hwee Leng, 2010). In the learning process of KB, students participate in generating, communicating, reflecting, elaborating, improving, and creating to facilitate knowledge generation. To support sustained idea-centered collaboration, knowledge building emphasizes a community-based foundation. Students can be grouped for activities (Scardamalia, 2002; Scardamalia & Bereiter, 2003).

To create a learning environment that allows learners to learn based on the KB concept, researchers have developed Knowledge Forum (KF) as an online platform for knowledge sharing and development. The design of KF can promote the development of KB communities and allow learners to share knowledge on the platform (Bereiter & Scardamalia, 2014; Scardamalia, 2004; Scardamalia et al., 1994).

KF promotes important online activities in KB communities: community awareness, idea contribution, and building on ideas. These activities are also the main features of KF (Broadbent & Galeotti, 2015; Scardamalia & Bereiter, 2006).

This online learning environment allows students to engage in many-to-many communication. This asynchronous online discussion platform allows learners to capture the discourse they engage in on specific inquiry topics. Under the guidance of teachers, it allows them to pose questions, interact competitively, continually improve their ideas, and enhance their understanding of knowledge (So, Seah & Hwee Leng, 2010).

2.2. Learning approach

The concept of "learning approach" was proposed by Marton and Säljö (1976, 1984) and refers to the motivations and strategies that learners use to learn or process academic work. Research reports indicate that there are two levels of learning approach: surface learning approach and deep learning approach (Biggs, Kember & Leung, 2001).

Surface learning strategies include "minimizing the scope of study" and "memorization." Surface motivation includes "fear of failure" and "aiming for qualification," which means making efforts only to complete learning tasks. In deep learning strategies, students learn with the purpose of understanding the content, which is a more coordinated learning method that includes "relating ideas" and connecting known or learned course content, as well as pursuing "understanding" and learning the principles behind the subject matter. The motivation for deep learning is based on "intrinsic interest" and "commitment to work" throughout the learning process.

Recent studies (Aydemir, Bayram, Arlı, 2022; Xie, Zhang & Ronnel, 2022) show that assessment requirements in teaching and peer influence can affect surface learning methods, while

deep learning approach is a more ideal learning approach. Students demonstrate different learning approaches when learning different subjects, and factors such as the teaching style and presentation of learning objectives by teachers can also affect students' different learning approaches (Marlies, Eva, Katrien, Filip, 2010).

3. Methods

3.1. Participants

The research participants were 43 sixth-grade students from two classes in a primary school in Taipei, including 22 males and 21 females. This study designed a two-semester course on "COVID-19 Pandemic and Society," which was integrated into the original social studies curriculum. Prior to using the Knowledge Forum, students had not been exposed to a knowledge-building forum. Before integrating the COVID-19 topic into social studies teaching using the Knowledge Forum, two classes were devoted to introducing the platform and its operation.

3.2. Course Design

The teacher is a qualified full-time primary school teacher with 11 years of teaching experience. The curriculum design of this study aims to enable students to learn knowledge beyond the textbook, expand their knowledge horizon through meaningful knowledge construction with their peers in a collaborative learning manner through the Knowledge Forum (KF). We adopted a knowledge building approach to design our course. In this teaching approach, the teacher is not only a knowledge transmitter, but also a supporter and guide. Through the students' discussions on the KF platform, the teacher understands their learning status and needs, and stimulates their creativity and imagination in different ways. We used Problem-Based Learning (PBL) to present specific questions, asking what impact COVID-19 has had on various aspects of society. Secondly, we also used case-based teaching, such as news reports on the Russo-Ukrainian War, to stimulate students' thinking about the possible effects of the epidemic in such situations. Thirdly, we used cooperative learning, dividing learners into small groups and encouraging them to exchange and share knowledge to facilitate knowledge building. These teaching strategies can enable learners to be more active, confident, and proactive in constructing knowledge, thereby improving learning effectiveness and outcomes. Teachers can choose appropriate teaching strategies and methods based on different learners and learning content to achieve effective practice of knowledge building teaching. The course design is shown in Table 1.

Table 1. Course Design

Grade 6, First Semester	
Unit	KF Discussion Topic 6 times
Cradle of Civilization	History of human epidemics
Development of Technology	How technology development helps humans face the COVID-19 pandemic 1
Crisis and Response of Technology	How technology development helps humans face the COVID-19 pandemic 2
Comprehensive View of Economic Life	Economic changes after the pandemic
Taiwan's Economic Development After the War	Industries in Taiwan affected by the pandemic
Taiwan Moving Forward	Contribution of Taiwan to the COVID-19 pandemic, discussion of variants
Grade 6, Second Semester	
Unit	KF Discussion Topic 6 times
Together for the Love of the Earth	Pandemics and climate changes

Comprehensive View of Global Issues	COVID-19 and the Ukraine War 1 COVID-19 and the Ukraine War 2
World of Love and Care	COVID-19 and human rights, international organizations, and caring for vulnerable groups 1 COVID-19 and human rights, international organizations, and caring for vulnerable groups 2
Civic Responsibility and Global Sustainability	Citizenship in the pandemic: Taiwan's participation in international affairs

3.3. Research Tools

3.3.1 The Knowledge Forum (KF)

The Knowledge Forum (KF) was used as the main research tool in this study. This study was conducted in the social studies class of sixth-grade students for two semesters, with one to two KF online discussions per unit. The KF backend was used to collect quantitative data on students' discussions.

3.3.2 Learning Approach Questionnaire

To evaluate the learning approach of primary school students in learning about the COVID-19 pandemic in the social sciences, we developed a questionnaire adapted from the Revised Learning Process Questionnaire (R-LPQ-2F) by Biggs and colleagues (2001). In Biggs et al.'s study, the R-LPQ-2F was confirmed by confirmatory factor analysis to have eight factors, including deep motivation and deep strategies (fit index: CFI = 0.969, SRMR = 0.027), and surface learning, including surface motivation and surface strategies (fit index: CFI = 0.965, SRMR = 0.024). Their four subscales contained eight factors: deep motivation includes "intrinsic interest" and "commitment to learning"; deep strategies include "relating ideas" and "pursuing understanding"; surface motivation includes "fear of failure" and "aiming for qualification"; and surface strategies include "minimizing the scope of study" and "memorization."

To investigate the learning approach of primary school students in learning about COVID-19 related social issues using KF, this study adopted and modified the R-LPQ-2F to study the learning approach of primary school students in learning about COVID-19 related social issues. We generated the COVID-19 social science questionnaire according to the following steps:

First, we changed the learning context in R-LPQ-2F to "learning about COVID-19 knowledge on the KF platform," and labeled the beginning of the questionnaire as "After receiving KF courses, I think...". In this questionnaire, the original item "Learning sometimes makes me feel very happy and satisfied" was changed to "When I learn social studies, I always feel very happy and satisfied most of the time."

Second, two primary school social studies teachers were invited to evaluate the clarity and comprehensibility of all items in the social studies learning method questionnaire. Based on their suggestions and opinions, minor modifications were made to the wording of some items.

Third, a primary school teacher who graduated from a master's program in education and a primary school teacher with 20 years of experience reviewed all 34 questionnaire items and approved the revisions to this questionnaire. The complete questionnaire is included in the appendix.

3.4. Analysis Method

This study will present students' discussion content on the KF platform qualitatively, and descriptive statistics will be used to analyze the quantity of the discussions. The learning approach questionnaire will be administered at the end of the first and second semesters, and a dependent sample t-test will be used to examine the differences in the eight learning approach factors before and after the two semesters.

4. Results

4.1. Knowledge Forum Backend Statistics

In two semesters, teachers and students used a knowledge-building forum to integrate COVID-19 issues into social studies courses. The activities in the backend are shown in the table. The total number of created or responded posts reached 1610 ($M=37.44$, $SD=14.72$); the number of revisions to the content reached 3256 times ($M=75.72$, $SD=34.05$); the total number of clicks to read the posts reached 3228 times ($M=75.07$, $SD=31.94$).

Table 2. Knowledge Forum Backend Statistics

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Total</i>
Create	43	37.44	14.720	1610
Modified	43	75.72	34.046	3256
Read	43	75.07	31.942	3228
total	43	188.23	76.289	8094

4.2. Learning approach

4.2.1. Reliability of the Learning approach Questionnaire

The researcher analyzed the Cronbach's alpha coefficient of the questionnaire, and all eight dimensions of the learning approach questionnaire reached 0.7 or higher.

Table 3. Reliability of the Learning approach Questionnaire

Items	<i>Cronbach's alpha</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>
Deep motivation - intrinsic interest	0.86	4.33	0.71
Deep motivation - commitment to work	0.84	3.78	0.79
Deep strategies - relating ideas	0.91	4.17	0.79
Deep strategies - understanding	0.78	4.17	0.70
Surface motivation - fear of failure	0.83	3.51	1.25
Surface motivation - aiming for qualification	0.70	3.75	0.86
Surface strategies - minimizing the scope of study	0.80	2.55	0.76
Surface strategies - memorization.	0.84	3.57	0.76

4.2.2. Learning approach t-test

By using a t-test to examine the differences in the eight learning approach factors before and after the two semesters, it can be found that there is no significant difference in deep motivation and deep strategy. However, it can be observed from the results of the pre- and post-tests that surface motivation and surface strategy have lower scores in the post-test than the pre-test. The p-value from the t-test results indicates a significant difference.

Table 4. Learning approach t-test

Items	Mean		<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
	Pre	Post			
Deep motivation - intrinsic interest	4.26	4.33	42	-.780	.440
Deep motivation - commitment to work	3.94	3.78	42	1.220	.229
Deep strategies - relating ideas	4.17	4.17	42	.000	1.000
Deep strategies - understanding	4.30	4.17	42	1.029	.310
Surface motivation - fear of failure	4.02	3.51	42	2.459	.018**
Surface motivation - aiming for qualification	4.16	3.75	42	2.407	.021**

Surface strategies - minimizing the scope of study	2.86	2.55	42	2.067	.045**
Surface strategies - memorization.	4.11	3.57	42	3.698	.001***

5. Discussions

5.1. Exploring the KF platform in pandemic society class

Children can act intentionally, speak for themselves, and reflect on their interactions with the world. This means that they have their own worldview and ways of interacting, and language expresses itself in various ways, not just through words (Manipon, 2023). Educators should emphasize cooperation with students to prevent and recognize the importance of COVID-19's impact on the world. Students can also think meaningfully, express themselves, and turn their ideas into practical actions, realizing their connection with the world.

Research shows that the knowledge, attitudes, and behaviors (KAP) of certain populations, including child and parental health behaviors, still need improvement (Li et. al, 2020). Digital learning platforms can have a significant effect on students' learning of disease-related issues (Neulight et. al, 2006). In this study, students used KF as a learning platform to discuss pandemic-related issues with teachers and peers. They were allowed to search for relevant information on the Internet and obtain important information about the pandemic's impact on themselves and the world, which they could then discuss and publish on the platform with their groups. Through this learning experience, students also became aware of the importance of reliable pandemic information for raising public awareness and improving physical and mental health.

5.2. Changes in learning approach after using the KF platform for learning

After receiving social studies courses integrated with pandemic issues on the KF platform, students' learning approach changed. The surface motivation and surface learning strategies had lower scores in the post-test than the pre-test, while the deep motivation and deep learning strategies showed no significant difference. Students demonstrate different learning approaches when learning different subjects, and factors such as the teaching style and presentation of learning objectives by teachers can also affect students' different learning approaches (Marlies, Eva, Katrien, Filip, 2010).

Previous research conducted by Chan & Chan (2011) examined the relationship between students' views of collaboration and online participation in Knowledge Forum and investigated the influence of deep learning approaches on collaborative knowledge construction and online participation. In our study, we explored the impact of integrating social science into pandemic contents on student learning approach and strategies in the KF platform and investigated the transformation of student learning roles under the concept of knowledge construction learning. Both studies emphasized the significance of knowledge construction and its application in empirical research. However, differences in research participants and learning subjects may have contributed to variations in the results of deep strategies and deep motivation in learning methods.

6. Conclusions, Limitations and Future Research

Through this study, we found that using the KF platform for learning can improve students' learning approach and allow them to engage in meaningful discussions about pandemic-related issues with their peers and teachers. Digital learning platforms can play a significant role in improving students' understanding of disease-related issues and their ability to think critically and communicate effectively.

We believe that there are several possible reasons why our study was unable to enhance students' deep strategies, and these factors can also serve as ways to improve future instructional research design. First, the time limit of the course affects the opportunity for students to discuss issues more deeply. Each class in Taiwan elementary school lasts for 40 minutes, and after the teacher guides students to understand the discussion topic, there is usually less than 30 minutes for students to engage in group discussions and data retrieval. Therefore, it affects the opportunity for students to "Relating Ideas" and "Understanding" of the subject content and its underlying principles during deep learning.

The reason for the lack of enhancement in students' deep motivation may be due to the time constraints mentioned above and the score-oriented cultural background in Chinese education. The issues discussed in the classroom are not exam-oriented, which also affects students' attitudes towards the discussion. In future research designs, it is suggested to increase other incentives to allow students to enhance their intrinsic interest and commitment to work.

One significant limitation of the present study is the small sample size, which raises questions about its representativeness for the entire population. The restricted sample size poses a challenge to the study's findings and affects the credibility of the conclusions. Additionally, this study does not consider other potential variables that might influence learning methods, such as students' backgrounds. To gain a comprehensive understanding of the correlation between learning approaches and other variables, future studies should seek to expand the sample size, which can improve the representativeness and credibility of the findings. Furthermore, researchers should explore other possible factors that may impact learning approaches.

References

- Aydemir, M., Bayram Arlı, N. (2022). A Path Analysis of Learning Approaches, Personality Types and Self-Efficacy. In: Terzioğlu, M.K. (eds) *Advances in Econometrics, Operational Research, Data Science and Actuarial Studies. Contributions to Economics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85254-2_17
- Baeten, M., Kyndt, E., Struyven, K., & Dochy, F. (2010). Using student-centred learning environments to stimulate deep approaches to learning: Factors encouraging or discouraging their effectiveness. In *Educational Research Review* (Vol. 5, Issue 3, pp. 243–260). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.06.001>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2014). Knowledge building and knowledge creation: One concept, two hills to climb. *Knowledge creation in education* (pp. 35–52). Singapore: Springer.
- Biggs, J. B., Kember, D., & Leung, D. Y. P. (2001). The revised two factor study process questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 133-149.
- Broadbent, S., & Gallotti, M. (2015). Collective intelligence: How does it emerge? Nesta, June 2015. Retrieved November 21 2016, from https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/collective_intelligence.pdf.
- Cacciamani, S., Perrucci, V., & Khanlari, A. (2018). Conversational functions for knowledge building communities: a coding scheme for online interactions. *Educational Technology Research and Development*, 66(6), 1529-1546.
- Chan, C. K. K., & Chan, Y.-Y. (2011). Students' views of collaboration and online participation in Knowledge Forum. In *Computers & Education* (Vol.57, 1, pp.1445–1457). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.003>

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Chen, B., Resendes, M., Chai, C. S., & Hong, H. Y. (2017). Two tales of time: uncovering the significance of sequential patterns among contribution types in knowledge-building discourse. *Interactive Learning Environments*, 25(2), 162-175.
- Hong, H. Y., & Lin, P. Y. (2019). Elementary students enhancing their understanding of energy-saving through idea-centered collaborative knowledge-building scaffolds and activities. *Educational Technology Research and Development*, 67(1), 63-83.
- Ke, F., & Xie, K. (2009). Toward deep learning for adult students in online courses. *The Internet and Higher Education*, 12(3-4), 136-145.
- Li, W., Liao, J., Li, Q., Baskota, M., Wang, X., Tang, Y., Zhou, Q., Wang, X., Luo, X., Ma, Y., Fukuoka, T., Ahn, H. S., Lee, M. S., Chen, Y., Luo, Z., & Liu, E. (2020). Public health education for parents during the outbreak of COVID-19: a rapid review. In *Annals of Translational Medicine* (Vol. 8, Issue 10, pp. 628–628). AME Publishing Company. <https://doi.org/10.21037/atm-20-3312>
- Marton, F. & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning, outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 4-11.
- Marton, F. & Säljö, R. (1984). Approaches to learning. In F. Marton, D. Hounsell, & N. Entwistle (Eds.), *The experience of learning*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Neulight, N., Kafai, Y. B., Kao, L., Foley, B., & Galas, C. (2006). Children's Participation in a Virtual Epidemic in the Science Classroom: Making Connections to Natural Infectious Diseases. In *Journal of Science Education and Technology* (Vol. 16, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9029-z>
- O. Manipon, M. N., Saint Mary's University, Philippines. (2023). Effectiveness of ChemiCooking as A gamified intervention in nomenclature of compounds: Learning experiences of Grade 11 students in A public school. *International Multidisciplinary Research Journal*, 5(1). doi:10.54476/ioer-imrj/454889
- Qiuzhi Xie, Li-fang Zhang & Ronnel B. King (2022) Why do students change their learning approaches? A mixed-methods study, *Educational Psychology*, 42:9, 1089-1108, DOI: [10.1080/01443410.2022.2049708](https://doi.org/10.1080/01443410.2022.2049708)
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67–98). Chicago: Open Court.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1991). Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media. *The Journal of the Learning Sciences*, 1(1), 37–68.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265–283.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265–283.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge building. In *Encyclopedia of Education* (2nd ed., pp.1370–1373). New York: Macmillan Reference, USA
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 97–118). New York, NY: Cambridge University Press.

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

So, H. J., Seah, L. H., & Toh-Heng, H. L. (2010). Designing collaborative knowledge building environments accessible to all learners: Impacts and design challenges. *Computers & Education*, 54(2), 479-490.

So, Seah, L. H., & Toh-Heng, H. L. (2010). Designing collaborative knowledge building environments accessible to all learners: Impacts and design challenges. *Computers & Education*, 54(2), 479-490.

Sun, Z., Lin, C. H., Wu, M., Zhou, J., & Luo, L. (2018). A tale of two communication tools: Discussion-forum and mobile instant-messaging apps in collaborative learning. *British Journal of Educational Technology*, 49(2), 248-261

基于数学学科教学知识视角下的知识建构中教师的专业化发展研究

——以《八边形有多大》课例教学设计为例

Research on Teacher Professional Development in Knowledge Construction from the

perspective of Mathematics Pedagogical Content Knowledge

——Taking the teaching design of "How Big is the Octagon" as an example

周林桢

深圳市龙华区松和小学

* 18916294868@163.com

【摘要】 本研究以数学学科教学知识（Mathematics Pedagogical Content Knowledge，简称MPCK）为基础，探讨了知识建构中教师的专业化发展。本文分析了MPCK的概念框架、结构和关键要素，以及教师在知识建构过程中的专业化发展的路径和策略。通过对多元文献的综述和实证研究，本文得出了教师在知识建构过程中应当关注MPCK各要素的协同发展，注重教学实践的反思和自我调适，培养跨学科的知识整合能力等针对性的策略与建议。

【关键词】 知识建构；数学教师专业知识；教师专业化；实证研究；发展策略

Abstract: Based on the Mathematics Pedagogical Content Knowledge (MPCK) of teachers, this study explores the development of teachers' specialization in the construction of knowledge. This paper analyzes the conceptual framework, structure and key elements of MPCK, as well as the paths and strategies for teachers' professional development in the process of knowledge construction. Through the review of multiple literatures and empirical research, this paper concludes that teachers should pay attention to the collaborative development of various elements of MPCK, pay attention to the reflection and self-adjustment of teaching practice, and cultivate interdisciplinary knowledge integration ability in the process of knowledge construction.

Keywords: Knowledge construction, MPCK, Teacher specialization, Empirical research, Development strategy

1. 引言

教师专业化发展一直是教育学界关注的焦点问题，它直接影响着教师的教育质量和教学实效。**MPCK** 作为教师专业知识的一个重要分支，在教师知识建构的过程中发挥着重要作用。本文以 **MPCK** 为视角，探讨了知识建构中教师的专业化发展，以期为教师的专业发展提供理论支持和实践指导。

2. **MPCK** 的概念框架和结构

2.1 **MPCK** 的概念框架

MPCK 是 *Shulman* (1987) 提出的教师专业知识的概念，指的是教师在教学过程中运

用数学知识与教育学知识相结合的能力。*MPCK* 包括了教师的数学内容知识 (*Content Knowledge*, 简称 *CK*)、教育学知识 (*Pedagogical Knowledge*, 简称 *PK*) 和数学教育学知识 (*Mathematics Pedagogical Knowledge*, 简称 *MPK*) 等多个层面。

2.2 *MPCK* 的结构

本研究将 *MPCK* 划分为以下几个关键要素:

- (1) 数学内容知识: 教师对数学知识体系的理解和把握, 包括数学概念、定理、方法等。
- (2) 教育学知识: 教师掌握的教育学原理、教学方法和评价方式等。
- (3) 数学教育学知识: 教师将数学内容与教育学知识相结合的能力, 包括数学概念的呈现、学生思维的引导和教学过程中的问题解决等。
- (4) 课程与教材知识: 教师对课程目标、教材内容和结构的理解, 以及运用教材进行教学的能力。
- (5) 学生认知与发展知识: 教师了解学生的认知发展水平、学习特点和需求, 并能根据学生的差异进行个性化教学。

3. 基于 *MPCK* 视角下的知识建构策略及实证研究

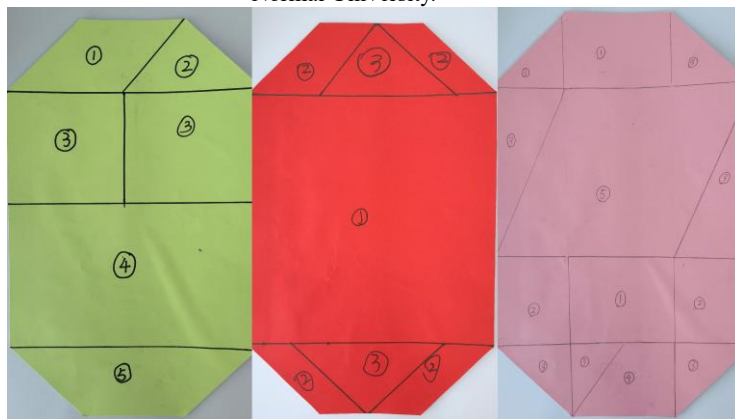
(实证研究课例: 深圳市龙华区松和小学《八边形有多大》知识建构课例)



图一 《八边形有多大》课堂学生自主讨论环节

3.1. 整合数学内容知识与教育学知识

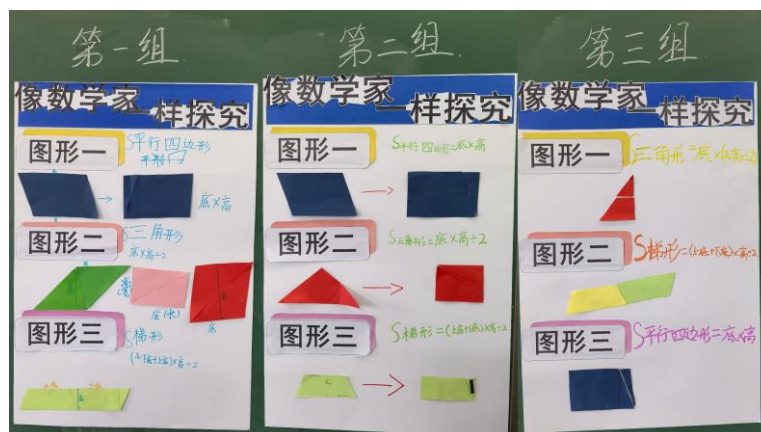
教师应关注课程标准和教材编排, 在深入理解数学知识的基础上, 运用教育学知识, 设计合理的教学策略, 满足学生的学习需求教师应。课前准备中教师在不同版本教材对比中确定教学逻辑, 在重难点提炼中设计大单元教学, 在教具准备中预判学况, 对于教师课程标准解能力及课程整合能力提出了高要求和新挑战。



图二 学生充分利用学具探索未知图形面积

3.2. 发挥数学教育学知识的作用

教师应充分利用数学教育学知识，研究学生的数学认识发展规律，引导学生建构数学知识，提高学生的数学素养。课中教师触发并串联各教学环节，协助学生进行合作学习，引导学生自主总结学习路径，教师在此过程中对于培养学生的核心素养意识有所增强，不再为了教而教，能够真正做到以学生为主体。

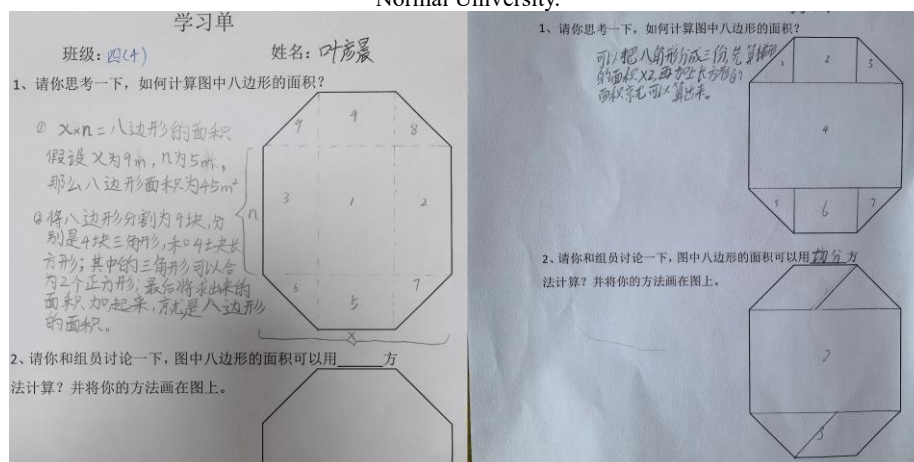


图三 学生以学习共同体为单位生成学习成果

3.3. 注重课程知识的运用

结合实际教学情境，合理组织教学内容，使教学更具针对性和实效性。课后提升环节注重题量，用最少的题目达到自主评价的最大效果，题目的形式涉及社会实践类，语言表达类等多种形式，用层次丰富的课后练习加深学生的学习兴趣和，注重题目与生活实际的联系。

课前，课中，课后三个环节环环相扣，推动学生习得学习路径，形成了具有班级特色的学习模式，对教师的个人专业发展能力提升提供了助推平台和提升空间。



通过对数学教师的实证研究, 有以下几个对教育实践具有启示意义的发现: 教师的专业知识水平与教学质量呈正相关, 越高的专业知识水平往往能带来越好的教学效果; 教师的合作研究与教学反思有助于提高教师的教学实践水平, 促进教师专业化发展; 系统的教师培训与发展项目对于提高教师的专业素养具有积极作用, 但应关注培训的针对性和实效性, 避免形式主义; 教师在知识建构过程中, 应重视学生的个体差异, 运用多样化的教学策略, 以促进学生的全面发展。

4. 教师知识建构的专业化发展路径与策略

4.1 教师知识建构的专业化发展路径

基于上述实证研究及 *MPCK* 视角下的教师知识建构, 本文提出以下专业化发展路径:

(1) 关注 *MPCK* 各要素的协同发展: 教师应关注数学内容知识、教育学知识、数学教育学知识、课程与教材知识以及学生认知与发展知识等多个层面的发展, 形成协同发展的专业知识体系。

(2) 注重教学实践的反思与自我调适: 教师应在教学实践中进行反思和总结, 不断调整和完善教学策略, 提高教学质量。

(3) 培养跨学科的知识整合能力: 教师应拓展相关学科的知识领域, 将跨学科的知识融入数学教学, 提升教学创新能力。

4.2 教师知识建构的专业化发展策略

为促进教师在知识建构过程中的专业化发展, 本文提出以下策略:

(1) 加强师范教育与教师培训: 提高师范教育的质量, 增设 *MPCK* 相关课程, 加强教师培训, 使教师具备扎实的专业知识基础。

(2) 建立教师专业发展社区并实施教育教学改革: 鼓励教师加入教育研究社群, 共同探讨教学问题, 分享教育资源, 提升教师的专业能力; 推进课程改革, 优化教材内容, 创新教学方法, 提高教育教学质量。

(3) 完善教师评价体系并提供个性化的专业发展支持: 建立多元化、科学的教师评价体系, 关注教师的专业发展和教学实践, 激励教师追求卓越; 为教师提供针对性的培训和指导, 满足不同教师在知识建构过程中的个性化需求。

5. 结论

本研究以 *MPCK* 为视角, 探讨了知识建构中教师的专业化发展, 分析了 *MPCK* 的概念框架、结构和关键要素, 以及教师在知识建构过程中的专业化发展路径和策略。通过对多元文献的综述和实证研究, 本文得出以下结论: 教师在

知识建构过程中应关注 **MPCK** 各要素的协同发展，形成一个完整的、协调发展的专业知识体系。教师应注重教学实践的反思和自我调适，不断调整和完善教学策略，提高教学质量。教师应培养跨学科的知识整合能力，将跨学科的知识融入数学教学，提升教学创新能力。

本研究为教师的专业发展提供了理论支持和实践指导，有助于推动教师队伍的整体素质提升和教育质量的改进。然而本研究仅从 **MPCK** 视角出发，未涉及其他学科的教师专业知识建构，未来研究可拓展至其他学科领域，以期全面提高教师队伍专业化水平提供更多支持。

参考文献

- [1] Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- [2] Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). *Content knowledge for teaching: What makes it special?* *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- [3] Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). *Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400.
- [4] Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). *Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research*. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12-25.
- [5] Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). *Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge*. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28.

基于知识建构的数学概念教学

——以《体积》知识建构课例为例

Mathematical Concepts Teaching Based on Knowledge Construction

--- Take the "Volume" Knowledge Construction Lesson as An

Example

贾晨

深圳市龙华区松和小学

1628449733@qq.com

【摘要】 对于认知发展水平较低的小学生来说，数学概念是抽象的。因此，在小学概念教学中，概念的理解与运用是教学难点。而基于知识建构的数学概念教学改变了教师讲授的模式，以《体积》课例为例，学生经历四个教学环节，包括创造认知冲突，初步发表见解，提出问题；聚焦问题，深入研究；实验探究与理论建构；回顾与反思学习历程。从现象中感知体积、揭示体积的意义、探究体积的大小、图形的体积等共同建构的过程，通过群体学习共同建构出体积概念及相关知识。

【关键词】 数学概念教学；知识建构；体积

Abstract: For elementary school students with a lower level of cognitive development, mathematical concepts are abstract. Therefore, in the teaching of 1 concepts, the understanding and application of concepts is a difficult point. The teaching of mathematical concepts based on knowledge construction has changed the mode of teacher teaching, taking the "Volume" lesson as an example, students experience four teaching links, including creating cognitive conflicts, initially expressing opinions, and asking questions; Focus on the problem, in-depth research; Experimental inquiry and theoretical construction; Review and reflect on the learning journey. The process of co-construction such as perceiving volume from phenomena, revealing the meaning of volume, exploring the size of volume, and the volume of graphics, etc., jointly constructs the concept of volume and related knowledge through group learning.

Keywords: Mathematical Concepts Teaching, Knowledge Construction, Volume

知识建构，源于社会建构主义，发展于维果茨基的心理学研究，它强调知识的获得离

不开群体的探究，群体性的讨论研究相较于个体而言会更加深入。知识建构的课堂的探究主题由学生自主提出，问题的解决也由学习共同体中的学生共同完成，他们针对想要探究的问题，不断发表和讨论观点，不断发展知识，建构知识与观点，使得新发展的知识与已存在的知识有机融合，形成全新的知识成果。在这个过程中，学生真正成为学习的主体，除了收获群体性知识，其学习能力与相应的学科素养，能够得到较大程度的提升

数学知识学习的过程是一个复杂的心理活动过程，通常要经过感知、理解、保持和应用等步骤才能完成（引自小学数学学习论）。而小学数学概念本身抽象程度较高，是教学中的难点，一方面学生认知水平的限制，学生的抽象理解能力处于较低水平，对于概念的理解停留于表面；另一方面，虽然教师都能数量的理解和运用数学概念，但在教学中往往不能以数学结构化的体系进行讲述，学生对数学概念的理解是零散不成体系的，因此很难实现深入地理解和灵活地运用。

而基于知识建构的数学概念教学可以由点及面，由学生从实际现象或问题中用数学的眼光发现数学问题，在全班同学的共同探究和建构中逐步深入地理解数学概念。

以体积课例为例，在学生不断深化的学习进程中，发挥知识建构原则在学生在学习进程中的作用，凸显学生观点的变化，也是对体积概念习得的过程。体积对于小学生来说，是比较抽象的概念，教科书重视学生的充分体验，强调学生的知识探究过程，发展空间观念。空间观念是数学十大素养之一。本课例中，学生经历提出问题、实验探究、求助权威、知识共享等过程，建构对体积的认知，发展空间观念。

1. 创造认知冲突，初步发表见解，激发学生提出问题

学生已有的知识经验中具备关于平面图形的认识，同时已有的生活经验中具备关于“立体”与“空间”的直观感知。在第一课时的教学设计中，让学生从“面”到“体”，感知空间，并结合二维空间与三维空间，创设问题情境，引发学生思考“平面图形能否独立存在？占空间吗？”“立体图形占不占空间？”“更高维空间是什么样子？”等疑问。学生在知识论坛上自由发表关于空间与多维空间等的问题。如图展示的是第一个“一维到三维”知识视窗下学生的提问。学生的讨论从“一维到三维空间与图形的关系”，到“更高维空间的想象”，再到“对占空间”的思考，这样的层层递进过程就体现了知识建构原则“不断钻研、完善观点”。



图 1 知识建构平台上学生初表见解，提出问题

2. 聚焦问题，深入研究

知识建构的优点是最大限度激发学生的思考广度与深度，并能自由地在知识论坛上发表观点。学生在知识建构的学习氛围下提出了很多颇具想象力的问题。例如，学生的兴趣更多的在于多维空间的问题（上图的视窗中也能看到这一趋势）。这虽然说是个很有意思

的问题，但对于五年级学生而言未免有些高深，且偏离了课题。有些问题需要具备一定的知识储备后才能解决，因此我们对学生观点及时做了分类与整理，并在课堂上引导学生将研究问题聚焦于关于“占空间”与体积的问题上。通过乌鸦喝水现象，激发学生思考并提出相关问题。

学生的问题聚焦于“水面为什么会上升？”“石子占据了水的空间吗”学生在讨论之后逐渐形成了观点，就是物体会占空间，乌鸦往瓶子里放石子会占空间，石子占的空间就是水上升的空间，而占据空间的大小就是体积。进而学生继续深入探究体积问题，“体积是什么？”“体积与什么有关？”“当物体形状改变时，体积是否发生变化？”“体积与物体的表面积有关吗？”“不规则物体体积怎么求？”等问题。

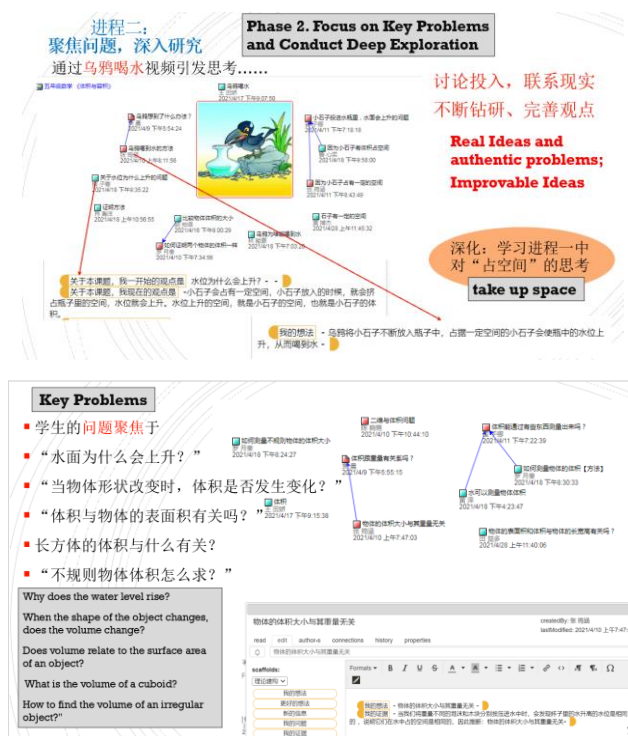


图 2 学生聚焦问题，深入研究

3. 实验探究与理论建构

经过讨论与整理，全班同学共同确认了值得研究的问题，针对问题选择实验材料，设计合适的实验验证他们的猜想与假设，进而开展了热烈的实验探究环节。



在讨论和实验中，小组内和组间可能存在者不同观点的碰撞，同学们共同设计实验，探求知识真理。体现了多元观点、正反并现；共同承担知识无限。

通过实验探究，全班同学逐渐建构起了对于体积的感知与深入理解。从知识论坛上学

生发表的观点可以看出，学生对于体积的理解有了较大的突破和转变已经逐渐形成了体积的科学观点。体现了讨论交流建构为优的知识建构原则。

同学们再次在知识建构平台上发表观点，记录着自己对于体积的理解发生的变化。每位同学都在进步，每位同学也都在为集体问题贡献着力量。

到此，我们可以总结出学生 big ideas 的发展进程。



4. 回顾与反思学习历程

学生回顾了关于体积的学习历程，分别从“我们小组探究的问题”“我们起初的观点”“我们的观点发生了变化”“在小组合作中，学到了什么”“反思我们可以做的更好的地方”等几个方面进行回顾与反思，并按小组进行了汇报。

回顾学生整个知识建构的过程中，他们通过协作性建构集体知识的发展，从体积的初步认识、到体积与什么有关、体积与形状、到体积怎么计算、再到不规则物体的体积，层层递进，促使集体问题的不断深入。还有学生提出新问题，如“不规则物体的体积除了排水法和溢水法还有其他方法吗？”“多维空间也有体积的概念吗”等等。



5. 教学反思与改进

回顾整个《体积》知识建构课例，我做了如下的反思：

首先，关于体积的教学设计，我认为还仍然有着一些传统课堂的影子，在开展知识建构过程中会不知不觉地习惯去引导学生。在整体的教学思路，存在可以进一步完善的地方，例如学生提出关于空间与体积的相关问题后，应按照小组分配研究任务，分散学生研究压力，有助于学生针对一个问题进行深入的研究，可能在研究成果上会有更大的突破。

其次，关于本次体积的知识建构项目，我发现学生的研究兴趣可以很广很宽，也可以很精很深，所以在以后的知识建构项目开展中我会给学生更多自主的可能性和空间。

再次，在本次知识建构课例中教师的积极引导和学生的学习行为体现了知识建构的讨

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

论投入、联系现实；多元观点，正反并现；共同承担，知识无限；知识面前，平等参建；讨论交流，建构为优等知识建构原则。学生的自主学习和群体共同承担、建构知识、多元观念交流的能力提到了提升。

最后，我深刻地体会到《体积》课例的实践本身也是在进行着我对知识建构理论本身的建构，使我对于知识建构有了更深的理解，知识建构并没有固定的教学设计流程，而是非常灵活的基于知识建构十二原则的设计。通过体积课例的实践，突出了知识建构教学的优势，弥补传统数学概念统教学中的不足，实现高效教学与深度学习。知识建构理论在数学其他知识领域的学习与教学则是后续研究关注的重点方向。

参考文献

李光树,2014。小学数学学习论。北京：人民教育出版社。

How Undergraduates' Epistemic Emotions Influence Collective Knowledge Advancement in a Knowledge-Building Environment

Xueqi Feng¹, Jianhua Zhao^{1*}, Yuqin Yang², Carol K.K. Chan³

¹ Southern University of Science and Technology

² Central China Normal University

³ The University of Hong Kong

* Jianhua Zhao, zhaohj@sustech.edu.cn, Southern University of Science and Technology, China

Abstract: *The purpose of this study was to investigate how undergraduates' epistemic emotions influence collective knowledge advancement in a knowledge-building environment, emphasizing ideation, learning journey design, and collective idea building through learning analytics. Thirty-Five undergraduates studying Education and Modern Technology participated. Social network analysis, content analysis, and qualitative analysis were used to analyze student online Knowledge Forum discussions. The findings demonstrate that undergraduates with greater emotions of challenged, neutral, and enjoyment were inclined to contribute more to collective knowledge advancement. The qualitative analysis indicates how undergraduates engaged in these epistemic emotions to perform sustained inquiry, progressive theory building, and collective idea mapping and creating. These results help to reinforce the value of the designed knowledge-building environment in which undergraduates could engage in epistemic emotions for collective knowledge advancement.*

Keywords: epistemic emotion, collective knowledge advancement, knowledge building, higher education

1. Introduction

Education breakthroughs necessitate capacities and issues from efforts to engage students in authentic knowledge creation (Hoidn & Kärkkäinen, 2014; Scardamalia et al., 2012). *Knowledge Building* is a major model in this area that intends to facilitate the transformation of education by introducing the concept of knowledge-creating communities (Scardamalia & Bereiter, 2014). These are environments where the core work is creating new knowledge, artifacts, and collective ideas, similar to mature knowledge-creating organizations (Scardamalia et al., 2012). Therefore, an online platform, Knowledge Forum[®], was designed to enable students to pose challenges, co-construct explanations, and conduct persistent inquiries for collective knowledge advancement, using scaffolds such as “my theory,” “a better theory,” and “putting our ideas together.” Due to the widespread interest attracted by this approach, most focus is placed on the ideas that students discuss and the discourse moves they employ to develop those ideas (Lei & Chan, 2018; Oshima & Shaffer, 2021; van Aalst, 2009). In earlier research, we utilized the learning analytics tool Knowledge Building Discourse Explorer (KBDeX, Oshima et al., 2012) to evaluate how students' in-depth discourse moves contribute to the advancement of collective knowledge (Feng et al., 2020). Students worked in a knowledge-building environment enhanced by their self-designed learning

journey (Feng et al., 2021) and external representations of KBDeX (Feng et al., 2020, 2021). Students improved their epistemic understanding of knowledge building, engaged in more intensive interactions, and employed more sophisticated discourse moves over time, resulting in collective knowledge advancement. Despite years of effort devoted to constructing and analyzing the efficiency of collective knowledge advancement, other aspects (such as emotion) in a complex environment may be largely overlooked.

Recent research has focused extensively on epistemic emotion to comprehend the learning process and its outcomes better. Epistemic emotions, such as the experiences of *curiosity*, *enjoyment*, *confusion*, and *challenged*, are caused by the cognitive equilibrium or incongruity between new information and existing knowledge while learning (Han et al., 2021). Zhu et al. (2021) investigated how refining knowledge-building practices based on students' feedback affects their emotional engagement. They discovered that students' negative emotions decreased with time while their positive emotions stayed high. Teo et al. (2022) collected multimodal data to comprehend students' epistemic emotions and found that students' epistemic emotions varied during activities aimed at improving ideas. Based on previous investigations, the current project aims to develop a knowledge-building environment using undergraduates' self-designed learning journeys, coupled with representations of KBDeX, and to examine how students' epistemic emotions could support collective knowledge advancement in the designed environment. The research questions are: (1) Did high and low contributors differ in their engagement of epistemic emotions, and if so, what were the differences in their engagement that may promote collective knowledge advancement? (2) How did undergraduates engage in epistemic emotions towards collective knowledge advancement?

2. Methods

2.1. Participants

Thirty-five students across several majors and grades from a science and engineering university in Shenzhen, Mainland China, participated in this project.

2.2. Pedagogy design of knowledge building

The participants engaged in a ten-week inquiry on the topic of the liberal arts, *Education and Modern Technology* on Knowledge Forum. They used epistemic emotion scaffolds when writing each note (Figure 1).

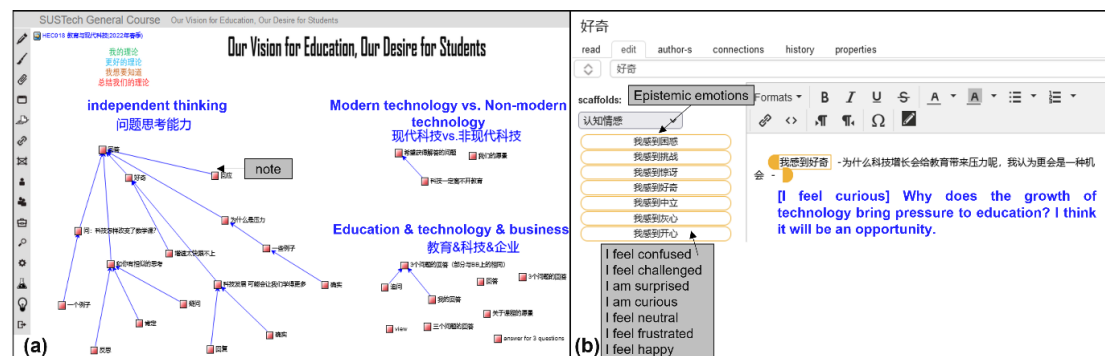


Figure 1. A Knowledge Forum View (a) and a Knowledge Forum Note with an Epistemic Emotion Scaffold (b).

2.2.1. Phase 1: Ideation (Weeks 1-3)

Students initially investigated *Our Vision for Education*, *Our Desire for Students*, and *The Brief History of Education and Technology* on Knowledge Forum, concentrating on topics of the ability of independent thinking, society and learning theory, and the relationship between education, technology, and business. In such a process, students contributed ideas, built on peers' ideas, and engaged in sustained inquiry.

2.2.2. Phase 2: Learning journey design (Weeks 4-6)

Students further explored Education and Technology from the Perspectives of History, System, and Philosophy. Each group created a model of the knowledge-building journey based on the investigation of such thinking perspectives (e.g., how to build on ideas for solving potential challenges) placed on Knowledge Forum for visualization and shared inquiry (Figure 2). Students evaluated other groups' journeys and identified that each journey emphasizes the process of ideas building and collective knowledge advancement.

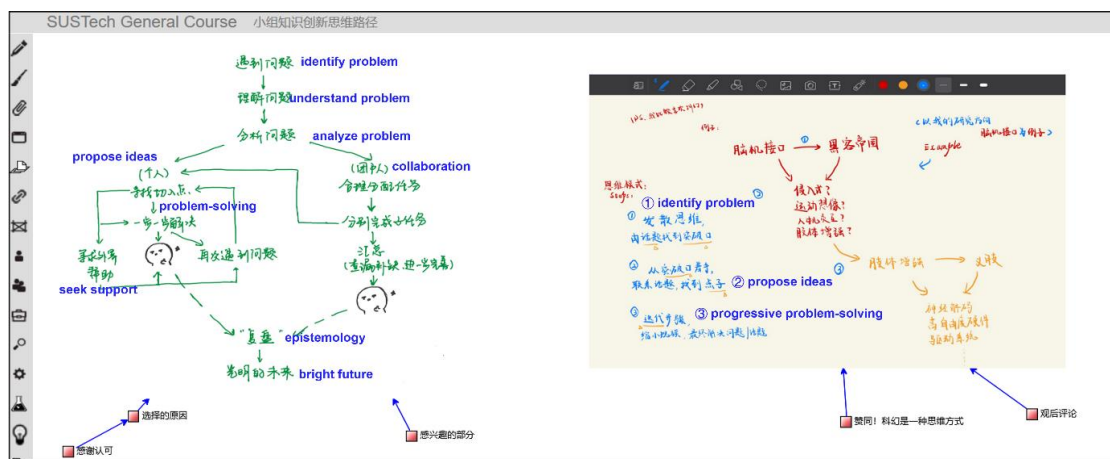


Figure 2. Students' Models of Group Journey for Knowledge Building.

2.2.3. Phase 3: Collective ideas building through learning analytics and the designed journey (Weeks 7-10)

Students pursued collective knowledge advancement through group knowledge-building journeys in such Knowledge Forum views as *What is Education*, *Educational Transformation*, *The Impact of Technology on Education*, and *Education, Technology and Social Development*. Figure 3 depicts how students utilized word networks exported from KBDex, a learning analytics tool, to map and advance collective ideas. The red and yellow circles represent keywords having or having not been used by the group, respectively. Each group received weekly word networks. For example, a student in group 1 discovered that they had neglected the keyword "talent" (a yellow circle) in the previous week, so they brought it into the current week and proposed new ideas focused on the linkages between educational transformation, social development, as talent demand (Figure 3).

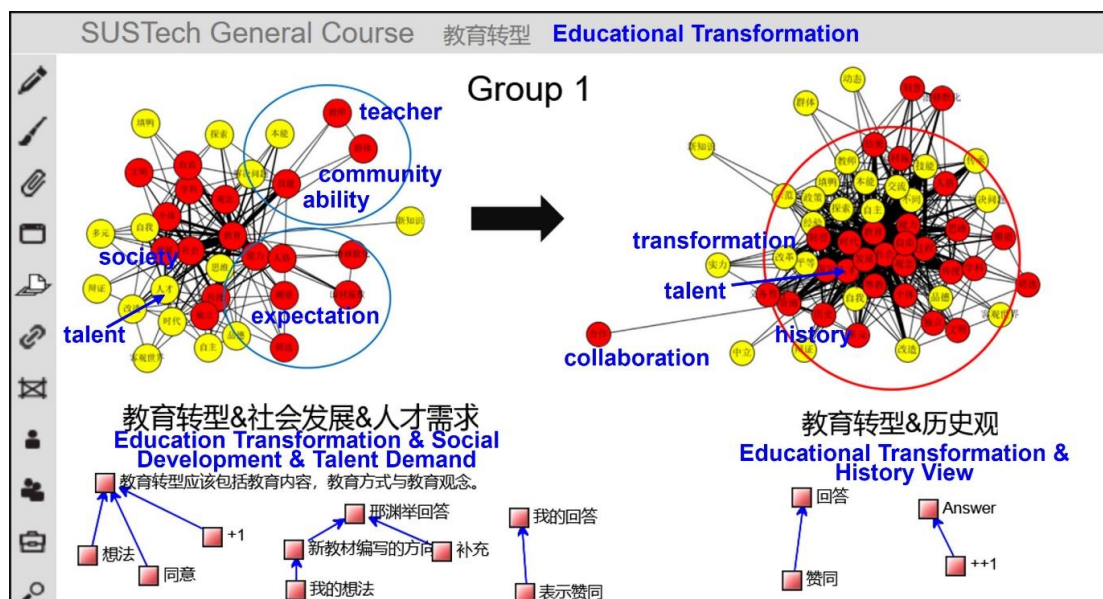


Figure 3. Changing Word Networks Showing Connections among Collective Ideas.

2.3. Data source

328 Knowledge Forum notes were collected as the data source.

2.4. Data analysis

The learning analytics tool KBDeX (Oshima et al., 2012) was utilized to distinguish undergraduates with high and low contributions to collective knowledge advancement. According to knowledge-building research on KBDeX, a higher Total Degree Centrality denotes more collective knowledge advancement (Oshima et al., 2017). Here, *Note Contribution* is defined as the contribution of a note to collective knowledge advancement and calculated as the difference in Total Degree Centrality between the current and the previous Knowledge Forum discourse (note) network. Then each note's author was identified to calculate each student's contribution to the collective knowledge advancement (Feng et al., 2020). Finally, 17 students were identified as high contributors, while 18 were identified as low contributors.

The study compared undergraduates' engagements of epistemic emotions and discourse moves between high and low contributors using content analysis. Firstly, the numbers and percentages of students' epistemic emotions of *confusion*, *challenged*, *surprise*, *curiosity*, *neutral*, *frustration*, and *enjoyment* (Han et al., 2021; Teo et al., 2022; Zhu et al., 2022) from each Knowledge Forum note were calculated (students labeled their epistemic emotions in each Knowledge Forum note when creating it, Figure 1b). Then the epistemic emotions adopted by high and low contributors were compared using one-way MANOVA.

Moreover, the themes of how students engaged in epistemic emotion and discourse moves were qualitatively identified to understand undergraduates' collective knowledge advancement practices.

3. Results

3.1. RQ1: Did high and low contributors differ in their engagement of epistemic emotions, and if so, what were the differences in their engagement that may promote collective knowledge advancement?

Table 1 presents the differences in epistemic emotions between high and low contributors. Results show that the high contributors engaged in more *challenged* (17.48% vs. 15.57%), *neutral* (35.44% vs. 30.33%), and *frustration* (2.43% vs. 0.82%) emotions than the low contributors. In contrast, low contributors engaged in more *confusion* (13.11% vs. 7.28%) and *surprise* (4.10% vs. 1.46%) emotions.

Table 1. Frequencies and percentages of epistemic emotions conducted by high and low contributors.

	High contributors		Low contributors	
	f	% (f/206)	f	% (f/122)
<i>Confusion</i>	15	7.28	16	13.11
<i>Challenged</i>	36	17.48	19	15.57
<i>Surprised</i>	3	1.46	5	4.10
<i>Curiosity</i>	21	10.19	14	11.48
<i>Neutral</i>	73	35.44	37	30.33
<i>Frustration</i>	5	2.43	1	0.82
<i>Enjoyment</i>	53	25.73	30	24.59

Further one-way MANOVA results reveal a significant difference in students' epistemic emotions between the high and low contributors, $F(7, 27) = 3.90, p = .005$, Wilks' $\Lambda = .50$, partial $\eta^2 = .50$. In follow-up univariate ANOVAs, higher contributors demonstrate significantly higher values of *challenged* ($F(1, 33) = 4.60, p = .039$, partial $\eta^2 = .12$), *neutral* ($F(1, 33) = 15.98, p < .001$, partial $\eta^2 = .33$), and *enjoyment* ($F(1, 33) = 4.54, p = .041$, partial $\eta^2 = .12$). These results suggest those who engaged in greater emotions of *challenged*, *neutral*, and *enjoyment* were inclined to contribute more to collective knowledge advancement.

3.2. RQ2: How did undergraduates engage in epistemic emotions towards collective knowledge advancement?

The qualitative analysis of students' Knowledge Forum activities, reflecting how students advanced collective knowledge by engaging in epistemic emotions, involves the following three themes.

3.2.1. Theme 1: Curiosity, challenged, and frustration for sustained inquiry

Curiosity. When discussing *Educational Transformation*, student s01 first neutrally proposed that the formulation of education policy needs to consider ideas from the educated. Another high contributor, student s31, adopted the discourse move of *Questioning-sustained inquiry* with *curiosity*, focusing on the question of to what extent the educated' ideas are taken into account, as shown below.

Student s31: [I feel curious] How much weight should the ideas of the educated take in the policy formulation of educational transformation? The suggestions and ideas that the educated put forward may have limitations, but they are the subject of policy implementation, and the suggestions and ideas they feedback are also valuable. I am curious about how many ideas of educated people were incorporated when formulating policies for educational transformation.

Then, student s06 explained that ideas from the educated may be just one factor considered by transformation planners. Followed by an improved explanation that it is challenging to gather valuable ideas from middle school students as they do not have the qualified independent thinking ability recognized by society.

Challenged. When discussing *The Impact of Technology on Education*, student s11 first neutrally proposed that technology is the application of objective laws by human beings. Then, an improved explanation of how to extract high-quality information from massive amounts of information, a new challenge for technology and individuals, was proposed by student s29 with the *challenged* emotion. After that, the high contributor student s06 adopted the discourse move of *Questioning-sustained inquiry* with *challenged*, proposing a new question of whether lowering educational thresholds would lead to a decline in the average level of teaching staff, as shown below.

Student s29: [I feel challenged] The threshold for obtaining knowledge is getting lower...How to extract high-quality and effective information from massive amounts of information is a new challenge for technology and individuals.

Student s06: [I feel challenging] Advances in technology have significantly eliminated the barriers to education. However, does this also lead to some degree of surplus? For example, there is an oversupply of talent in some fields and a devaluation of academic qualifications. At the same time, would lowering the educational threshold lead to a decline in the average level of teaching staff?

Student s20 then proposed an explanation from the perspective of educational equity, followed by further explanations of regional disparities in education and how to eliminate educational inequity.

Frustration. When discussing *What is Education*, student s01 first neutrally proposed that education depends more on one's ownership of learning rather than the teacher's delivery, followed by an improved explanation that education should consider a person's interests and talents. Later, the high contributor student s25 expressed frustration that people sometimes could not fully understand themselves. In this case, this student utilized the discourse move of *Questioning-sustained inquiry* to propose a new question of how education could help people identify interests and talents, as shown below.

Student s25: [I feel frustrated] Agreed, but I have a new question. From a young age, we are also taught to discover our talents and follow our interests. But I didn't really determine my interest/talent after thinking about it in middle school. I often have a feeling that I don't necessarily know myself. Although I can't come up with a specific plan, I think education can provide a more effective way for me to discover my own interests and talents?

Later, student s03 proposed an explanation of life-long learning combined with learners' interests and talents, followed by improved explanations of self-regulated learning, collaborative learning, and learning community. These results suggest that the high contributor could engage in epistemic emotions of *curiosity*, *challenged*, and *frustration* for sustained inquiry and then elicit more and deeper explanations.

3.2.2. Theme 2: Challenged, neutral, and frustration for progressive theory building

Challenged. As noted earlier in the *challenged* case from Theme 1, student s29 adopted *Theorizing-improving an explanation* with the *challenged* emotion to build on the previous explanation and then raised another question for sustained inquiry still with the *challenged* emotion.

Neutral. When discussing *Educational Transformation*, student s27 first neutrally proposed that educational transformation should focus on cultivating talents suitable for current society. Afterward, student s32 supported this proposal with *enjoyment* by the example of vocational

education, followed by the high contributor s01's improved explanation in *neutral*, as shown below.

Student s01: [I feel neutral] Professionals should integrate the social situation with the school's educational achievements to achieve educational transformation, which retains the characteristics of disciplinary education and cultivates the talents needed by society. After the government formulates the policy, society should also strictly implement it and find people according to the job requirements. For example, studying for a postgraduate to find a job, but not every position requires the research ability of a postgraduate.

Afterward, student s26 improved the explanation to a higher level, combining educational transformation with society and individual development. Additional explanations were proposed and improved, such as ignorance of vocational education and educational equity.

Frustration. When discussing *What is Education*, student s25 first proposed that one's ultimate ability depends on individual learning approaches. Student s35 supported this explanation that the ideas and approaches brought by education are more important than education itself. Later, the high contributor student s33 improved this explanation to the angle of how to select educational assessment, with the *frustration* emotion, as shown below.

Student s33: [I feel frustrated] It may be that the assessment criteria of the education system are sometimes not diverse enough. Everyone's growth is related to the educational experience and is associated with growth experience. The most important thing is to find the one that suits you. It should not be one-sided.

Afterward, a low contributor, student s10 supported this explanation of assessment and pointed out that self-evaluation is the development of self-competence. These results suggest that the high contributors could engage in epistemic emotions of *challenged*, *neutral*, and *frustration* for progressive theory building, which elicits more sustained inquiry and explanation.

3.2.3. Theme 3: Challenged and neutral for collective ideas mapping and creating

Challenged. When discussing *Educational Transformation*, most students focused on the relationships between society, technology, and educators. In contrast, the high contributor student s14 built on collective ideas and pointed out a new direction that educational transformation should consider for future education, as shown below.

Student s14: [I feel challenged] I think education transformation should be future-oriented, to the values of the people in the future, the technology of the future, and the society of the future. Since it is a transformation, the current form of education cannot meet the needs of the times, so we should pay more attention to future development and plan for the transformation of education.

After pointing out the new direction of educational transformation, student s27 improved the explanation of the future curriculum and textbook. Student s16 improved to equity for future education, and student s21 improved to the dynamic development of future education and society.

Neutral. When discussing *What is Education*, the high contributor student s29 neutrally synthesized the group ideas of relationships among education, society, and individual. The student also summarized group members' ideas of freedom, pointing out the gap between reality and the

expectation of freedom, as shown below.

Student s29: [I feel neutral] The second group of students believes that education should focus on the relationship between individuals and society, understand the needs of society, and set their own educational goals in the context of the development of society and the times, which is more conducive to the long-term development of individuals. On the other hand, what everyone emphasizes is the freedom of education, which not only refers to the freedom to obtain the kind of education but also to the fact that education makes people free, who can choose thoughts, choose life, and choose what kind of person to be. However, this kind of freedom is still far from being realized. Whether it is the development gap between regions or the reality of different schools and disciplines, our choices are coerced. Such education is a waste of human resources and is also something we must pay attention to.

Based on the collective ideas mapping note, student s29 conducted further sustained inquiry into the issue of collaboration in higher education. Moreover, student s26 improved the explanation of equality between educators and learners. These results suggest that the high contributors could engage in *challenged* and *neutral* for collective ideas mapping and creating, which elicit more and deeper sustained inquiry and explanations.

Acknowledgements

This study is supported by the National Social Science Fund of China (BCA200090), China Postdoctoral Science Foundation (2022M721472), and Shenzhen Planning Office of Educational Science (ybzz21010).

References

- Feng, X., van Aalst, J., Chan, C. K. K., & Yang, Y. (2020). Co-designing a collective journey of knowledge creation with Idea-Friend Maps. In M. Gresalfi & I. S. Horn (Eds.), *14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020* (pp. 1429-1436). International Society of the Learning Sciences.
- Feng, X., van Aalst, J., Chan, C. K. K., & Yang, Y. (2021). Developing progressive knowledge building through idea-friend maps and opportunistic collaboration. In d. Vries, H. E., Y., & A. J. (Eds.), *15th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2021* (pp. 370-377). International Society of the Learning Sciences.
- Han, Z.-M., Huang, C.-Q., Yu, J.-H., & Tsai, C.-C. (2021). Identifying patterns of epistemic emotions with respect to interactions in massive online open courses using deep learning and social network analysis. *Computers in Human Behavior*, *122*, 106843.
- Hoidn, S., & Kärkkäinen, K. (2014). *Promoting skills for innovation in higher education: A literature review on the effectiveness of problem-based learning and of teaching behaviours*. OECD Publishing.
- Lei, C., & Chan, C. K. K. (2018). Developing metadiscourse through reflective assessment in knowledge building environments. *Computers & Education*, *126*, 153-169.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Oshima, J., Ohsaki, A., Yamada, Y., & Oshima, R. (2017). Collective knowledge advancement and conceptual understanding of complex scientific concepts in the jigsaw instruction. In B. K. Smith, Borge, M., Mercier, E., and Lim, K. Y. (Ed.), *Making a difference: Prioritizing equity and access in CSCL, 12th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) 2017* (Vol. 1, pp. 57-64). International Society of the Learning Sciences.
- Oshima, J., Oshima, R., & Matsuzawa, Y. (2012). Knowledge Building Discourse Explorer: a social network analysis application for knowledge building discourse. *Educational Technology Research and Development*, 60(5), 903-921.
- Oshima, J., & Shaffer, D. W. (2021). Learning Analytics for a New Epistemological Perspective of Learning. *Information and Technology in Education and Learning*, 1(1), Inv-p003.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2014). Knowledge building and knowledge creation: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 397-417). Cambridge University Press.
- Scardamalia, M., Bransford, J., Kozma, B., & Quellmalz, E. (2012). New assessments and environments for knowledge building. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 231-300). Springer.
- Teo, C. L., Ong, A., & Lee, V. Y. A. (2022). Exploring students' epistemic emotions in knowledge building using Multimodal Data. In A. Weinberger, W. Chen, D. Hernández-Leo, & B. Chen (Eds.), *15th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) 2022* (pp. 266-273). International Society of the Learning Sciences.
- van Aalst, J. (2009). Distinguishing knowledge-sharing, knowledge-construction, and knowledge-creation discourses. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(3), 259-287.
- Zhu, G., Raman, P., Xing, W., & Slotta, J. (2021). Curriculum design for social, cognitive and emotional engagement in knowledge building. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-19.

Idea-Centered Productive Talk for Online Knowledge Building

Jialiang Liu¹, Jing Kong², Jianhua Zhao³

The University of Hong Kong,

FoShan University,

Southern University of Science and Technology

ljliang@connect.hku.hk, kongjing_2022@fosu.edu.cn, zhaojh@sustech.edu.cn

Abstract: *Under the prevailing epidemic, online teaching has become a new normal globally. However, not much research focus on integration of classroom talk and online discourse. This study developed Idea-Centered Productive Talk (ICPT) to help teachers guide the classroom talk, ultimately facilitating online knowledge building. The finding shows that students in experimental class (n=41) with ICPT moves support showed better conceptual understanding and higher collective knowledge advancement than comparison class (m=34). With facilitation of ICPT move, experimental class engage more deeply in online discourse. These finding encourage us to put more effort into integration of classroom talk and online discourse for knowledge building.*

Keywords: Idea-Centered Productive Talk, knowledge building, classroom talk, online discourse

1. Introduction

Knowledge Building (KB), as an knowledge creation model (Bereiter & Scardamalia, 2014), has been recognized as one of dialogic approaches (Wegerif, 2007). Meanwhile, research have shown that dialogic pedagogy is beneficial for promoting students' learning performance (Resnick et al., 2015) and reflective thinking (Hardman, 2019). However, research on integration of classroom talk and online discourse remain untouchable in Knowledge Building field(Chan et al., 2019).

Previous study more focused on online knowledge building discourse, which start with the initial ideas or questions raised from classroom discourse (Chan et al., 2019; Zhang et al., 2020). In this case, classroom discourse functioned less contributable to further inquiry and idea development. This study moved forward on classroom talk for knowledge building and proposed a new way, hypothesizing that idea-centered productive talk will help students concentrate on idea related discussion and reflect the journey of idea development for further inquiry and knowledge advancement. For this purpose, idea-centered productive talk was developed to facilitate classroom discourse and the connection with online discourse. In this research, we conducted a quasi-experiment study to examine the effects of idea-centered productive talk on idea development. The findings show that idea-centered productive talk inform classroom and online discourse for knowledge building.

2. Productive Classroom talk for Knowledge Building

Knowledge Building (KB), as a knowledge creation model(Bereiter & Scardamalia, 2014), consist of community members to jointly work together for idea development and advancing the knowledge frontiers in the community (Bereiter, 2002; Scardamalia, 2002; Scardamalia & Bereiter, 1994, 2014). Knowledge creation requires students to engage in interaction, inquiry, and innovation through productive discourse (Bereiter & Scardamalia, 2005). Scardamalia and Bereiter developed Knowledge Forum(KF), a learning platform, to support online KB discourse and idea development (Scardamalia, 2004). With the affordance of KF, research on knowledge building evidently showed

the discourse progression and knowledge advancement. However, research on classroom discourse and the connection with online discourse remain challenging in Knowledge Building field (Chan et al., 2019).

One solution to address this challenge is adapt framework of classroom talk to orchestrate the classroom discussion. Related frameworks include academically productive talk (Michaels et al., 2008; Resnick et al., 2015), dialogic teaching for engagement and learning (Alexander, 2017, 2018), productive classroom dialogue for high order thinking (Pehmer et al., 2015). These theory and frameworks are intended to help teachers better organize their classroom teaching and learning, which essentially affect students' understanding and competence development (Resnick et al., 2015). Under the orchestration of teacher with support of productive talk moves, students gain more opportunities to raise questions, elaborate their thinking, share their thought and ideas, and discuss their ideas with their peers, ultimately they work together for knowledge advancement (Webb et al., 2014). In this case, the sharing, discussion, and negotiation in classroom discourse result in higher levels of engagement and achievement of students (Hardman & Hardman, 2017).

3. Idea-Centered Productive Talk (ICPT) for Knowledge Building

Knowledge Building is an idea-driven dialogic pedagogy that students collectively work on idea development beyond task completion (Chan et al., 2019; Hewitt, 2002). By involving in discourse, students raise questions, evidence, and new ideas, then they build on each other, find promising ideas, and revise their idea, as argued by Wegerif (2007) that students draw multiple view together and come up with new understanding with different and conflictual thoughts. The challenge is that without productive talk move by teachers, students hardly engage in evidence-based arguments and discussion deeply (Michaels & O'Connor, 2015). In this study, we developed an idea-center productive (ICPT) talk framework to help teachers orchestrate classroom discussions. The ICPT framework was adapted from "academic productive talk" (APT; Chen et al., 2020; Michaels et al., 2008; Resnick et al., 2015) and redesigned regarding the subject content and KB principle of idea development. It was composed of three major constructs to involve students in: (a) summarizing; (b) sharing ideas with peers; (c) discussing or negotiating with others' ideas. Under the three constructs, six categories of ICPT moves were classified as guidance for orchestrating the classroom discourse (see Table 1).

Table 1. A framework of teachers' ICPT moves-adapted from Chen et al. (2020).

ICPT Moves	Description	Examples
Summarizing		
(1) Restate	◆ Ask students to repeat or rephrase the main ideas of other group's presentation	◆ "Who can restate or summarize the main idea of the group's presentation?"
(2) Add on	◆ Encourage students to supplement the idea of others	◆ "who want to add to that idea?"
Sharing		
(3) Raising questions	◆ Let students ask questions about other groups' presentation	◆ "What's your question about their course design?"
(4) Giving advice	◆ Prompt students give advice or comments to other groups	◆ "what's your suggestion that give to them?"
Discussing or negotiating		
(5) Agree or disagree	◆ Encourage students to express their thought about others' perspective or ideas	◆ "what do you think about their design, do you agree or disagree, why?"
(6) New ideas	◆ Ask students to bring about promising idea about the inquiry	◆ "do you have any new ideas or promising direction for the design?"

In this study, the purpose of the framework is to facilitate students to progressively revise their idea as they presented their group work regarding course design and collectively reflect what they already did in front of the whole class. Then they turned around to continue their inquiry of course design on KF. The following research questions were investigated:

1. Did students in the experimental class with support of ICPT moves perform better in online discourse?
2. What characterize the KF online discourse of experimental class after the experience of classroom talk supported by ICPT moves?
3. How the ICPT supported classroom talk facilitate the online discourse, and the path of it?

4. Method

4.1 Participants and context

The study examined APT moves for bridging the dialogic teaching and knowledge building in two undergraduate class at a university in southern China. There was a total of 34 and 41 students respectively. The students had one and half year of experience with knowledge building pedagogy and Knowledge Forum in their prior study. Both of two classrooms were taught by the same teacher who had five years of teaching experience and had a doctoral degree in education technology.

4.2 Design of ICPT for bridging dialogic teaching and knowledge building

The two classrooms studied the same subject regarding course design with the support of knowledge forum over a 16-week period. With the facilitation of their teacher, student engaged in a journey of course design, including forming the course theme, establishing course content, setting course objectives, designing course activities and assessment. First of all, they read material about “what it is course?” on internet or provide by the teacher. Then, they worked in groups to choose the themes of course they like to design. Lastly, they engage in the course design that accomplished the complete course as artifacts. Taking course content design as example, before class students read materials relates to course content, generated questions or ideas, and inquiry into these question on KF in groups. After understanding and inquiry about course content, they committed in course design, and upload their initial design on KF. In this case, others group members could see their design. When they come back to classroom, every group had opportunity to present their design work and receive feedback from the classmates and teachers when the teacher used the ICPT to guide students to share and contribute their thought or ideas. Firstly, after the presentation of course design from one group, the teacher used “restate” to let students to summarize the main idea of the presentation, meanwhile other student can “add on”. Secondly, students were encouraged to “raise questions” and “give advice” on their design, the presentation group members had the opportunity to response to the questions. Lastly, students were encouraged to express their thoughts or ideas and “agree or disagree” about the idea of design, which could bring about new direction of inquiry or ideas of the design. In this way, students re-committed in the inquiry about their design on KF, which in line with the notion of classroom discourse facilitating online discourse. The comparison class follow the same procedure without the support of ICT moves.

5. Results

5.1 RQ1: Did students in the experimental class with support of ICPT moves perform better in learning outcomes and online discourse?

5.1.1 Changes in course understanding across classes.

A test was used to examine the effects of ICPT moves on students' course understanding. No significant difference was found in the pre-test of the two class ($F(1, 70) = 0.284, P = 0.293$). A one-way ANOVA illustrated that student in experimental class gain a better understanding on course assessment ($F(1, 70) = 5.313, P < 0.05$) and course design ($F(1, 70) = 6.243, P < 0.05$).

5.1.2 Difference in degree centrality of word network between experimental class and comparison class

Total Degree Centrality (TDC) of word network was used to assess the difference in online discourse between experimental class and comparison class. Figure 1 illustrates the increase of TDC of word network across different phase of course design, which means that students jointly worked on the course design. Both of the two class demonstrated the improvement, but the experimental class performed a faster growth as ICPT moves were involved in classroom discourse. At the beginning, there is no significant difference between the two class, $F(1, 47) = 0.088, p > 0.05$. However, a significant difference was observed after the experimental class experienced the facilitation of ICPT moves, $F(1, 71) = 14.87, p < 0.05$.

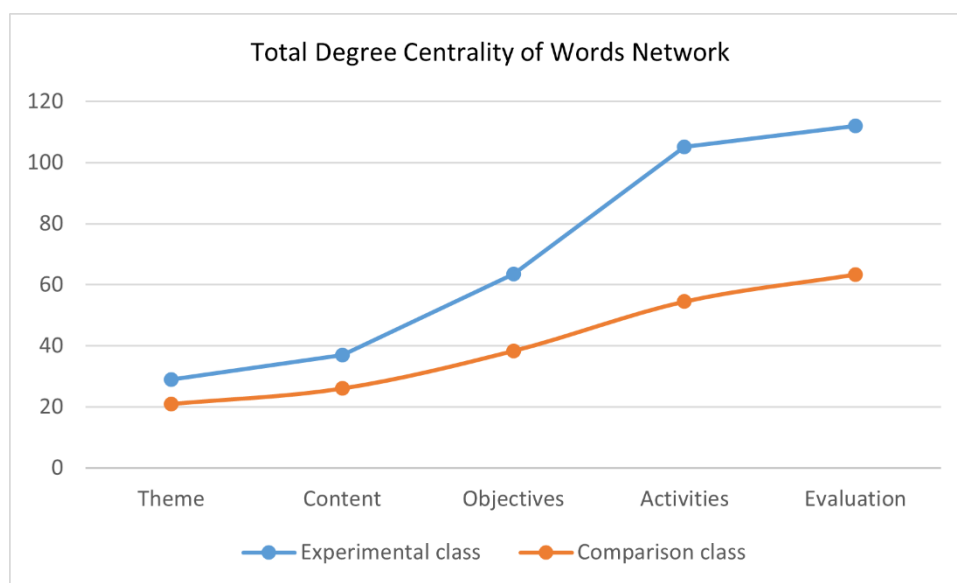


Figure 1. TDC of word network for both classes across different phase of course design

5.2 RQ2: What characterize the KF online discourse of experimental class after the experience of classroom talk supported by ICPT move.

5.2.1 Characteristic of Online discourse across the two classes

We analyzed 561 KF notes from the experimental class and 232 KF notes from comparison class to figure out the characteristics of the online discourse with facilitation of ICPT. A framework was developed to code all the notes on KF. The coding schemes contained three main categories (questioning, theorizing, and community) and corresponding indicators. Two raters independently coded about 20% of all the notes. The inter-rater reliability was .90 for all coding (Cohen's kappas).

As demonstrated in Figure 2, except simple claim notes, students in experimental class created more notes regarding indicators than comparison class, especially "sustain inquiry" notes, "proposing an explanation" notes, "supporting an explanation" notes, "challenging" notes, "referencing" notes, and "synthesizing notes". A one-way ANOVA was conducted to further explore the difference between the two classes, demonstrating "sustained inquiry" ($F(1, 10) = 6.975, p < 0.05$),

“proposing an explanation” ($F(1, 10) = 10.774, p < 0.01$), “challenging” ($F(1, 10) = 5.537, p < 0.05$), and “synthesizing notes” ($F(1, 10) = 7.551, p < 0.05$) significant higher in experimental class.

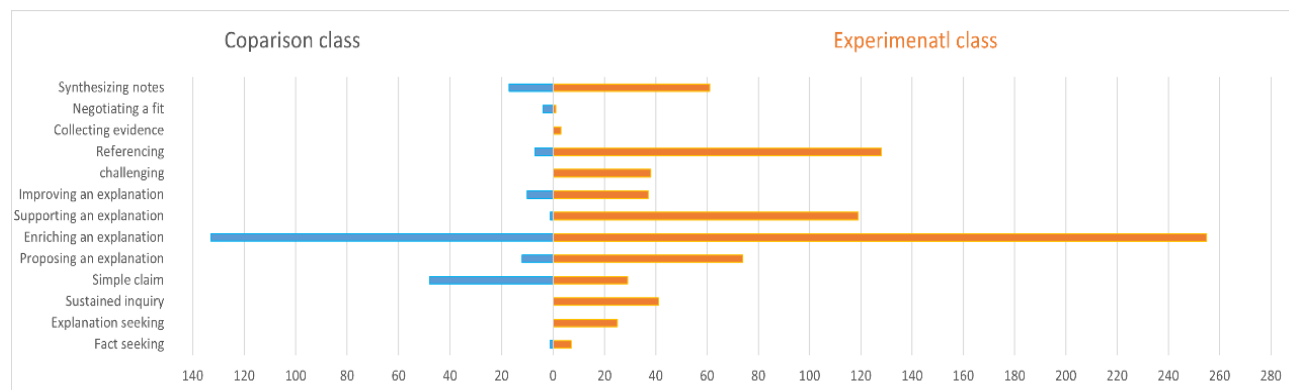


Figure 2. the number of indicators from the two classes

5.3 RQ3: How the ICPT supported classroom talk facilitate the online discourse, and the path of it?

5.3.1 The path of ICPT moves support classroom talk for online discourse

An interview was adopted to depict the path of ICPT moves supported classroom talk for online discourse. Students in experimental classroom were asked to an “how the classroom talk with ICPT moves support online knowledge building”. The framework was grounded from the answers of student in experimental class, including preparation, presentation, classroom talk, and online discourse, as showed in Figure 3.

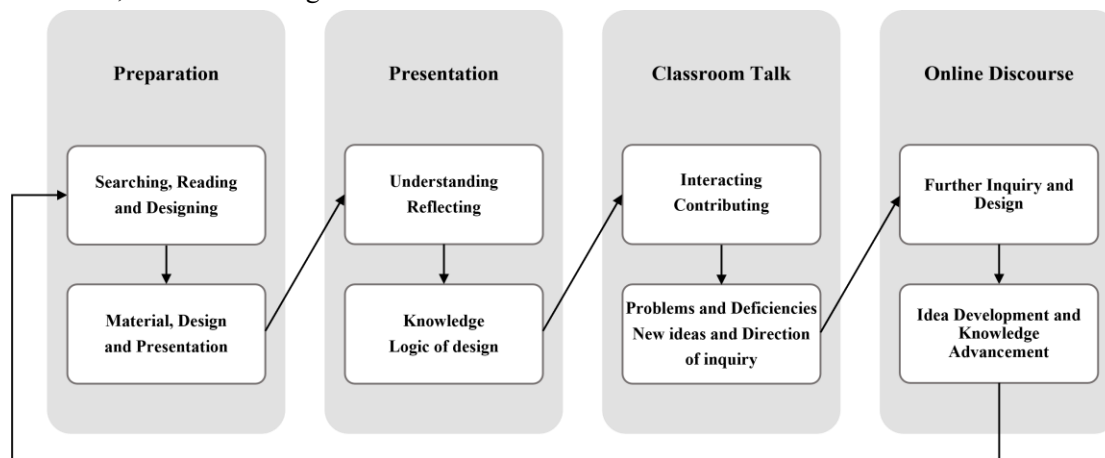


Figure 3. the path of ICPT supported classroom talks for online discourse.

To illustrate the path more precisely, we will demonstrate the detail of the route in students’ knowledge building, as students said, “The cognition of group members promote the development and formation of the idea, while suggestion and comments from other group contribute to the update and refinement of the idea though the interaction and discussion”, “individual views combined with the ideas from group and cross-groups promote idea renewing and knowledge building”, and “classroom talk promote students engagement and deep-thinking though interaction and discussion, which facilitate knowledge building”, shown in table 2.

Table 2 The phases and actions of ICPT moves support classroom talk for online discourse.

Phase	Action	Description
Preparation	Search and reading material	“Firstly, we will read the material searched from the internet or provided by the teacher, and these materials help us to understand the knowledge of course deeply and
	Design the course	
	Preparing the presentation	

		commit in the course design” “we can get the information from material reading and form our own opinions and ideas”
Presentation	Through sharing: Understand and reflect the knowledge of course and logic of design	“Through presentation, we can reflect our design and find the problems in it” “we found our problems through mapping other groups’ sharing”
Classroom Talk	With the guidance of ICPT moves: Interact with other group members and teacher Contribute new ideas and direction of inquiry of design	“With the scaffolds (ICPT moves), we get dozens of advice that very useful for our design” “Through interaction and discussion, we find our problems and get new ideas from others as well” “Different opinions help us understand the problem deeply and get the right answer to it” “Through interaction, the views and ideas of the group members will become more mature in the continuous raising, overturning and questioning, which facilitating idea development”
Online Discourse	Further inquiry on new direction of idea and solve the problems received from classroom Refine the design of course	“Suggestions and ideas from other group are very interesting, they are really helpful for refining our design” “Presentation, interaction and talk contribute to the development of ideas and refinement of course design” “After class, we can continuously discuss the questions using “build-on” for idea development on KF” “Interaction facilitate our knowledge building”

6. Discussion and Implications

This study explored how classroom talk facilitate online knowledge building discourse in undergraduates’ classes. First, we examine the differences in learning outcomes and online discourse between experimental class and comparison class. Students in experimental class gain better understanding on course assessment and design. The analysis of degree centrality of word demonstrated that experimental class contribute to higher collective knowledge advancement. With facilitation of ICPT move, experimental class engage more deeply in online discourse with high performance on sustained inquiry, challenging, and synthesizing than experimental classroom. Furthermore, we frame the pathway of classroom talk for online discourse grounded from the data of interview with experimental students.

Reference

- Alexander, R. (2017). *Towards Dialogic Teaching: Rethinking Classroom Talk* (5th ed.). Thirsk: Dialogos UK Ltd.
- Alexander, R. (2018). Developing dialogic teaching: genesis, process, trial. *Research papers in education*, 33(5), 561-598. <https://doi.org/10.1080/02671522.2018.1481140>
- Bereiter, C. (2002). *Education and mind in the knowledge age*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/d9sw>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2005). Technology and Literacies: From Print Literacy to Dialogic Literacy. In N. Bascia, A. Cuming, A. Datnow, K. Leithwood, & D. Livingstone (Eds.), *International Handbook of Educational Policy* (Vol. 13, pp. 749-761). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-3201-3_39

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2014). Knowledge building and knowledge creation: One concept, two hills to climb. In S. C. Tan, H. J. So, & J. Yeo (Eds.), *Knowledge creation in education* (pp. 35-52). Springer. <https://doi.org/d9s2>
- Chan, C. K. K., Tong, Y., & Aalst, J. v. (2019). Progressive Dialogue In Computer-Supported Collaborative Knowledge Building. In N. Mercer, R. Wegerif, & L. Major (Eds.), *The Routledge International Handbook of Research on Dialogic Education*. Routledge.
- Chen, G., Chan, C. K. K., Chan, K. K. H., Clarke, S. N., & Resnick, L. B. (2020). Efficacy of video-based teacher professional development for increasing classroom discourse and student learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 29(4-5), 642-680. <https://doi.org/10.1080/10508406.2020.1783269>
- Hardman, F. (2019). Emeedding A Dialogic Pedagogy In The Classromm. In N. Mercer, R. Wegerif, & L. Major (Eds.), *The Routledge International Handbook of Research on Dialogic Education*. Routledge.
- Hardman, J., & Hardman, F. (2017). Guided Co-Construction in Classroom Talk. In S. May, S. Wortham, & D.Kim (Eds.), *Encyclopaedia of Language and Education: Discourse and Education* (3rd ed., pp. 199-210). The Netherlands: Springer.
- Hewitt, J. (2002). From a focus on tasks to a focus on understanding: The cultural transformation of a Toronto classroom. In T. Koschmann, R. Hall, & N. Miyake (Eds.), *Computer-Supported Cooperative Learning Volume 2: Carrying Forward the Conversation* (pp. 11-41). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Michaels, S., & O'Connor, C. (2015). Conceptualizing Talk Moves as Tools: Professional Development Approaches for Academically Productive Discussions. In L. B. Resnick, C. Asterhan, & S. Clarke (Eds.), *Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue*. Washington, DC: AERA. https://doi.org/10.3102/978-0-935302-43-1_27
- Michaels, S., O'Connor, C., & Resnick, L. B. (2008). Deliberative discourse idealized and realized: accountable talk in the classroom and in civic life. *Studies in philosophy and education*, 27(4), 283-297. <https://doi.org/10.1007/s11217-9071-1>
- Pehmer, A.-K., Gröschner, A., & Seidel, T. (2015). How teacher professional development regarding classroom dialogue affects students' higher-order learning. *Teaching and teacher education*, 47(April 2015), 108-119. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.12.007>
- Resnick, L., Asterhan, C., & Clarke, S. (2015). *Socializing Intelligence Through Academically Productive Talk and Dialogue* Washington, DC: American Education Research Association.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal Education in a Knowledge Society* (Vol. 97, pp. 67-98). Open Court. <https://bit.ly/3013EQ8>
- Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge Forum. In A. Kovalchick & K. Dawson (Eds.), *Education and technology: An encyclopedia* (pp. 183-192). ABC-CLIO. <https://bit.ly/303RJkB>
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer Support for Knowledge-Building Communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265-283. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0303_3
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2014). Knowledge building and knowledge creation: Theory,

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 397-417). Cambridge University Press. <https://doi.org/d9tv>
- Webb, N. M., Franke, M. L., Ing, M., Wong, J., Fernandez, C. H., Shin, N., & Turrou, A. C. (2014). Engaging with others' mathematical ideas: Interrelationships among student participation, teachers' instructional practices, and learning. *International Journal of Educational Research*, 63, 79-93. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2013.02.001>
- Wegerif, R. (2007). *Dialogic Education and Technology: Expanding the Space of Learning* (1. Aufl. ed., Vol. 7). New York, NY: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-71142-3>
- Zhang, J., Yuan, G., & Bogouslavsky, M. (2020). Give student ideas a larger stage: support cross-community interaction for knowledge building. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 15(4), 389. <https://doi.org/10.1007/s11412-020-09332-4>

Acknowledgment

This study is supported by the National Social Science Foundation of China (Grant No. BCA200090).

Exploring Higher Education Teachers' Redesign Process and Design

Principles: Insights from Two Case Studies

Kun Liu¹, Nancy Law^{*}, Jianhua Zhao³

¹The University of Hong Kong/ Southern University of Science and Technology

²The University of Hong Kong

³ Southern University of Science and Technology

Abstract: *Recently, the field of Learning Design has gained increasing attention with the objective of supporting teachers as design professionals in creating learning environments and experiences aligned to pedagogical approaches and learning objectives to improve practice (Mor, Craft & Maina, 2015). Although efforts have been made to support teachers' design capacity building, there is a gap between research and practice, and little is known about university teachers' existing design practice and the motivations and principles that guide them in redesigning and improving their courses. This ongoing study reports two cases of university teachers' course redesign processes at a Science and Technology university in China. Two approaches to design processes are identified. We also discuss the motivations that drive redesign, challenges encountered, and the need for a common language to share design and pedagogical decisions and foster the culture of teaching as design in a larger scope.*

Keywords: *Learning Design; University course redesign ;Pedagogical innovation;Design process;*

1. Introduction

Higher education faces challenges such as diversifying student needs and expectations, rising expectations about graduate capabilities, intensification of pressures on teaching staff, and accelerating technological innovation (Goodyear, 2015; Rapanta et al., 2020). These challenges become more pressing due to the Emergency Online Teaching (EOT) caused by COVID-19 (Lee et al., 2022). Countries such as China, the UK, and Australia have put quality higher education demands in their agendas and educational policies, and there is a growing trend for higher-education teaching innovation and widespread implementation of technology-enhanced learning (TEL) and student-centered approaches that use digital tools to cater to diversity in learning needs and empower learners' capacities for the 21st century (Laurillard, 2008).

Learning Design (LD) is an emerging field that involves teachers as professional practitioners, learning sciences researchers, as well as instructional designers (ID) (Author, 2017). LD aims to respond to the growing recognition of "teaching as design" and the call for teachers to redefine their role as "designers for learning" (Goodyear & Dimitriadis, 2013) and create learning environments and experiences aligned to pedagogical approaches and learning objectives to improve practice (Mor, Craft & Maina, 2015). While LD has put significant efforts into developing frameworks and technology-based design tools to support guidance, representation, authoring, and repertoire to improve the quality and efficiency of design practice and support teachers' design capacity building

(e.g., Author, 2017; Laurillard et al., 2013; Author, 2020), there is a gap between research and practice, and there is a paucity of research on how teachers go about the design process in their everyday professional practice.

Empirical literature investigating university teachers' learning design processes has identified two approaches (student/content-centered) in the general design practice. The design process is characterized as a non-systematic, top-down, breadth-first, iterative process, starting from an understanding of the unit's overarching framework to creating and collecting learning resources and specifying the detailing of the assessments and learning tasks (Agostinho et al., 2018; Bennett et al., 2017), but the pedagogical considerations are not clearly identified. Other studies investigating the design of a specific topic within the design teams illustrate their explicated pedagogical reasoning from existing orientations, priorities, and concerns. Findings suggest that teachers' own knowledge and beliefs play an important role at the start of the design process, and explicated design reasoning is mostly influenced by practical concerns (Boschman, McKenney & Voogt, 2014). Factors such as learning outcomes and content areas' disciplinary background (Stark 2000) and contextual and institutional factors also impact their decision-making in the design process (Bennett et al., 2017).

2. Methodology

This ongoing study is part of a larger design-based project aimed at understanding university teachers' authentic design practices. The ultimate goal is to design professional learning experiences and supporting tools that promote their learning design capabilities. The study was conducted in a Science and Technology university in mainland China using a case study methodology. The researchers purposively recruited in-service university teachers who had taken teacher learning workshops or organized teaching innovation events and indicated interests in improving their teaching. The selected participants had experience redesigning and implementing a course for more than one round in the past year and planned to continue the course in the year ahead. Two teachers were identified: Teacher A, a less experienced teacher who took over an existing major elective course with existing learning materials for Biology undergraduate/master students, and Teacher B, an experienced teacher who had taught other relevant courses overseas for a few years before teaching at this university.

To understand the teachers' design process, face-to-face interviews were conducted as the main method of data collection. The researchers reached out to the participants before the interview to discuss the course overview, and the teachers provided course outlines and related materials to build an understanding of the design context and course content. Consent was obtained from the teachers, and the interviews were audio-recorded and lasted 60 to 90 minutes each. Content analysis was employed to analyze the data. Two rounds of coding were conducted, with the first focusing on identifying the core steps of the design process in each cycle. The second round identified the changes made at each of the design cycles at different levels and further analyzed the reasons for the changes and their impact on the design. The teachers' challenges and needs in the design process were also identified and will be reported below. The case study methodology was appropriate for providing holistic views on the research questions.

3. Results

3.1 Case A

RQ 1: What are the guiding principles that teachers use when re-designing the course for the first time? How do they go about the re-design process?

Teacher A's first round of re-design is guided by three design principles: 1) Integrate theory with practice. This guides the two parts of course-level design organization: 2 hours lecture on theories, followed by a 2-hour computer-based simulation to apply and practice the theory. 2) Tightly link the research and industrial application to the teaching, which guides the selection of content and learning outcomes. For example, the teacher explained *"the previous course materials received have no Medical Design part, but I added this block because previously, it uses chemical design..., but it is different now, especially after the development of computers, turning to based on structural reverse design"*. 3) Authentic and disciplinary context and materials to make learning relevant to students; The teachers explained he selected the ongoing project in the neighbor lab to facilitate students' understanding and make connection with their own work *"Last week, xxx made a protein like this, if you are the researcher, how would you analyze it? "*. This principle also guides the teachers' creation and selection of the learning tasks and creation of the assessment.

Guided by these design principles, the first round of re-design follows a top-down, broad to specific process, starting from reviewing existing course materials, to content scoping and sequencing topics/major blocks and determining the course level framework. After the conceptualization at the course level is done, the focus moved to topic level and most of time and effort goes to preparing the PPT, with the objective to students' understanding through quality instructions and assessment. For this, several strategies were used, including reviewing existing PPTs, textbooks to determine content and creating session structure, selecting supporting images/cases, practicing teaching within the lab to get feedback and revise accordingly. In terms of the learning activities, lecturing is the most used in the theoretical part, while the lab part follows a pattern of *Practice – Support – Demo – Produce report*. With students practicing the experiment using a computer-based simulation, and the teacher and TAs provide support when needed, the teacher would demo his way of solving problems to help students to write lab reports.

RQ2: What motivates teachers to make revisions in the subsequent cycles of re-design? What aspects did they change? Why?

Motivators. After the first implementation, round 2 of re-design was applied. The motivators were: 1) students' feedback gathered through teaching evaluation after the course was completed. 2) the teachers' observation of students' learning difficulties identified in the last round.

In terms of the changes, at the course levels, a block on the latest research and instructional development is added, some topics are re-sequenced, and a new course structure was created. For the topic level and learning tasks, part of the effort goes to preparing the learning materials and lab parts for the newly added block. The other part is on revisions of learning activities, including changes in the types of learning activities and sequencing them. But the main learning activities were still lecturing and writing on the blackboard, *"I am changing it as I find that some of the content is suitable for PPT and are good to write on the blackboard to demonstrate the reasoning process after I taught it for one round"*.

Besides, the teacher adopted ICT tools to support some specific learning activities as he learnt from the TPD workshop. For example, as the teacher described *"Last time, I didn't know the xx LMS system, and ask the questions in class directly, and now I see there is a quiz function, so I use it to set quiz to get students' prior knowledge, and check students' understanding of session based on the feedback, so that I revise accordingly next session."*

RQ3: What challenges emerge and what supports do teachers need?

A few main challenges and needs emerge from the analysis. First, as described by the teacher, the most difficult part for him is design, especially the capacity to apply theory into design practice. Although the teacher observed some learning activities didn't work and has received some professional learning workshops on learning theories and educational knowledge and knows more learning activity types (e.g., social interactions), he has difficulties applying it and designing a sequence of learning tasks that addresses an intended learning outcome. For example, *"I know that interaction is important now, but if I want to apply in my course, I am very confused about when and how to use it, how much time should be given to the discussion, when? Would it be good to put it at the beginning or after my lecture? should be online or face to face? I have no idea of it."* So, he expressed the need for successful cases that are represented as a pedagogical pattern so that he can directly use or as a basis to make modifications. *"Only training the technical instructional is not very useful, I am not sure whether there are successful cases as templates that describes the learning activities, and the time for each activity, to give me a basis concept of what is an effective design, so that I can directly use or as a basis to make modifications"*

Second, a tool to support the design process and representation of the design artifacts. The teacher is very serious about teaching and spent about 1.5 days planning weekly sessions. During this process, he tried to use tools (e.g., mind map, excel) to facilitate thinking, mapping, and representing his design, but each has some limitations (see Figure 1). For example, *"I initially used the handwriting with A4 paper, but it's hard to make revisions, so I used mind map, it's easy to check the alignment but hard to automatically manage the time of learning activities, and I turned to Excel to solve this problem, but encounter limitations in aspects, for example, I wrote reflections after class on a piece of paper, but easy to lose and put together."* So, this teacher expressed the need for a more professional tool to support the authoring and documenting the iterative cycles of revisions in a more systematic way of improving the course, so that he can directly improve the course in the next round.

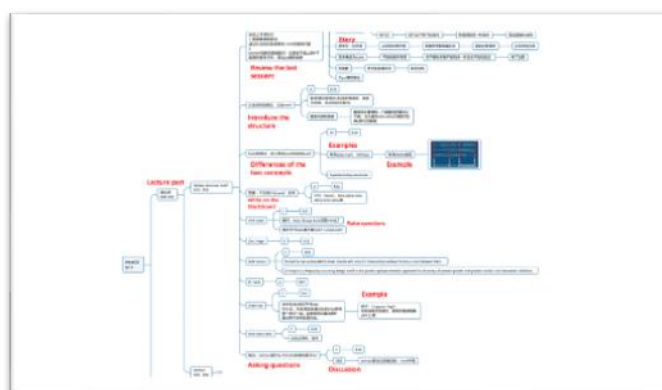


Figure 1 Example of Teacher A's design of a session using Mind map.

3.2 Case B

RQ1: What are the guiding principles that teachers use when re-designing the course for the first time? How do they go about the re-design process?

Teacher B's design's first round of design is guided by 2 design principles: 1) students learn in a social context, project-based learning was adopted to design of the major blocks of learning

experiences; 2) engage students in disciplinary practice. Guided by these two principles, the course level design includes three parts: lectures, labs, and group projects. The students' learning journey was divided into several major blocks such as problem formulation and problem solutions. For each block, the design is guided by a pedagogical strategy to design a sequence of learning activities (theoretical part and support the lab and group project) for achieving the targeted learning objectives. For example, for problem formulation, a design need report strategy was adopted with a sequence of learning tasks 1) Brainstorm and general idea 2) From needs to specification 3) Design proposals 4) Engineering drawings to guide the design problem formulation. For each of the tasks, pedagogical tactics such as guidelines, templates, assessment rubrics are provided to facilitate students' learning process.

Teacher B's process shared some similarities with Teacher A, both start from the course levels, creating the general framework at the course level, and then moves to more specific design at the topic and task level. Preparation of the content and instructional materials for the first round also takes the most time in the design. But a distinctive characteristic of the design process is that teacher A's design acts as a more content-focused and intuitive way of design guided by principles. While teacher B's design process shows a hierarchically nested, systematic process, and operationalized the design principles to different levels coherently, to guide the coherence and alignment of learning objectives, learning activities and assessments (project artifacts).

RQ2: What motivates teachers to make revisions in the subsequent cycles of re-design? What aspects did they change? Why?

There were three rounds of revisions on the course, and the changes and considerations for each round are described. Two reasons drive the revision of the re-design of round 2: 1) the observed difficulties (e.g., lack of lab resources.) 2) sudden increase in the number of students and limitation in the lab space. In response to this, a new design component (Discussion) was added at course level design, the class was split into two groups when doing the lab/project part, and the group of students who were not conducting the lab was arranged to engage in discussion to communicate the learning processes and support their progressive problem-solving. At the topic level, slightly update on content but little change in the sequence of major blocks. For each of the blocks', detailed scaffoldings were provided with specified learning tasks (e.g., design reflections). For example, the core disciplinary practice was adopted as guiding questions to support the project progress and reduce the challenges in writing the report, with the objective to provide students with conceptual and methodological support and think like an engineer when conducting the project. A course website was developed to support learning resources and providing online tools for interactions online.

In the third round, there were big changes in the course level design, because of the faculty's attempt to explore possibilities of teaching innovation and international collaboration for preparing future engineer undergraduates. First, changes in design principles apart from PBL: 1) co-teaching and cross-course collaboration. Students' learning experiences were designed not only from one course but three courses, and students were divided into 4 groups to collaborate on a theme-based joint project across the year. 2) university-university and university-enterprise collaboration.

Considering the much collaboration required in the process, workshops by the entrepreneur were designed at the course level, with the objective to help students to understand why and how to collaborate and build collaboration skills required when negotiating with different stakeholders in

authentic design context. The course turned into three parts: lecture + lab / workshop every week with the support of a big teaching and TA team. Considering the intensive collaboration along the learning journey, a small project was introduced in the first month to orient students' familiarity with project-based learning, and build understanding of team roles, duties to choose task force roles in the project. A design notebook was introduced for students to document their progressive project process. Each major block will result in a deliverable report, which will be peer-reviewed. Detailed guidelines and rubrics are provided for each of the blocks. For each task, detailed instructions, guidelines, and motivators are adopted, and resources are well-prepared on the course website. After the completion of round 3, several factors promote further changes to the course: 1) students' feedback. some students who performed genuinely in exam-oriented traditional lectures felt less prepared when shifting to active and collaborative learning. Besides, students who plan to take the Chinese Master Entrance exam (tested in Chinese) felt delivering in English with project-based learning brought extra work, as this is a major core course for the exam. 3) contextual factors: Lab and Human resources and funding to support teaching. Considering these factors, changes were made to the theoretical, lab and project part respectively. For the theoretical part, more time was allocated, Chinese slides and MOOC resources are prepared, along with quiz and exercises. English slides are also available for those who are interested in it. For the lab and project part, PBL was still applied, but the level of complexity for group project changed to an easier one, from creating a tangible project to creation of the conceptual artifacts in responding to changes in lab space. Individual consultation meetings are organized to facilitate the project-based learning process. Based on the changes at course level, a new set of learning tasks, learning resources, and supporting instructions and rubrics are created accordingly.

RQ3: What challenges emerge and what supports do teachers need?

Teacher B's challenge is that his design consists of different elements. He would like to provide guidance for students' complex learning journey and provide scaffoldings and recourses to advance students' progressive learning process. For this, his need is to develop an online learning environment with a set of tools to support student's communication, interaction, and progressive learning process. *"In the educational process, we need to have a website with set of tools to cater to different purposes, so that students can complete everything in one place, ... now I upload a Word, and they need to download, word on it and re-upload, we wanted the platform to support multi-dimensional communication and interaction to make better and progressive learning experiences.* Course design is a complex process, and design is very personal, so establishing the design culture within a larger community is important. The teacher explained that for this to happen, it requires support from university level to focus on teaching. *"Otherwise, when you are talking about teaching as design which this is not evaluated in your tenure track. Other people may ask, have you published on Nature or Science?"* To teacher further explained that to foster the design culture, one of the possibilities is to make teaching visible for others and articulate the course design artifacts and pedagogical intentions in more systematical way, so that other people have a chance to see and understand your work.

4. Discussion and Conclusion

This paper reports on two cases of full processes and iterative cycles of re-designing a course, identifying design principles and considerations to guide design at different levels of granularity.

The results of this study show diversity in the design principles adopted by the two teachers, with Teacher A focusing on integrating theory with practice, linking research and industrial application in teaching, and designing authentic disciplinary learning contexts to guide the design at different levels. Meanwhile, Teacher B adopted principles of social context, project-based learning, and engaged students in disciplinary practice.

A distinctive characteristic of the design process is that Teacher A's design acts as a more content-focused and intuitive way of design guided by principles, which is consistent with previous studies (Stark 2000; Bennett et al., 2017). On the other hand, Teacher B's design process shows a hierarchically nested, systematic process that operationalizes the design principles to different levels coherently to guide the coherence and alignment of the design elements, which is rare in the previous literature.

The study reveals that various factors can prompt a course redesign, including student feedback, diverse learning needs, contextual aspects such as the learning environment and available resources, as well as faculty policies. Typically, course revisions aim to enhance either the quality of course content and instructional materials to facilitate students' understanding or the learning experiences and environments that promote and support students' progressive learning. Additionally, the study highlights the interconnectedness between pedagogical considerations and the design process, suggesting that coherence and alignment of pedagogical considerations across different levels can foster constructive alignment in course design. Thus, effective course design necessitates the ability to adopt and operationalize pedagogical concepts at multiple levels of the design process.

The study explores the challenges encountered by two teachers in terms of pedagogical, design, and technological aspects. Previous research indicates that despite the increasing implementation of compulsory teaching skills development programs for academics, many university educators do not receive sufficient support to integrate digital tools and implement innovative pedagogies successfully (Parsons, Hill, Holland, & Willis, 2012). The similarities in the teachers' needs emphasize the importance of a common language that can document and describe teaching practices and guide teachers in communicating their design ideas. This language could also stimulate professional learning and enhance the quality of teaching and learning (Waters and Gibbons, 2004; Author et al., 2017).

Both teachers expressed a need for effective pedagogical practices described in an appropriate form that they could easily understand, adapt, and reuse. Teacher A sought templates that demonstrated successful cases underpinned by pedagogical considerations informed by learning theories. In contrast, Teacher B needed a language to articulate and represent his course design at different levels, with pedagogical considerations systematically underpinned. This would enable the design to be shared and reused, promoting the sense and culture of teaching as a design science in the faculty and a larger group.

This paper adds to the current literature on course redesign in higher education by providing insights into the reasons why university teachers choose to redesign their courses and how they go about doing so. The paper contributes to the literature on course design by revealing the design principles that guide iterative design processes at multiple granularities. We identify the key design principles that guide the iterative design process at multiple levels of granularity. Our research also highlights the challenges faced by teachers during this process, as well as the need for a common design language embedded in a tool that can facilitate the sharing of design practices and pedagogical decisions. By promoting effective articulation, communication, adoption, and reuse of

course designs among practitioners, researchers, and other stakeholders, this approach can help foster a culture of teaching as design within and beyond the education community.

Acknowledgements

We would like to express our sincere gratitude to the teachers who participated in this project and generously shared their valuable learning design experiences with us. The teachers who participated in this project went above and beyond their regular duties to help us achieve our research goals. They provided valuable feedback and suggestions that helped us understand the research problem and their contributions will have a lasting impact on those who will benefit from this research, as well as on the broader community.

References

- Agostinho, S., Lockyer, L., & Bennett, S. (2018). Identifying the characteristics of support Australian university teachers use in their design work: Implications for the learning design field. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34 (2).
- Bennett, S., Agostinho, S., & Lockyer, L. (2017). The process of designing for learning: Understanding university teachers' design work. *Educational Technology Research and Development*, 65 (1), 125-145.
- Boschman, F., McKenney, S., & Voogt, J. (2014). Understanding decision making in teachers' curriculum design approaches. *Educational technology research and development*, 62(4), 393-416.
- Ertmer, P. A., Stepich, D. A., York, C. S., Stickman, A., Wu, X. L., Zurek, S., et al. (2008). How instructional design experts use knowledge and experience to solve ill-structured problems. *Performance Improvement Quarterly*, 2/(1), 17-42
- Goodyear, P., & Dimitriadis, Y. (2013). In medias res: reframing design for learning. *Research in learning technology*, 21.
- Goodyear, P. (2015). Teaching as design. *Harvard review of higher education*, 2(2), 27-50.
- Laurillard, D. (2008). Technology enhanced learning as a tool for pedagogical innovation. *Journal of Philosophy of Education*, 42(3-4), 521-533.
- Lee, K., Fanguy, M., Bligh, B., & Lu, X. S. (2022). Adoption of online teaching during the COVID-19 Pandemic: a systematic analysis of changes in university teaching activity. *Educational Review*, 1-24.
- Nguyen, G. N., & Bower, M. (2018). Novice teacher technology-enhanced learning design practices: The case of the silent pedagogy. *British Journal of Educational Technology*, 49(6), 1027-1043.
- Stark, J. S. (2000). Planning introductory college courses: Content, context and form. *Instructional Science*, 28(5), 413-438
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2020). Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital science and education*, 2(3), 923-945.
- Persico, D., & Pozzi, F. (2015). Informing learning design with learning analytics to improve teacher inquiry. *British journal of educational technology*, 46(2), 230-248.
- Yin, R. K. (2008). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

多模态外显数据驱动的课堂认知投入评测模型构建研究

Research on Construction of Classroom Cognitive Engagement

Assessment Model Driven by Multimodal Explicit Data

徐琦¹, 魏艳涛^{1*}, 刘清堂¹, 师亚飞²

¹华中师范大学人工智能教育学部 湖北省教育信息化研究中心

²河南师范大学

* yantaowei@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 在课堂情境中，认知投入是学习投入的基础性维度，影响着学生学业成功和教学质量，对其有效测评能为有效教学干预提供依据。但其内隐性强，难以直接测量，阻碍教师的课堂管理和学生的状态调整。随着教育数字化转型升级，多模态数据融合表征为其有效研判提供了可能。因此，文章紧扣认知投入的内涵，结合认知加工相关理论，从情境层、表征层、方法层和激活层来剖析课堂认知投入至认知脱离的全过程，基于认知行为、认知情感和认知言语的角度外显化学生表现，构建课堂情境中认知投入的多模态测量指标，进一步探索学生认知投入与多模态数据之间的关系，为满足教学调节和实施教学干预等智能教育服务提供参考。

【关键词】 课堂情境；认知投入；多模态表征；评测模型

Abstract: In the classroom context, cognitive engagement is the basic dimension of learning engagement, it affects students' academic success and teaching quality, and its effective evaluation can provide a basis for effective teaching intervention. However, it is difficult to measure directly, which hinders teachers' classroom management and students' state adjustment. With the digital transformation and upgrading of education, multi-modal data fusion representation provides the possibility for its effective judgment. Therefore, the paper is oriented to the context, focusing on the connotation of cognitive engagement, combined with the theory of cognitive processing, from the context layer, representation layer, method layer and activation layer to analyze the whole process of classroom cognitive engagement assessment. Based on the perspective of cognitive behavior, cognitive emotion and cognitive speech, the multimodal measurement index of classroom cognitive engagement is constructed to further explore the relationship between students' cognitive engagement and multimodal data, so as to provide reference for intelligent education services such as teaching adjustment and implementation of teaching intervention.

Keywords: classroom context, cognitive engagement, multimodal representation, assessment

model

基金项目：2022 年国家自然科学基金“面向同步直播课堂的可解释学习投入自动评测方法研究”（项目号：62277029），2021 年国家教师发展协同创新实验基地建设专项“基于视频数据的‘人工智能+’研训学生情感演化规律分析方法”（项目号：CCNUTEIII-2021-19），2020 年教育部人文社科项目“基于人工智能的在线学习参与度识别研究”（项目号：

20YJC880100), 2022年武汉市知识创新专项“同步直播课堂中远端学生学习投入自动评测方法研究”(项目号:2022010801010274), 华中师范大学交叉团队项目“融合多模态数据的教师教学能力智能评价技术及应用研究”(项目号 CCNU22JC011)

1. 前言

课堂是教育教学的主阵地,既能支持开展多样化教学活动,又可包容差异较大的学生个体,是学生获取知识和掌握技能的重要场所。学生在课堂中常出现心不在焉、缺乏专注、投入不均等投入不足的现象,但是教师无法实时关注到每位学生的投入状态并实施干预,该问题对于新手教师来说更为突出。因此,监测学生的学习投入,为课堂情境中教师精准施策提供依据至关重要。认知投入是学习投入的基础性维度,因其内隐性极强而难以被直接建模和测量,现有研究多采用自我报告等传统方式对其评测,但这并不能契合认知投入的动态发展特性和体现出认知状态的全息内隐机制。《深化新时代教育评价改革总体方案》《中国教育现代化2035》《教育部关于加强“三个课堂”应用的指导意见》等众多文件中均指出了课堂教学的重要地位以及完善评价体系和创新评价工具的重要作用。创新课堂认知投入的评测方式,构建科学的评测框架来指导非侵入式采集多模态学习数据和全面评测学生认知投入状态是突破现阶段课堂认知投入评测研究内容片面浅层、评测方法侵扰性强等问题的关键。基于此,研究面向经典的课堂情境,从多模态数据角度表征并外显化学生的认知投入过程,构建课堂情境中认知投入的多模态测量指标,进一步探索学生认知投入与多模态数据之间的关系,通过构建课堂认知投入多模态测量指标来推测内隐认知状态,为进一步满足教学调节和实施教学干预等智能教育服务提供参考。

2. 相关研究综述

2.1. 面向课堂情境的认知投入概念界定

认知投入是学习投入的重要组成部分,是一种实质的心理投入 (Connell et.al, 1991)。各学者对其概念界定并不统一,主要有两类观点:(1)为了优化个体的思维过程而采取的行动。(2)通常与自我调节和动机过程等同,如对任务价值的感知、目标设置或调节策略的使用。而在课堂情境中,不论是学习者所采取的学习行动,还是他们的动机和策略等,都体现在他们的课堂行为、言语及情感等微观的观察单元之中。Fredricks等 (Fredricks et.al, 2004)指出行为投入是认知投入的载体,这说明底层学习行为的加工、编码和分析是解读认知投入内涵的重要内容,而从一般行为过渡至认知行为的关键是挖掘学习行为的认知特点,Chi等 (Chi, 2021)从学习者的外显行为解构出新信息的存储、整合到多信息的推断、协同推理过程,为认知投入的建模提供了依据。布鲁姆的认知目标分类框架 (Anderson et.al, 2001)指出了言语因素和认知投入的重要关系,例如复述性言语和组织性言语分别映射了低阶思维和高阶思维,有效的认知言语建模对认知投入的理解也很重要 (Kratwohl, 2002)。Pekrun等 (Pekrun et.al, 2022)论证了学习情感能体现出知识相关任务和信息加工的认知特质,尤其是认知不一致、相互矛盾的信息对学生情感的诱发度较大,这些情感也将影响认知投入过程,例如“好奇”会加强个体对新知识的探索和新信息的记忆、“困惑”能诱发个体的努力和积极性等 (Pekrun, 2006)。由此可见,情感因素也是认知投入中不可忽视的关键特征。

综上所述,面向课堂情境的认知投入是学习者在课堂中的信息加工过程,具体包括自我调节策略的使用、动机和努力等复杂过程,涉及信息从存储到生成的行为变化、知识不一致引发的情感变化、以及从低阶跨越至高阶的言语表达。

2.2. 面向课堂情境的认知投入表征方法

常见的认知投入表征线索和测量工具总结如表1所示,由于课堂观察和访谈法均存在

费时耗力的缺陷，现有研究通常将其作为辅助方法来评测认知状态。考虑到认知投入的心理特质，研究者通常采用自我报告法对其进行评测，常见的量表有 JES 量表、SCCEI 量表 (Barlow, 2020) 等。这类方法对情境的要求相对较低，能广泛适用于不同的课堂情境，也常与经验抽样、教师打分等其他方法协同使用。基于传感器的方法常见于实验室情境 (Mello et.al, 2017)，但其侵入性强、设备成本高等局限难以满足课堂情境下的认知投入评测需求。视频录像为面向课堂情境的认知投入数据采集提供了便利 (Sümer Ö et.al, 2021)，基于视觉线索的表征方法广受欢迎，该方法常采用教室角落里的摄像机来直接录制学生的脸部、上半身画面以及课堂声音。这类表征方法与在线情境中采集的数据不同，它难以捕捉到学生眼神等更精细的内容，因而对包含个体、师生、生生等复杂交互编码提出了更高的要求，力求从更广泛的洞察角度捕捉更多认知信息。

表 1 认知投入的一般表征方法

序号	测量对象	表征线索	测量工具	文献索引
1	话语与身体	内容解释程度、手势等	课堂观察	(Helme et.al, 2001)
2	身体	举手、提问、大声说话等	视频录像	(Sümer Ö et.al, 2021)
3	身体	微笑、举手、头部姿态、语音	监控系统	(Ahuja et.al, 2019)
4	身体	记笔记、与同伴互动等	自我报告	(Barlow et.al, 2020)
5	话语	自我调节策略使用	访谈	(Helme et.al, 2001)
6	心理	努力、策略、概念内容	教师打分	(Wigfield et.al, 2008)
7	心理	学习计划等	经验抽样	(Xie et.al, 2018)
8	生理	皮电、脑电、心电	传感器	(Mello et.al, 2017)
9	话语	有意义的内容	文本编码系统	(Liu et.al, 2022)

综上所述：(1) 现有研究重表征线索而轻模型构建，缺少一定理论支撑和完善的评测模型结构。(2) 面向课堂情境的认知投入表征不够深入，大多停留在心理评测层面，尚未深入挖掘外显行为特征。(3) 认知投入的测量角度单一，少有研究结合话语、身体等多种测量对象联合表征认知投入，容易造成对认知投入的概念理解偏差。

3. 课堂情境中认知投入多模态表征模型

3.1. 理论基础

3.1.1. ICAP 认知投入分类框架

ICAP 认知投入分类框架如图 1 所示，该框架 (Chi et.al, 2018) 基于学生的显性行为来定义认知投入活动，通过“任务内”和“任务外”来界定学生的最低投入度，“任务内”的认知行为分为被动、主动、建构和交互这四种模式，与之对应认知加工中的注意、操作、生成和协作过程，同时被动和其他三类模式也被分别用于表示学习过程中的被动学习和主动学习。其中，被动和主动模式属于浅层认知投入，建构和交互模式属于深层认知投入，这一映射关系同样适用于“动脑”和“动手”的实践解释。

ICAP 框架可以与多类学习活动结合起来,如听讲座、阅读材料、观看视频和协作会话等,而课堂情境是上述学习活动的集合体,需要触发学生的多感官参与,ICAP 框架所提供的外显行为评判标准,有利于教师或研究人员更好地从信息加工的角度去评价学习者针对课堂活动的认知投入情况 (Goldberg et.al, 2020)。基于此,我们将 ICAP 框架应用于课堂情境中,重点关注学生在课堂活动过程中的认知加工情况,在构建认知投入的行为维度上,聚焦对个体外显行为的过程性描述和考察,以检验该模型对课堂情境中的复杂活动的支撑作用,为教学设计与改进提供理论与实践依据。

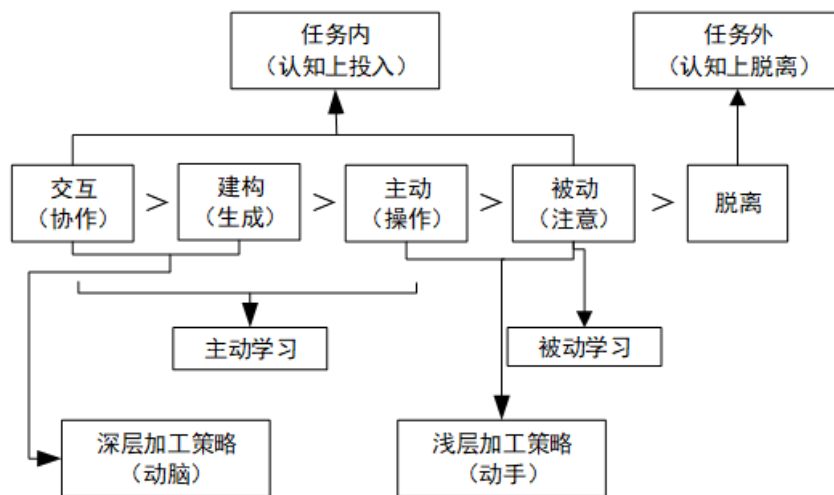


图 1 ICAP 认知投入框架内容

3.1.2. 面向课堂情境的认知情感

鉴于情感与学习投入的相关性以及对学习产生的独特作用,考虑情感的来源也很重要 (Pekrun et.al, 2022)。基于学习情感的控制价值理论 (Pekrun, 2006), 与学习有关的情感主要有成就情感、认知情感、话题情感和社交情感,而成就情感、话题情感和社交情感分别聚焦在考试活动、主题材料和社会关系上 (Broughton et.al, 2013), 并没有直接指向知识的建构与生成过程。面向课堂情境的主要活动与知识产生和加工过程紧密关联,认知情感与知识产生有关,这些情感是由学习或认知活动引发,其典型序列包括积极情感,如对知识呈现的惊讶、惊奇未解除的好奇、问题解决时的愉悦等;以及消极情感,如严重干扰原有认知结构时的焦虑、无法完成任务时的沮丧等,认知情感模型如图 2 所示。

课堂情境是学生知识建构的主场景,因此课堂活动包含着引起认知冲突的信息,学生在此过程中会产生大量认知情感,而基于认知不一致所产生的积极情感和消极情感均会促进学生采用自我调节和促进策略 (Pekrun et.al, 2017),这说明产生认知冲突的不愉快认知情感(如困惑)也能促进学习。然而,无聊的情感会削弱学习,这种情感与所有认知加工的策略都表现出负相关 (Pekrun et.al, 2017),这对学习者的学习表现和学习结果是不利的,也反映出在无聊的情感体验过程中,学生出现了认知脱离现象。

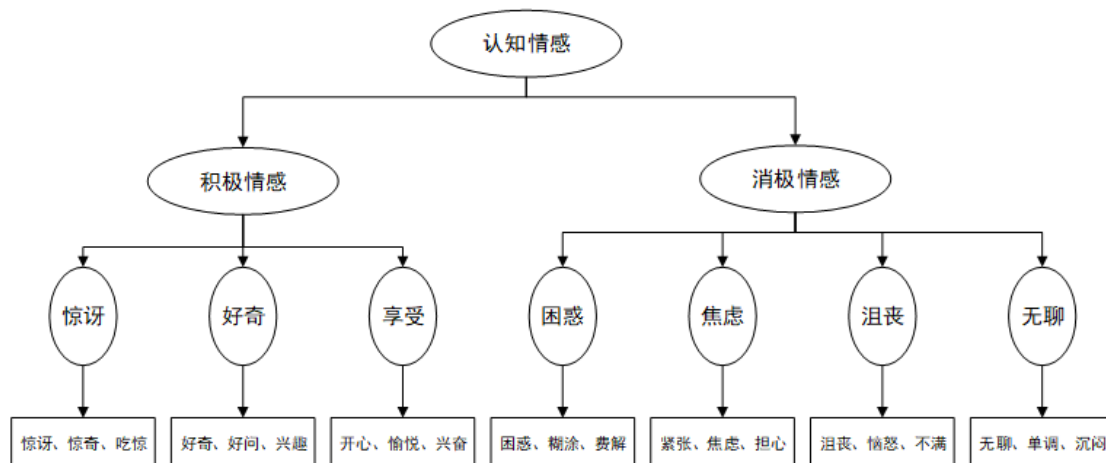


图2 认知情感模型

3.1.3. 课堂认知言语分类

布鲁姆基于心理学和认知理论提出了系统的教育目标分类（布鲁姆 B S, 1986），在认知教学目标上，将认知过程维度划分为六个阶梯形递进的水平层次：记忆、理解、应用、分析、评价和创造，对应着学生有浅层知识理解走向深度知识加工的过程，如图 3 所示。该框架为确认学生的学习水平标准建立了一个具有层次差异和可操作的框架，同时摆脱了不同学科、不同知识体系以及不同教师认识差异的影响，在课堂情境中具有广泛应用（肖龙海和陆叶丰，2021），并不断演化出新的分类体系，如 SOLO 分类学（约翰，2010）、新教育目标分类（Marzano, 2007）等，为言语表达过渡至认知和学习状态搭建了有效的分析桥梁。从本质上看，该框架在操作上以经验性的语言为工具，根据认知活动的认知难度，将思维操作的不断复杂化构成认知目标的层次的提升，清晰地展示了学生在言语表达中的内隐认知状态。

该框架在显性言语上具有较好的识别优势，能够将隐性抽象的知识学习过程转化为显性可操作的认知思维活动，能满足面向课堂情境的实践需要，同时框架的分类体系也与社会语言学对基于场域的文本语境分类法（Teruya, 2006）异曲同工，均在构成课堂情境的活动中，根据学生的“意义”活动构造言语类型，这对认知状态和教育目标有机结合，能检验面向课堂情境的认知言语投入情况，为教学改进提供依据。

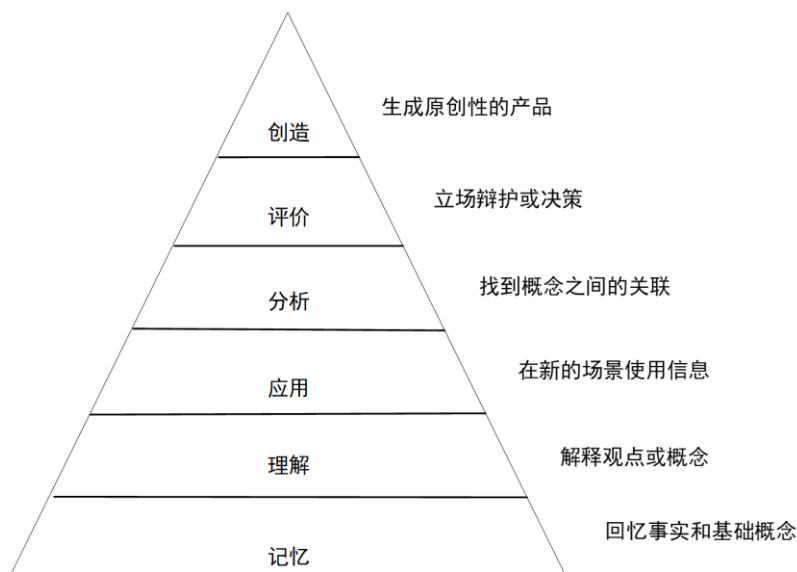


图3 认知言语分类框架

3.2. 课堂情境中认知投入表征模型构建

本研究以课堂认知投入为研究对象，构建多模态外显数据驱动的课堂认知投入评测模型。该模型主要为教师在课堂情境中探知学生认知状态、提供精准干预决策提供参考，同时也为促进学生开展自我调节学习、提升认知投入度提供借鉴，以期提升课堂认知投入评测的客观性和科学性。如图4所示，研究模型依次包括情境层、表征层、方法层和激活层四个部分。情境层紧扣课堂优势，融入各类教学活动，是认知投入的外部牵引，根据加涅的认知加工学习理论，将其分为课堂导入、学习指导、课堂迁移和课堂总结四个环节，教师需要逐步细化活动内容，以不断契合学生的认知发展规律。表征层融入认知投入的核心要素，考虑到它与学习投入类似的“元结构”，表征包含了从认知投入至认知脱离的全过程，遵循学生从获得信息到信息输出的全过程，并逐步细化认知加工的深度，后续将对行为、情感和言语三方面的表征内容展开具体阐述。方法层涉及认知投入的具体测量，我们突破心理评测的局限，从学生的外显表现来推测其认知过程，采用深度学习模型训练学生的认知特征，计算他们的认知状态。最后是激活层，根据加涅的信息加工理论，学习者的外显表现将被激活为他们头脑内部的加工活动，因此，情境层将促使信息发生形态转变，由表征层捕获个体外显特征规律，最终通过方法层的计算结果解释为不同的信息加工阶段，以此将知觉、语言、行动等外显状态与内隐认知过程联系起来。

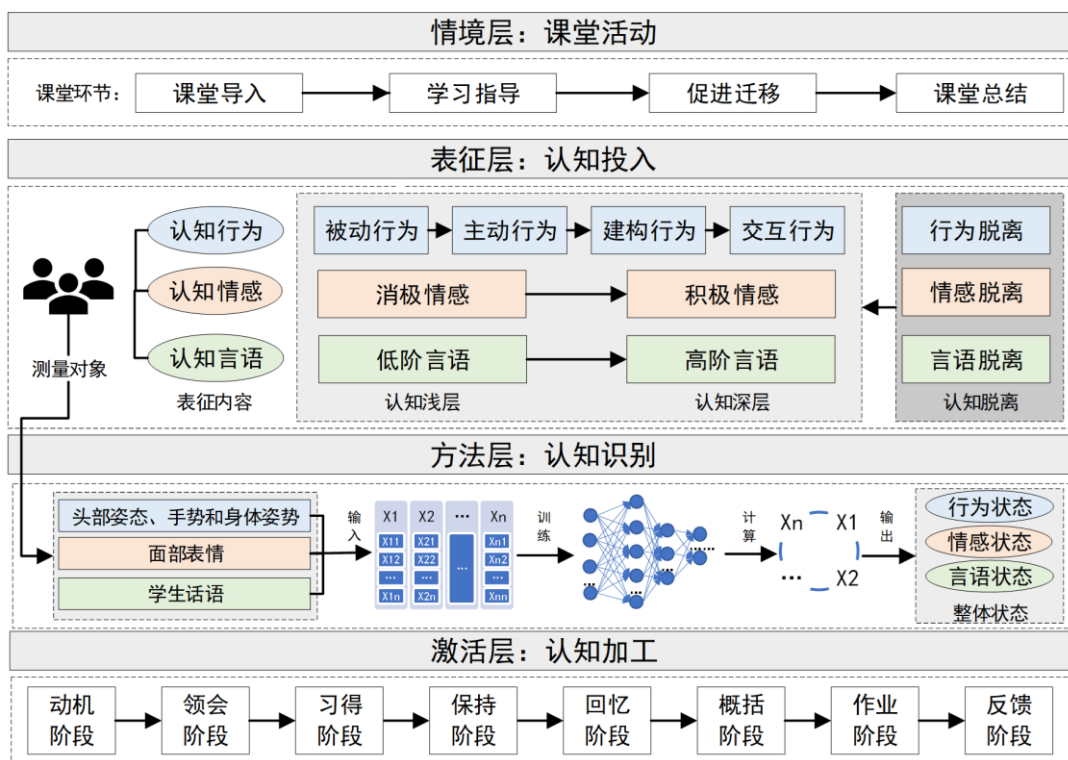


图4 课堂认知投入评测模型

3.2.1. 认知行为

认知行为的测量对象为头部姿态、手势和身体姿势，并基于 ICAP 框架划分为被动行为、主动行为、建构行为、交互行为和行为脱离。被动行为是学生面向教学材料接收信息的过程，主动行为表示积极加工处理信息，包括思考问题、查找资料等过程，建构行为用于描述学生表达新的概念和想法，交互行为是指建构知识过程中发起轮流对话，行为脱离表示学生行为没有认真投入课堂活动中。

3.2.2. 认知情感

认知情感的测量对象为面部表情，基于认知情感模型划分为积极情感、消极情感和情感脱离，积极情感是面对新知识或问题解决时的愉悦感，消极情感是由于未解决的问题所导致的认知不一致的挫折感，情感脱离表示与学习活动无关的情感，以“无聊”为典型脱离情感。

3.2.3. 认知言语

认知言语的测量对象为学生话语，基于布鲁姆的认知目标分类框架划分为低阶言语、高阶言语和言语脱离，低阶言语是涉及对知识的理解和辨认过程，高阶言语是对抽象概念和知识的深度加工结果，言语脱离用于表示与课堂无关的言语或嘈杂。

3.3. 课堂认知投入度量指标

认知投入的表征是评测学生认知投入状态的主要依据，而认知投入的外显测量指标是区别传统认知投入量表的主要特征。一方面，情感会消耗认知资源(Wine, 1971)，对考试的焦虑和担心会干扰学业的完成，另一方面，注意力是感觉输入的起点(Posner, 1980)，因此很多研究将凝视指标用于测量认知投入状态，再加上言语中所包含的大量认知信息，使得从课堂的单维数据难以表征学生的全息真实认知状态，而基于多模态的数据表征更符合认知投入的复杂特性。针对上述分析，同时考虑到自然课堂对非接触式评测的现实需求，基于原生态课堂视音频数据的多模态指标设计是兼顾外显表征与非侵入式评测的关键，下面对课堂认知投入的度量指标进行具体描述，如表 2 所示。

表 2 课堂认知投入度量指标

分类	数据	表现形式	观测指标
认知行为	视频	被动行为	看教材、看老师、看同伴（同伴答题时）、看演示材料（ppt 等）
		主动行为	在内容上划线、查找资料、指向学习内容、伸手比划
		建构行为	举手提问、记笔记、提出新想法、询问同伴
		交互行为	和教师轮流对话、与同伴轮流对话、在设备上发起对话交流
认知情感	视频	行为脱离	看无关内容、环顾四周、走动、摆弄物品、未投入指定活动
		消极情感	困惑、焦虑、沮丧
		积极情感	惊讶、好奇、享受
认知言语	音频	情感脱离	无聊
		低阶言语	记忆、理解
		高阶言语	应用、分析、评价、创造
		言语脱离	混乱无意义言语

4. 总结

认知投入是一种实质的心理投入，现有评测方法阻碍着我们对其本质特征的理解，而脑电等生理信号测量在突破其内隐性的同时又难以满足自然情境下的课堂教学需求，使得课堂情境下的认知投入评测十分困难，不利于教师的课堂管理与精准施策。对此，研究提出了多模态外显数据驱动的课堂认知投入评测模型与指标体系，结合情境层、表征层、方法层和激活层四大模块，融合多个模态的数据指标，能够为认知投入研究提供准确研判，也为深入揭示认知投入的本质提供了可能。同时表征内容的具体划分也为实时监控学生学习投入的动态演变规律创造了条件，能帮助教师客观评估课堂的教学效果，是课堂质量的重要保障。研究也存在一些局限性，首先，研究缺乏实证考究，导致部分结论的可推广性仍待考察；其次，更多模态的融合表征可能会进一步突破认知投入的评测困境，有待开展相关实验分析。未来将继续优化研究模型，更新技术手段，完善实验设计，提升学生的认知投入度和学习质量，使其能够在课堂情境下发挥更大的价值。

参考文献

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- 布鲁姆 B S,等著.(罗黎辉, 丁证霖, 石伟平, 等译).(1986).**教育目标分类学: 第一分册认知领域**.上海:华东师范大学出版社.
- 肖龙海,陆叶丰.(2021).智慧课堂的高阶思维评价研究.*现代教育技术*, 31(11):12-19.
- (澳)约翰 B.彼格斯, 凯文 F.科利斯著(高凌飏, 张洪岩, 译).(2010).**学习质量评价: SOLO 分类理论: 可观察的学习成果结构**.北京: 人民教育出版社, 24-35.
- Ahuja, Karan & Agarwal, Yuvraj & Kim, Dohyun & Xhakaj, Franceska & Varga, Virag & Xie, Anne & Zhang, Stanley & Townsend, Jay & Harrison, Chris & Ogan, Amy. (2019). EduSense: Practical Classroom Sensing at Scale. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*. 3. 1-26. 10.1145/3351229.
- Anderson, L.W & Krathwohl, D.R. et. al. (Eds.,2001). *Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Abridged Edition.) New York: Longman.38-62; 63-92.
- Barlow A, Brown S, Lutz B, et.al. (2020). Development of the student course cognitive engagement instrument (SCCEI) for college engineering courses. *International Journal of STEM Education*, 7(1): 22.
- Broughton, S. H., Sinatra, G. M., & Nussbaum, E. M. (2013). "Pluto has been a planet my whole life!" Emotions, attitudes, and conceptual change in elementary students learning about Pluto's reclassification. *Research in Science Education*, 43(2), 529–550. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9274-x>
- Chi M T H, Adams J, Bogusch E B, et.al. (2018). Translating the ICAP Theory of Cognitive Engagement Into Practice. *Cognitive Science*, 42(6): 1777–1832.
- Connell, J. P., & Wellborn, J. G. (1991). Competence, autonomy, and relatedness: A motivational analysis of self-system processes. In M. Gunnar & L. A. Sroufe (Eds.), *Minnesota Symposium on Child Psychology* (Vol. 23). Chicago: University of Chicago Press.
- D'Mello, S., Dieterle, E., & Duckworth, A. (2017). Advanced, analytic, automated (AAA) measurement of engagement during learning. *Educational Psychologist*, 52(2), 104–123. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1281747>
- Fredricks, J., Blumenfeld, P., & Paris, A.H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74, 109 - 59.
- Chi M T H. (2021). Translating a Theory of Active Learning: An Attempt to Close the Research-Practice Gap in Education. *Topics in Cognitive Science*, 13(3): 441–463.
- Goldberg P., Schwerter J., Seidel, T., Müller K., & Stürmer K. (2020). How does learners' behavior attract preservice teachers' attention during teaching?. *Teaching and Teacher Education*. 97. 10.1016/j.tate.2020.103213.
- Helme, S., & Clarke, D. (2001). Identifying cognitive engagement in the mathematics classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 13(2), 133–153. <https://doi.org/10.1007/BF03217103>
- Krathwohl, D.R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview, *Theory into Practice*, No.4, 212-218.
- Liu S, Liu S, Liu Z, et al. (2022) Automated detection of emotional and cognitive engagement in MOOC discussions to predict learning achievement. *Computers & Education*, 181: 104461.
- Marzano, Robert & Kendall, John. (2007). *The New Taxonomy of Educational Objectives*. 2nd ed. California: Corwin Press.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>.
- Pekrun R., Vogl E., Krista R. Muis & Gale M. Sinatra. (2017). Measuring emotions during epistemic activities: the Epistemically-Related Emotion Scales, *Cognition and Emotion*, 31:6, 1268-1276, DOI: 10.1080/02699931.2016.1204989.
- Pekrun, R., Linnenbrink-Garcia, L. (2022). Academic Emotions and Student Engagement. In: Reschly, A.L., Christenson, S.L. (eds) *Handbook of Research on Student Engagement*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-07853-8_6.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3–25. <https://doi.org/10.1080/00335558008248231>.
- Sümer Ö, & Goldberg, Patricia & D'Mello, Sidney & Gerjets, Peter & Trautwein, Ulrich & Kasneci, Enkelejda. (2021). Multimodal Engagement Analysis from Facial Videos in the Classroom. *IEEE Transactions on Affective Computing*, PP. 1-1. 10.1109/TAFFC.2021.3127692.
- Teruya, K. (2007). *A systemic functional grammar of Japanese*. London and New York: Continuum.
- Wigfield, A., Guthrie, J. T., Perencevich, K. C., Taboada, A., Klauda, S. L., McRae, A., & Barbosa, P. (2008). Role of reading engagement in mediating the effects of reading comprehension instruction on reading outcomes. *Psychology in the Schools*, 45(5), 432–445. <https://doi.org/10.1002/pits>.
- Wine, J. D. (1971). Test anxiety and the direction of attention. *Psychological Bulletin*, 76(2), 92–104. <https://doi.org/10.1037/h0031332>.
- Xie, K., Heddy, B. C., & Greene, B. A. (2018). Affordances of using mobile technology to support experience sampling method in examining college students' engagement. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2018.09.020>.

技术赋能教学，数据助力教研

——学校“数据赋能课堂教学评价”研究报告

GCCCE2023 Author Guidelines for Paper and Poster Submission

Format

张芳菲
常州市第二实验小学
* 71768681@qq.com

【摘要】 从“学科育人”系列课题，到“数据分析”项目的持续推进，学校在教学内容的开发、教学过程的优化重建、教学评价的校本创新等方面均获得了丰厚的成果。2022年，学校基础教育综合改革项目以“数字画像”为统领，构建更为系统、更为融合、更为科学的学生综合性发展性评价；区高品质三全项目也以“高质量实施国家课程”为主题，引领教师团队开展反思性研究。学校引进中庆智课平台，着力数据赋能课堂教学评价的实证研究，通过“数据分析+经验提炼”双管齐下，为课堂把脉，促教学优化，推动课堂教学从个人经验主义走向实证主义。

【关键词】 数据；赋能；课堂教学；教学评价；教研

Abstract: From the series of topics of "discipline education" to the continuous promotion of "data analysis", the school has obtained rich achievements in the development of teaching content, the optimization and reconstruction of teaching process, and the school-based innovation of teaching evaluation. In 2022, the comprehensive reform project of basic education in schools will be led by "digital portrait" to construct a more systematic, integrated and scientific comprehensive development evaluation of students. The District High-Quality Three-All Project also takes the theme of "High-Quality Implementation of the National Curriculum" and leads the teachers' team to carry out reflective research. The school introduced the Zhongqing Intelligence Class platform to focus on data to enable the empirical research of classroom teaching evaluation. Through the two-pronged approach of "data analysis and experience extraction", the school took the pulse for the classroom, promoted the teaching optimization, and promoted the classroom teaching from individual empiricism to positivism.

Keywords: data, to empower, classroom teaching, teaching evaluation, teaching and research

1. 研究背景

数据赋能是指创新数据的运用场景及技能和方法实现数据价值的过程。通过提升人、物、信息间的连接能力、数据分析能力（信息交换、信息处理和信息共享）和信息运用能力（用户行为感知、动态资源分配、灵活分析服务）促进平台方的价值共创。

从“学科育人”系列课题，到《基于质量监测大数据分析的教学行为诊断与优化》项目的持续推进，学校在教学内容的开发、教学过程的优化重建、教学评价的校本创新等方面

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

均获得了丰厚的成果。2022年，学校基础教育综合改革项目以“数字画像”为统领，构建更为系统、更为融合、更为科学的学生综合性发展性评价；区高品质三全项目也以《学科育人：高质量实施国家课程的创新实践》为主题，引领教师团队开展反思性研究，边实践、边反思、边创新。

集团引进中庆智课平台，结合区发展中心课堂教学测评系统，共同着力数据赋能课堂教学评价的实证研究，通过“数据分析+经验提炼”双管齐下，为课堂把脉，促教学优化，推动课堂教学从个人经验主义走向实证主义。

2. 研究目标

提出数据赋能评价系统运行的软硬件环境标准，并在集团内分批次完成建设。

通过此项研究评价结果的运用，完善不同教学场景中教师的自我反思和同伴互助机制，帮助转变教研方式及改进课堂教学。

3. 研究方式

语数英学科每月在录播教室开展一次课堂教学实践探索（因智课平台数据采集项要素限制，综合学科暂由科学、美术参与），根据录播教室中庆智课平台及天宁区教室发展中心的学情分析平台给出的数据分析报告，当月跟踪开展线上/线下数据分析研讨。

每学期期末最后一个月开展一次全学科数据分析总结活动，梳理反思一学期活动开展情况，提出针对学科差异的数据采集要素建议，同时讨论确定下学期各学科系列化活动计划。

4. 研究方案

各学科结合学科特点及需求，确立基于数据分析的课堂教学行为优化主题，开展系列化课堂教学实践探索，在学科组内阅读学习智课平台给出的分析报告后，跟踪开展针对课堂教学实践分析的主题研讨，构建出人人皆参与的课堂教学数据分析研究团队，形成“数据分析+经验提炼”双重诊断的新型教研模式。

表 1 2022-2023 学年第一学期面向全学科开放活动一览

学科	责任人	活动时间	活动形式	活动内容
语文	陆芳	9月26日	课堂教学	《秋天的雨》 执教 孙秀青
	陆芳	10月27日	数据分析	基于多元互动有效性课堂教学行为数据分析（线下）
	汤岚	10月21日	课堂教学	《ie ue er》 执教 俞婷
	汤岚	10月31日	数据分析	基于云平台数据下的幼小衔接之拼音教学研究（线上）
	陆芳	11月3日	课堂教学	《伯牙鼓琴》 执教 陆芳
	陆芳	11月10日	数据分析	基于多元互动有效性课堂教学行为数据分析（线下）
数学	路叶娜	9月29日	课堂教学	《两三位数除一位数复习》 执教 刘竹君
	路叶娜	10月12日	数据分析	指向作业设计与评价改革教学研究的数据分析（线下）
	季焕庆	11月14日	课堂教学	《解决问题的策略》 执教 谢荟
	季焕庆	11月21日	数据分析	小学数学生活化教学的实践研究（线下+线上）
英语	李霞	10月13日	课堂教学	《Changes》、《Cartoon&Culture time》 执教 唐燕萍、宗薇
	李霞	10月16日	数据分析	基于证据的学生言语评价的课堂观察数据分析

				(线上)		
	李霞	11月2日	课堂教学	《At the snack bar》	执教	朱小云
	李霞	11月2日	数据分析	基于证据的小学生英语语言评价的案例研究 (线下+线上)		
	李霞	11月24日	课堂教学	《At weekends》	执教	戴春娟、 王静
	李霞	11月24日	数据分析	基于证据的课堂教学观察研究(线下+线上)		
科学	陈益	10月20日	科学教学	《观察星空》	执教	陈益
	陈益	11月3日	数据分析	指向学生科学关键能力的课堂观察数据分析 (线上)		
全学科	张芳菲	11月10日	数据分析 研讨总结	数据赋能教学教研	合作	陆芳、汤 岚、季 焕庆、 路叶 娜、李 霞、范 德举

5. 研究实效

本学期开始,信息中心(现代教育技术研发中心)与课程部联动,各学科全面推进“基于大数据分析的教学行为诊断和优化研究”,在“课堂教学测评系统”的支持下,借助教育云平台录播,运用AI技术记录课堂教学中的师生行为,以数据、图表、视频等多种形式即时反馈课堂,形成评价报告。在此研究过程中,两部门根据集团两校区时空距离实际情况,充分利用和挖掘课堂教学测评系统学情分析及数据分析功能,多次开展连续性研讨活动,以网络教研、沙龙、论坛等形式,深入推进“多点、双线、全学科”数据赋能课堂教学评价研究,致力教师自我成长、学科团队互助、学校教研转变、学生多元评价。

5.1. 读报告看数据观教学,生发教研转变之需(例:2022年10月27日全学科教育论坛纪要)

5.1.1. 参与人员

课程部(语文):陆芳、汤岚

课程部(数学):季焕庆、路叶娜

课程部(英语):李霞

课程部(综合):范德举

现代教育技术研发中心:张芳菲、朱雪峰

学科骨干教师:孙秀青(语文)、黄筱钰(数学)、朱小云(英语)、陈益(科学)

5.1.2. 论坛背景

【主持人】本学期开始,各学科全面推进“基于大数据分析的教学行为诊断和优化研究”,在“课堂教学测评系统”的支持下,借助教育云平台录播,运用AI技术记录课堂教学中的师生行为,以数据、图表、视频等多种形式即时反馈课堂,形成评价报告。

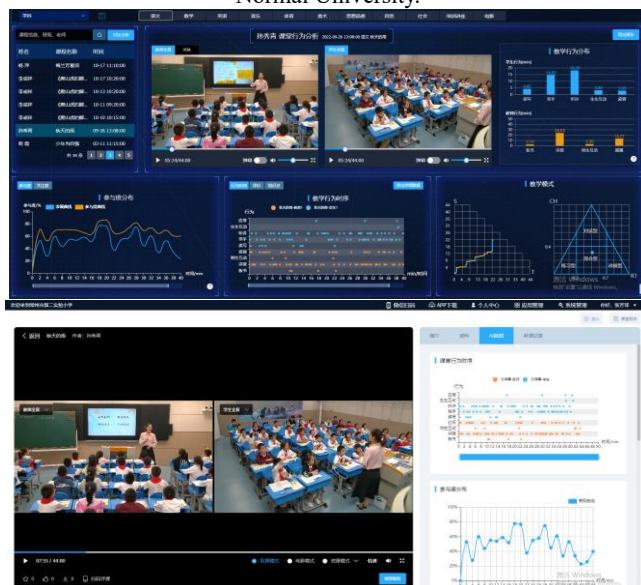


图 1 课堂教学测评系统课例分析功能

【主持人】今天，我们以孙秀青老师的一节《秋天的雨》课堂教学为例，一起来探讨在技术手段和大数据分析的支持下，如何更加客观准确地诊断和优化教学？这节课通过教育云平台全程录播，推送给各学科老师，是一次全学科的研讨，今天在场的老师均是来自各个学科的。

5.1.3. 话题推进：在技术和大数据分析支持下，如何更加客观准确地诊断和优化教学？

【主持人】首先，请孙秀青老师来简单阐述本节课的教学设想。

【孙秀青】《秋天的雨》是三年级上册第二单元的第 2 篇课文。本单元的人文主题是“走进秋天”，语文要素是“运用多种方法理解词语”。所以，我把这一课的教学目标设定为：1.有感情地朗读课文，背诵第 2 自然段。2.能运用多种方法理解“五彩缤纷”等重点词语，能发挥想象感受秋雨带来的美丽风景。3.能发现交流文中有新鲜感的句子，并能仿照例句写话。教学时，我设计以“读”为主线的学习活动贯穿整个课堂，让学生在读中感悟、读中想象，从而把抽象的、文学性的语言转化为具体的画面呈现在孩子们的眼前。我通过图片创设了走进秋天的情境，在初读课文后，出示了三组不同的词语，有量词、有轻声词、动词等，让孩子在初读中感受词语的新鲜感。接着，在朗读教学中，我尊重学生的个性体验，没按照课文句子的顺序指导，而是提问：你发现了哪些有新鲜感的句子和大家进行交流，引导学生抓住关键词语说说自己的理解和体会，让学生在品词析句中对秋天的景物既有了形的感知，又有了情的体验。

【主持人】汤部长，你全程参与了备课，先请你来谈谈。

【汤岚】孙老师有单元融合意识，从教材导语页四句诗行导入，图文并茂地呈现了本单元学过的秋天有关的古诗，在诵读中营造了秋意融融的氛围，让学生的心更加贴近秋天。从课堂观察数据分析报告看，这里孩子们参与度达到了 90%、关注度达到了 75%、表现度曲线始终处于高位，说明这里激发了学习激情，调动了学生对秋天的认知积累。2.美的发现。孙老师聚焦本单元语文要素，引导学生在已有解词方法的基础上，运用“联系上下文”理解“五彩缤纷”从测评报告来看，孙老师努力把“读”贯穿于整个教学过程。但是，数据显示学生朗读的时长共约 4.4 分钟，这是远远不够的。回看教学录像，发现虽然形式丰富，但学生参与面不够广，是否在逐句指名读时，让更多的学生参与其中。3.美的表达。数据显示整节课学生发言时长只有 6 分钟左右，表达环节，学生参与度也只有 60%，反观课堂，老师捕捉到了言语训练的时机，用三张图片指导学生练说，但学生的发言不够充分，表达

也不够优美。有了平台的视频资源和数据分析,让我们能更加准确、更有针对性地对课堂进行客观细致的评价,逐渐从模糊走向精确。

【主持人】感谢汤部长,从美的熏陶、美的发现、美的表达等角度紧扣语文素养的培养评价课堂教学,用数据分析为课堂教学诊断提供实证。这让我想起了魏忠博士在《教育正悄悄发生一场革命》一书中所说:“大数据时代的教育,将变成实实在在的实证科学。”

【主持人】数学老师对这节课有什么建议呢?

【朱雪峰】我跟汤部长有同感,数据能给教学评价带来新的洞察。作为一名数学老师,我对数据比较感兴趣,结合教学实录分析,本节课总时长为43.8分钟,师生活动占有课堂的时长还是有差距的,教师行为合计30.05分钟,占68.61%,学生时间17.07分,占38.97%,其中3.30分还是师生互动共有时间。从数据来看,学生读写、教师板书这几项活动时间较为适中。生生互动总时长3.40分,占7.76%;学生应答的时间是3.00分,占6.85%。相对一节课而言,比例偏低。结合教学实录来看,学生举手的激情很高,但是言语表达面比较窄,集中在几个学生身上,而且学生言语表达都比较浅显、简短。课堂上,教师讲授达到了24.05分,占54.91%,超过50%,占比偏高,说明教师在课堂上讲授较多,这也导致学生互动和应答行为的时间占比偏低,这是有内在联系的。综合来看,这节课教师占有率达51%,转换率为31%,是一节混合型的教学模式。建议课堂教学重心要低,给学生创设更多思考、表达、交流的时空,这样学生的成长会更加喜人!

【季焕庆】我们数学组结合数据做过不同课型的分析,过程中充分感受到数据分析的优势,尤其是在磨课的过程中,通过数据分析可以准确发现师生行为表现中的问题,比如,在课堂上大部分时间内学生的节奏都是紧密跟随教师,但是在某个环节,大多数学生停留的时间远远超过了教师预计。这就提醒我们,这个环节需要着重研究调整,也许这个部分的内容非常吸引学生,也有可能这部分内容难度较高,他们需要更多的时间来消化。借助大数据分析让我们更有效地开展师生行为的微观研究。

【主持人】感谢两位数学老师,从数据分析中发现教学过程中的真问题,以此为据开展教学优化研究是我们提高课堂效率的目的所在。

【张芳菲】我是信息科技学科老师,正在主持课题《基于数据分析的课堂教学评价研究》,深刻感受到技术平台能捕捉到人工所不能关注到的瞬间,并给出详尽准确的数据。以往,我们团队带着课堂观察记录表去听课,在兼顾教学环节推进的同时,还要忙于观察并记录观察对象的课堂行为(这其中可能还包括对教师的观察、对标记学生的观察、对整班学生的观察),没办法对整节课的每个细节做到全面把握,数据分析更是庞大繁杂的工程。而测评系统能即时记录、统计、分析教学行为,直观呈现一节课的行为时序、时长统计及学生参与度关注度曲线,让我们能最快进入研究。但是,教学行为本身是直面生命、直击灵魂、直抵人心的人文活动,是以情化人、以理育人、活化思维的教育活动。去评价一节课的好坏,肯定不是看数据,数据是一份参考,是一份证据,是另一个角度的评价,但肯定不是唯一和至上。

【主持人】张老师说得对,课堂教学行为数据是一份教学诊断的参考,为我们提供另一个评价的视角,但是肯定不能脱离课堂教学,唯数据是论!

【陆芳】我觉得也是,数据分析和课堂要结合起来看。最近我们小李老师在备一节市级公开课,第一次试上后,但看数据,他的课ST曲线发展很平衡,互动转化率高达85%,应该是一节课堂生成充分的课。但是听课下来,发现师生对话频次虽然很高,但很多都是浅层次的齐声回答,或者是“接话”,甚至是无效应答,学生真正有思维含量的表达并不多。这一反差恰恰帮助我们发现了小李老师教学行为中的一些问题,目前他正在有意识地改进中。

【主持人】是的,课堂教学案例为我们的研究提供了实实在在的例子,让我们在研究

中清晰，数据分析报告是平台给的，但是诊断教学的是我们教师，我们要看懂数据背后隐含的教学现象，为优化教学提供客观的评价。李霞部长一直带着英语团队在做基于证据的小学言语表达能力的相关研究，请你来谈谈。

【李霞】英语教研组在研讨过程中，通过平台开展了一次教研活动，这节课是一节师生语言对话比较充分的课，通过观测平台，数据将这堂课判定为练习课，而这节课基于教师经验来判断是对话型的课堂。当经验与数据不一致时，我们再看数据，这节课的 Rt 值，也就是教师行为展一节课总采样次数的小于 0.3，教师行为偏少，才判定为练习课。基于这一数据，我们再进一步观测课堂行为时序，对教师言语进行了集体观测：发现。基于数据与节点时序，我们再对视频进行复盘，再观察，教师对于学生的应答，取消了重复学生生活语式地机械式评价，而采用了应答引发新话轮的方式，大大节约了时间，同时肯定了学生地表达，给了学生更多地启发与思考，让每个问题的思考都有新的切入点，促进了学生学习的主动性与积极性，让言语表达变得灵动与鲜活。而教师话语占比少，是因为教师语速快的原因，所以教师行为占比率明显少了。基于经验与数据对比，带着批判性思维，我们再观看，让我们的教研更加深入而有效，且有向。

【路叶娜】李部长刚刚讲的，我很赞成。评价一节课，确实不能唯数据是论。就拿我们数学组上一次的教研活动来说吧，四年级的刘竹君老师在录播室上了一节常态化的计算复习课，两周之后教研组集中活动时统一观摩课堂实录。因为是提前上课，所以我在集中活动前就看到了这节课的分析数据，从中我关注到了两个点。一是生生互动，时间仅两分钟；二是学生关注度曲线有两个低谷。于是我在集中活动时有针对性地来听这节课，课堂推进是有递进感的，听课老师和现场学生都是各自投入的。但生生互动确实因为重心偏高而相对少了，可以后期重建改进；而关注度低谷是因为当时学生低头进行课堂练习。所以呢，数据给了我们看课的新视角，但是我们依然要贴合着课堂本身，以教师对教学的理解来综合评价与反思重建。

【朱小云】我之前在录播教室上过一节六年级的《Dreams》，在查看数据报告时发现关注度曲线起伏比较大，整节课学生的课堂专注度都在 90%左右，但有两次出现大幅度下降。是该时段的学习活动设计不合适，还是我引导失策？回看课程视频，第一次是我组织学生自读文本，圈画关键信息，第二次是我布置学生书面写作练习。所以课堂数据的变化要结合课堂实录来进行评价，更准确。

【主持人】看来，大家都能比较理性地看待数据，把大数据分析和教学实际情况结合起来，用好数据又不迷信数据。

【陈益】我们科学课堂的特点是以学生探究为主，要让学生在参与探究的过程中培养他们的科学素养。在课堂中，学生探究前会有老师演示、学生讨论等活动；学生开始分组探究实验的时候，是小组合作完成，这是一个很重要的生生互动的过程，但老师也会走进每一个小组内去；分组实验结束的时候，老师选择典型小组的案例进行演示，这些情况在数据中都会有所体现，因此我自己的录像课分析出的数据上看，生生互动的比例就比较高。但科学课堂上，学生分组实验的时候，老师巡视时不仅仅是巡视，更是会深入每一个小组收集学生信息，而数据显示，这一段就只是单纯显示成老师巡视，并没有算在师生互动中，所以我们不能唯数据，更要结合学科特色，客观的看待数据。

5.2. 用平台监数据听评课，拓建教研转变之实（例：2022年11月3日全学科网络教研摘要）

5.2.1. 参与人员

课程部（语文）：陆芳、汤岚

课程部（数学）：季焕庆、路叶娜

课程部（英语）：李霞

课程部（综合）：范德举

现代教育技术研发中心：张芳菲、朱雪峰

学科骨干教师：芮艳（语文）、张轶（语文）、孙秀青（语文）、杨玉兰（数学）、黄筱钰（数学）、朱小云（英语）、陈益（科学）

5.2.2. 教研实况

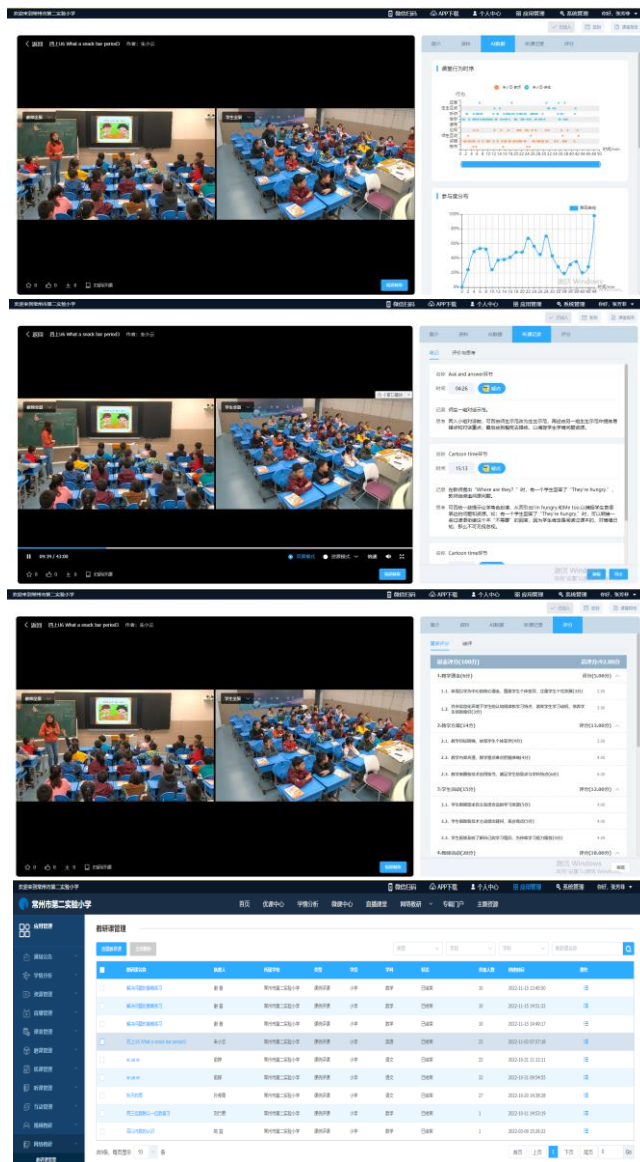


图 2 课堂教学测评系统网络教研功能

充分挖掘课堂教学测评系统的网络教研功能，采用直播方式让两校区不同学科教师实时观摩课堂教学，并通过实时的 AI 数据进行听课记录及评课。观课过程中，可以根据需要随时切换师生镜头并双画面呈现，亮点、问题及听评课记录后续会生成 PDF 报告，以供执教老师查看。

5.2.3. 话题推进：在大数据分析和教育云平台的支持下，教研方式可以发生怎样的改变？

【陆芳：跨层组合】有了网络平台和数据分析，我们语文组传统的“跨层组合”可以更加丰富，教研活动的组织形式也可以更加多元。今天，我们将平台与数据引进，依靠数据还原了课堂教学的整个流程，从数据的客观性，反复可读性和存在性，或许可以呈现出一些隐性的、不易被发现的教学不足暴露出来，就能确定新的自己成长点和研究方向。因为有了数据加入，研究中对自己教学行为的分析更有据可依，听课老师评课更有据可说，整

个教研活动更精准、高效。研讨过程中，可以同一课题内容进行多次试教的纵向数据对比，可以同一课型不同教学方式的横向比较，研究更深入。由于数据是自然生成和有了平台初判断，大量节约了老师的有限时间、精力，更乐意进行这样的高效研究。

【路叶娜：同步自培】目前我们数学组更多的探索是教研时空的拓展：随着后疫情时代网络培训的繁荣，面对丰富、多元的学习资源，如何真正吸纳，高效转化？数学组在原有的教研机制基础上逐步创生了“同步自培”的教研方式，通过教研组一批骨干教师“学习前原始思考→学习中思考重建→学习后组内培训→实践后对比提炼”，使得学习培训过程中的被动学习转变为主动吸纳转化，在个别自培、集体互培中实现学科素养和实践智慧的同步提升，催生了一批有学习力、实践力、领导力的新生骨干力量。迁移到我们的日常教研活动，我们借助录播直播系统打破时空，不受教学进度和校区的双重限制，给了教研更大的自由度：老师有了研究、实践的好点子，随时录制，后续集中研讨时调出录像，进行学科组主题式的研讨。

【季焕庆：个人自培】同步自培不仅仅是学科组自上而下的研究方式，更可以成为教师自我诊断教学、自主优化研究的方式。老师们借助教育云平台录课观课，运用大数据分析来发现自己教学中的优劣。教学行为中的问题确定后，一方面可以主动向组内同行请教优化策略，自己结合日常教学实践改进；另一方面也可以邀请学科组指导，借助外力提升专业素养。这样，老师个人反思从被动到自觉，个人突破从无意到有意，真正意义上成为自己的导师。

【李霞：研读结合】我们英语教研，不仅在教研时空上有拓展，还基于平台数据的采集以及分析，将以往研读结合的教研方式升级为了2.0模式。首先，确定研究的主题，基于主题开展全组研读相关理论，将学习内化与转换，执教者在课堂教学中有所体现，评课者基于主题进行观课评课，此时，教师是基于教学经验与理论进行的观课，在平台上，评课教师可以将观课的亮点，有待改进之处以及对课程的思考进行及时评课与互动；课后，管理层及时了解组内教师的评课情况、了解老师们的观课视角、评课的话题以及观课的状态；当再次在线上或线下进行深度教研时，教研的主题更聚焦，针对性更强，主题更集中，结合平台的录像与数据，还会对教学片断进行切片式复盘，最后根据评课对课堂教学进行重建提升，2.0的研读结合的教研方式让教研立新序，让研究更高效！

【范德举：走进异域】综合学科组的走进异域的传统教研模式，在技术和数据的支持下有了新的突破与创新；从相互借鉴走向多维融通：有了数据及数字化平台的支撑，能够突破时间和空间上的限制，能够多方位了解彼此学科间的差异和融通点。合力研究更加深入，在数据和平台之前，只能仅仅从课堂的一个点，在有限的空间内彼此交流、互助，有了数据和平台的支持，大家可随时、随地开展问题化的研究、设计以及解决方法，研究的深度、广度上大大提升。让走进异域形成常态化，三个阶段：一是上课、录课，二是观课、析课，三是主题交流。拉长了时序，使走进异域教研常态化，真正做到了教学、教研相互融合的新样态。

【张芳菲：集散式教研】在智课平台和大数据分析支持下，本学期我们的教研方式基于原有的集散式教研机制生发了新的内涵：1.集整体散学科。我们整体策划了“集团数据赋能课堂教学评价”研究，向语文、数学、英语、综合同步平行推进，各学科结合学科特点及需求，确立基于数据分析的课堂教学行为优化主题，开展系列化课堂教学实践。2.集研讨散学习。每学科每月根据数据分析报告，针对当月一节课跟踪开展面向全学科开放的线上/线下数据分析主题研讨，构建出人人参与的课堂教学数据分析研究团队，形成“数据分析+经验提炼”双重诊断的新型教研模式。3.集数据散分析。课堂测评系统，着力数据赋能课堂教学评价的实证研究，借“数据分析”助“经验提炼”，为经验型评价提供实证，形成相应的改进策略和方法。通过数据分析（AI数据）和团队分析（人工经验），完善不同教学场景

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

中教师的自我反思和同伴互助机制，帮助转变教研方式及改进课堂教学，推动课堂教学从经验主义走向实证主义。

6. 研究结论

通过学科日常化数据分析的推进研究，老师们都能自觉地、有意识地将数据分析转化和运用到自己的课堂教学诊断中去，理性的反思自己的教学行为和学习活动设计是否有效，教学优化自主研究就是这样开始的。教研活动是提高教师专业素质、增强课程实施能力的有效途径，也是减负增效的主阵地。在技术和数据分析支持下，教研方式转型升级，在常态化、长程性、多维融合融通的教研样态中满足教师发展需求。

参考文献

- 孙庆（2022）。数据分析技术在基础教育中的应用实践研究。**教育传播与技术**，**06**，77-84。
- 符春（2022）。基于大数据分析技术的智慧平台设计。**软件**，**43（09）**，14-16。
- 雷宇、何璇（2022）。数据分析及其评价体系的应用。**电子技术**，**51（08）**，94-95。
- 杨云帆（2022）。数据分析平台“智学网”教学应用现状与问题分析。**计算机时代**，**08**，122-125。

基于探究社区理论的大学生高阶思维培养的实证研究

刘娣¹, 朱永海^{2*}, 严诗雨³, 韩烘钰⁴, 张丽⁵

¹²³⁴ 首都师范大学 初等教育学院

⁵ 中央财经大学 社会与心理学院

*zhuyonghai@qq.com

【摘要】 后疫情时代下, 在线教学逐渐成为教育新常态, 培养和发展高阶思维是新时代教育教学改革的目标之一。本研究基于探究社区理论框架, 在在线学习空间中开展一学期的教学实践, 调查了探究社区在在线教学中对学生高阶思维、学业满意度和学业成绩的影响。研究基于实验班和对照班共 75 名学生的准实验设计, 并采用探究社区量表、高阶思维量表和在线协作学习满意度问卷作为研究工具开展问卷调查研究。结果表明, 探究社区与高阶思维的主要维度和学业成绩之间存在显著的正相关, 尤其是发现教师的认知临场感和教学临场感的情境与指导设计, 更能有助于批判性思维和创造性思维, 这与之前的部分研究结论相佐证, 也在一定程度上说明传统教学精心设计的讲授式教学, 对于培养创造性等高阶思维方面也是有着重要价值。而且将探究社区作为课程学习方式对学生的高阶思维有一定的静态和动态的影响。因此, 课程设计者和开发者应充分强调高阶思维的探究社区模型, 有助于促进学习者进行有意义的深度学习, 提升学生的学业成绩和高阶思维。

【关键词】 探究社区; 高阶思维; 在线协作学习; 学业成绩

Abstract: In the post-epidemic era, online teaching has gradually become the new normal in education, and cultivating and developing higher-order thinking is one of the goals of education and teaching reform in the new era. Based on the theoretical framework of community of inquiry, this study conducted a semester of teaching practice in an online learning space, and investigated the impact of community of inquiry on students' higher-order thinking, academic satisfaction, and academic performance in online teaching. The research is based on a quasi-experimental design of a total of 75 students in the experimental class and the control class, and uses the Inquiry Community Scale, the Higher-Order Thinking Scale and the Online Collaborative Learning Satisfaction Questionnaire as research tools to carry out questionnaire research. The results show that there is a significant positive correlation between the inquiry community and the main dimensions of higher-order thinking and academic performance, especially the situational and instructional design of teachers' cognitive presence and teaching presence are found to be more conducive to critical thinking. This is corroborated with some previous research conclusions, and to a certain extent, it also shows that the well-designed lecture-style teaching of traditional teaching is also of great value in cultivating higher-order thinking such as creativity. Moreover, taking the inquiry community as a course learning method has certain static and dynamic effects on students' higher-order thinking. Therefore, course designers and developers

¹ [作者简介] 刘娣, 首都师范大学初等教育学院, 硕士研究生, 主要研究方向为在线教育与混合教学。(15537779506, 2203002009@cnu.edu.cn)

² [通讯作者] 朱永海, 首都师范大学初等教育学院, 副教授, 硕士生导师, 博士, 教育部学校规划建设发展中心—首都师范大学儿童与未来教育创新研究院副院长, 北京市房山区教委挂职副主任, 主要研究方向为在线教育与混合教学。(15811000188, zhuyonghai@qq.com)

³ 严诗雨, 首都师范大学初等教育学院, 硕士研究生。

⁴ 韩烘钰, 首都师范大学初等教育学院, 硕士研究生。

⁵ 张丽, 中央财经大学社会与心理学院, 教授, 硕士生导师, 博士。中央财经大学心理学系副系主任。中国心理学会经济心理学专业委员会委员, 中国心理学会教育心理学专业委员会委员。主要研究方向为发展和教育心理学、数学学习、健康和决策。

should fully emphasize the inquiry community model of higher-order thinking, which can help promote learners to engage in meaningful deep learning and improve students' academic performance and higher-order thinking.

Keywords: community of Inquiry; higher order thinking; online collaborative learning; academic

1. 引言

众多国家纷纷重视培养学生的高阶思维，将其列为教育教学改革的重要目标。中国在培养学生创新精神和实践能力的过程中，也更加注重培养学生的高阶思维。传统传递式的教育方式已经不能满足现代知识社会对于高阶思维人才的需要^[1]，但仅仅只靠调整教授科目并不足以带来变革式的改变，更为重要的是要改变教学方法^[2]。融合了‘互联网+’‘智能+’技术的在线教学已经成为中国高等教育和世界高等教育的重要发展方向。后疫情时代下，在线教学逐渐成为教育新常态。探究社区（Community of Inquiry，简称 COI）理论模型针对在线教学提供了一个有效的学习框架^[3]。高等教育对在线学习的需求日益增多，越来越多的研究者和教师将 COI 作为指导课程开发和教学设计的概念框架，旨在为在线学习的环境复杂性和动态性提供秩序和指导。在 COI 框架中将课程学习方式设想为探究学习社区，参与者能够在探究学习社区中实现多角色的转换。COI 框架中主要有三个核心要素，分别是认知临场感、社会临场感和教学临场感，当三种临场感在在线学习环境中相互作用时，学生就会进行深入学习，发展高阶思维。高阶思维更多发生在具有共同实践的社会群体中，基于探究社区的学习是集体和协作学习的过程，能够超越个体的思维。混合教学和在线教学的普及，使得研究者也关注到运用在线讨论社区进行课程学习，研究者对 COI 框架的各个组成部分进行了研究，但很少有研究者评估探究社区在促进高阶思维整体性方面的有效性。因此，本研究的目的在于验证在线教学中探究学习社区的有效性和对高阶思维整体性的影响。

2. 文献综述与研究问题

2.1. 探究社区框架及相关研究

COI 框架是由加拿大学者 Garrison 等人针对在线学习环境下提出的一个有效的学习框架，通过发展三个相互依存的要素，创造深层次和有意义的学习体验的过程。该框架由认知临场感（触发事件、探索、整合和解决）、社会临场感（开放式交流、群体凝聚力和个人情感表达）和教学临场感（教学设计和组织、促进话语、直接指导。）三个核心要素构成，将三种类型的临场感整合到学习环境中，可以促进有效和有意义的在线学习。

2.2. 探究社区与高阶思维

2.2.1. 认知临场感与高阶思维

认知临场感指学习参与者在探究学习社区中，通过不断的批判反思和对话构建和确认意义的程度。高阶学习需要系统和持续的批判性话语，通过探索、整合和测试来解决有争议的问题。认知临场感描述学习者高阶思维的发展过程，在课程学习的过程中，课程的性质、任务的类型、提示性措辞、指导方式、参考示例、时间限制、评分标准以及媒体介质都可以为学生提供发展高阶思维的机会^[4]。探究社区模型与高阶学习具有相一致的关键方法论结构，都具备话语、协作、管理、反思、监控和知识建设，能提高学生的认知临场感，促进对话和反思。Jonassen 提出让学习者采用探究社区的方式进行课程学习，鼓励学习者与同伴进行深入思考和思维碰撞，激发学生从多个视角来看待问题，产生更加创造性的互动，来促进创造性思维的产生。Kanuka 等指出，学生运用异步通信技术能够支持更高层次的学习，产生更高层次的认知，促进高水平的理解。

2.2.2. 社会临场感与高阶思维

社会临场感指学习参与者在探究学习社区中利用在线媒介在社交和情感方面表现“真实”自己的能力。在探究社区中，社会临场感是在线学习者在对话和互动的过程中不断建构的归属感和自我效能感。Newman 等人发现相比于面对面交流，在探究社区中参与在线讨论，使得学生更有可能在彼此的想法中获得反馈，建立联系。Garrison 等人的研究也认同了这一观点，认为建立在线探究社区能够给学习者提供充足的时间进行反思，鼓励学生进行更深入的思考，促进更多的创造性的互动。Lin 等人研究发现学生与他人进行有效互动后，不仅能够贡献更多样化的想法，还能通过同伴反馈的想法，来提升想法的质量，在知识建设话语过程中促进高阶思维中创造性思维的发展。朱永海提出了体系化混合教学模式，并通过阶梯式加深混合教学模式设计，探讨了其对创造性思维培养的策略。Rourke 等人阐释了探究社区模型中的一个要素，提出社会临场感能够调动与维持学习社区中学习者的批判性思维。探究社区中包含着公共共享世界和私人反思世界之间的互动，处于在线探究社区的环境下，为部分学生减轻了在他人面前讲话的焦虑，也为学生在分享想法之前提供了反思的时间，形成永久性的讨论记录也能帮助学生有效地借鉴他人的想法。

2.2.3. 教学临场感与高阶思维

教学临场感指对学习者的认知过程和社会过程的设计、促进和指导，目的是实现学习者富有个人意义和教育价值的学习效果”。McLoughlin 和 Mynard 的实验表明采用正确的方式来引导学生进行在线讨论对高阶思维的形成具有积极影响。Stein 等人的研究指出，在线社区框架不仅在课程设计、促进和评估中使用，也可以作为教师辅导指南，对学生进行指导和反馈，能够促进高阶思维频率的增加^[1]。Costley 在探究三种教师发帖对学习者的批判性思维和社会存在感的影响中发现，教师指导学习者对话能够提升学习者的批判性思维，由此可见，教学存在感影响学习者的批判性思维。Halpern 的研究发现设计便于跨情境迁移的培训活动、关注思维发展的教学和实践能促进学习者批判性思维的运用与发展。批判性思维是高阶思维的一部分，在协作探究社区中，学习者之间能够运用高阶思维解决复杂问题、优化学习策略、提升学习质量。

通过上述文献分析，研究者已经发现 COI 框架反映了高阶思维学习的动态性质，能够为学生在发展技能以迈向高阶学习方面提供可能需要的帮助。但大部分研究都是从 COI 的某个维度出发，对高阶思维的部分维度进行了一定的探讨，更加侧重于智力领域的维度，而对情感领域的维度并没有过多关注，缺乏从整体视角入手探讨 COI 框架对高阶思维的影响，也没有关注批判性和创造性思维等高阶思维能力培养。从文献分析发现，高阶思维具有整体性、复杂性、发展性和社会性，不仅要考虑智力领域，也要考虑情感领域。以往的研究对高阶思维情感领域的关注也不少，尤其是对于自我效能感的研究，但很少有研究者探究 COI 框架对于促进高阶思维情感领域各个维度的作用。因此本研究尝试从更加全面的视角探讨 COI 框架和高阶思维整体性的关系。

2.3. 探究社区与学业成绩

学生学业成绩的高低直接体现了教育教学的质量。因此学生的学业成绩也侧面反映了教育实践者采用探究社区进行课程学习的有效性。Akyol 等人探究了课程持续时间对探究社区发展的影响，结果显示课程的长期和短期对探究社区的核心要素的发展和学生的认知方面存在差异。Sun 等人以探究社区模型为理论框架分析了写作论坛中帖子的成绩，结果显示存在高水平的感知教学、认知存在和社会存在。Shea 等人通过实证研究发现在促进协作学习和更复杂的学习活动时，学生具有更好的自我和共同调节，并且与学业成绩密切相关。Martinet 等人通过荟萃分析考察了探究社区框架描述的三种基本存在与学习成绩、感知学习、学习满意度的相关性，结果表明教学存在与学生的学业成绩存在中等程度正相关。Akirolu 等人通过同步交互探索网络会议系统中的探究社区，研究认知存在与学术成就

之间的关系，结果表明认知存在与学习成绩呈中度正相关。Palmer 等人认为参考在线异步讨论可以增强学生的学业表现，但在线讨论的高交互性也可以提高学生的学业成绩。Choy 等人在混合课程的在线学习环境中，对探究社区框架和学生的学业成绩之间的关系进行建模，发现假设模型能够解释学生学业成绩的 62% 的方差。Ozturk 通过建立 Facebook 小组作为探究社区，发现认知存在能够预测学业成功，而学习动机是由认知存在和教学存在来预测的。大部分研究都表明，COI 与学业成绩存在相关关系，并且能够积极有效的预测学业成绩。

2.4. 研究问题

基于上述文献综述，关于 COI 对高阶思维整体性和学业成绩方面的探讨还较少，为缩小研究空白。本研究旨在通过实验验证 COI 的有效性，及其对二者的影响。因此，本研究提出了以下研究问题：

- (1) 探究社区对大学生高阶思维培养，尤其是批判性和创造性等思维是否有促进作用？
- (2) 探究社区对大学生的学业成绩是否有积极影响？

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究的参与者是北京地区一所师范大学《现代教育技术应用》课程的学生。本课程的主要参与者是大三学生，选择大三学生作为研究对象的主要原因是她们有一定的在线学习经验和在线讨论的意识。课程参与者被随机分配到两组中，将两组中的一组确定为实验组，另一组确定为对照组。因此，在确定研究参与者时，使用了简单随机抽样的方法。本课程选择的是一名具有丰富教学经验的教师，特别在技术与教育教学整合方面。由同一位教师教授两个组，采用在线学习的方式。本研究共有 76 名参与者，42 名实验班学生，34 名对照班学生。实验参与者的人口特征见表 1 所示。此外，对照班和实验班的学生都是小学教育专业。

表 1: 参与者的人口特征

	变量信息	实验班 (N=42)	百分比	对照班(N=34)	百分比
性别	男	4	10%	9	26%
	女	38	90%	25	74%
年级	大一	0	0%	0	0%
	大二	2	5%	1	3%
	大三	39	93%	33	97%
	大四	1	2%	0	0%

3.3. 研究工具

3.3.1. 探究社区问卷

本研究采用 Arbaugh et al. (2008)^[1]等人运用探索性因素分析开发与编制的英文版探究社区量表，结合大学生在线学习的特点修订形成的。问卷共 43 题，主要分为教学临场感、认知临场感和情感临场感三大维度，采用李克特 6 点量表进行自我评定（1=非常不认同，6=非常认同）。本研究采用 6 点量表是避免学生受到“中庸”思想的影响，出现“趋中反应”，导致没有反映学生的倾向性，可以避免中立的答案。本研究为了测量《探究社区问卷》的测量学特征，对问卷进行了预调查，问卷的整体 Cronbach'Alpha 系数为 0.979，教学临场感、社会临场感、认知临场感的 Cronbach'Alpha 系数分别为 0.953、0.908 和 0.943

3.3.2. 高阶思维能力问卷

本研究采用了姜玉莲博士编制的《高阶思维能力问卷》^[2]，参考了国内外各种认知和非认知因素视角进行的高阶思维研究成果。问卷共 54 题，分为八个维度，分别为问题解决能

力、创造性思维、批判性思维、元认知与反思性评价、推理与决策能力、自我效能感、自我调节学习、同伴情感支持。采用李克特 6 点量表进行自我评定 (1=非常不认同, 6=非常认同)。本研究《高阶思维能力问卷》问卷的整体 Cronbach'Alpha 系数为 0.979, 八个维度的 Cronbach'Alpha 系数为 0.823 ~ 0.938。

3.3.3. 学业成绩

本研究选取了平时成绩和最终成绩作为学生的学业成绩的两个维度。平时成绩的评分依据是学生在观看视频的进度、讨论话题的次数、完成作业的质量来进行评判, 力求多维度、多方面的保障成绩的客观性和公平性。最终成绩是由学生这一学期的各种成绩的得分, 按照不同权重的组合构成, 包括期中成绩、期末成绩、平时成绩, 能够尽量客观的诊断学生这一学期的学习情况。

3.4. 研究程序

该研究的探究协作学习采用在线学习的方式, 日常学习任务是在讨论社区中完成。在进行学习任务之前, 研究人员针对对照组成员和实验组成员分别创建了一个封闭的微信讨论群组和在线平台学习社区。在实验开始前, 对课程参与者详细介绍了项目讨论活动的课程平台建设, 使其清楚课程教学平台的操作规范以及流程运行。对照组成员在课程学习中, 项目任务活动发布在讨论区, 没有任何干预措施。对实验组的学生明确了实验进行的流程和具体实施措施 (见下表 2)。实验组成员在整个课程过程中, 教学活动、项目任务和问题讨论都是根据 COI 框架设置的, 整个学习活动都是在探究学习社区中完成的。

表 2: 探究社区各因素解释及具体措施

探究社区	具体因素	因素解释	干预策略	具体实施方法
社会存在	开放式交流	学习者在其中建立和维持群体承诺感。	自由的表达	学生在讨论区发布个人观点。(参考教师提供的发言示例)
	群体凝聚力	学习者在其中围绕共同的智力活动和任务进行互动。	鼓励合作	学生在讨论区进行同伴辩论或同伴讨论。(参考教师提供的讨论示例)
	情感表达	学习者在其中分享情感、情感、信念和价值观的个人表达。	情绪	学生在发表观点时可以使用表情符号等一系列可以表达情感的语句。
认知存在	触发	其中确定了一些问题或问题以供进一步探究。	困惑感	教师提供有争议性和复杂性的讨论话题。
	探究	学习者通过搜索相关信息, 对当前挑战、批判性个人反思和集体话语进行深入了解, 从而对问题进行个人和集体调查;	信息交流	学生针对教师提供的讨论性话题, 根据自主学习的在线课程和在线资源进行探究。
	整合	学习者根据探索过程中形成的想法构建意义并生成潜在解决方案;	知识联接	学生根据同伴的评价和反馈, 整合自己的观点, 形成结构化的知识。
	解决	学习者选择并将新获得的知识应用到教育环境或工作环境中	应用解决方案	学生将整合后的观点或知识, 设置一定的教学情境, 应用到预设的教育环境中。
教学存在	教学设计和组织	在线课程的结构、过程、交互和评估方面的规划和设计	设置课程和方法	教师提供在线教学资源 and 任务清单; 提供作业和讨论模板。

在	促进话语	要求教师回顾和评论学生的观点，提出问题并进行观察，以使讨论朝着预期的方向发展，使讨论保持高效科学，吸引不活跃的学生。	分享个人观点	教师在后台浏览和评论学生的观点，表扬优秀活跃的学生，鼓励学生积极的参与讨论。
	直接教学	作为提供智力和学术领导力的教师，部分通过与学生分享他们的主题知识	集中讨论	教师定期会进行在线直播答疑或线下集中教学活动。

3.5. 研究方法

使用社会科学统计软件包 (SPSS26.0) 进行统计数据分析。首先，本研究进行描述性统计，以确定大学生的 COI 和高阶思维的相关性和表现水平。其次，对前测数据进行独立样本 t 检验，结果表明实验班和对照班的学生不存在差异，表明实验参与者具有同质性。再次，为了验证探究学习社区干预措施的有效性，将对照班 COI 后测和实验班 COI 后测进行差异分析，结果显示两个班级之间在 COI 的三个子维度上存在显著差异，表明探究社区干预措施是有效的。最后，为了探究 COI 干预措施对实验班高阶思维的影响，本研究对分别对数据进行静态差异分析和动态差异分析。静态差异分析是将实验班后测和对照班的后测数据进行独立样本 t 检验，表明 COI 社区对高阶思维和在线学习满意度的影响。动态差异分析是为了探究 COI 前后测的差异多大程度上引起高阶思维和在线学习满意度差异的变化。同时，对实验班和对照班学生的学业成绩进行差异分析，结果表明两个班的学生在学业成绩上存在差异。

4. 研究结果

4.1. 相关性分析

采用 SPSS26.0 对数据进行描述性统计，相关分析等，大学生 COI 的教学临场感、社会临场感、认知临场感三个维度，高阶思维的问题解决能力、创造性思维、批判性思维、元认知与反思性评价、推理与决策能力、自我效能感、自我调节学习、同伴情感支持八个子维度的描述性统计及变量间的相关系数见下表 3。由下表可知，各个维度之间均存在显著的正相关，相关系数在 0.317~0.910 之间。由此可见，大学生探究社区、高阶思维及其各维度之间都存在显著的正相关关系。

表 3 探究社区与高阶思维各维度之间的相关

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
M	5.43	5.35	5.30	5.34	5.23	5.19	5.23	4.74	5.18	5.20	5.48
SD	0.61	0.64	0.70	0.59	0.71	0.71	0.76	0.96	0.68	0.68	0.54
1	1										
2	0.799**	1									
3	0.765**	0.830**	1								
4	0.787**	0.798**	0.849**	1							
5	0.728**	0.669**	0.809**	0.840**	1						
6	0.708**	0.647**	0.763**	0.805**	0.910**	1					
7	0.731**	0.669**	0.774**	0.806**	0.760**	0.780**	1				
8	0.346**	0.317**	0.441**	0.479**	0.488**	0.577**	0.625**	1			
9	0.601**	0.661**	0.687**	0.771**	0.708**	0.716**	0.770**	0.622**	1		
10	0.480**	0.536**	0.630**	0.666**	0.639**	0.695**	0.622**	0.576**	0.792**	1	
11	0.506**	0.567**	0.624**	0.676**	0.532**	0.561**	0.688**	0.403**	0.761**	0.642**	1

注：*表明 $P < 0.05$ ，**表明 $P < 0.01$ ，*** $p < 0.001$ 。其中，1=教学临场感；2=社会临场感；3=认知临场感；4=问题解决能力；5=创造性思维；6=批判性思维；7=元认知与反思性评价；8=推理与决策能力；9=自我效能感；10=自我调节学习；11=同伴情感支持

4.2. 实验前测分析

采用独立样本 t 检验对实验班和对照班的在线探究社区和高阶思维水平以及各维度的前测数据进行同质性分析。结果如表 4 所示，对照班和实验班在探究社区和高阶思维水平的各个维度的前测分数上均无显著差异 ($P>0.05$)，说明对照班和实验班在实验开始之前是同质的，没有显著的差异。

表 4：学生前测数据的独立样本 t 检验结果

	维度	对照班前测 (N=34)	实验班前测 (N=41)	统计差异
		M±SD	M±SD	T
在线探究社区	教学存在	5.41±0.56	5.51±0.53	-0.77
	社会存在	5.18±0.75	5.30±0.62	-0.73
	认知存在	5.16±0.83	5.30±0.63	-0.87
	问题解决能力	5.19±0.67	5.32±0.54	-0.92
	创造性思维	5.08±0.79	5.05±0.87	0.12
	批判性思维	5.15±0.73	5.25±0.64	-0.66
高阶思维	元认知与反思性评价	4.92±1.09	5.15±0.66	-1.15
	推理与决策能力	4.85±0.85	4.53±1.04	1.44
	自我效能感	5.01±0.84	5.15±0.68	-0.81
	自我调节学习	5.11±0.75	5.20±0.72	-0.52
	同伴情感支持	5.36±0.69	5.50±0.51	-0.98

4.3. 探究社区干预的有效性

对实验班进行探究社区试验后，得到实验班和对照班的后测分数。采用独立样本 t 检验对实验班和对照班的探究社区的后测得分进行差异性分析。结果如表 5 所示，在教学临场感、社会临场感、认知临场感维度，实验班和对照班均存在显著性差异 ($P<0.05$)。结果表明，COI 干预措施对实验班是有效的。

表 5：探究社区后测数据的独立样本 t 检验结果

维度	对照班后测 (N=34)	实验班后测 (N=41)	统计差异
	M±SD	M±SD	T
教学临场感	5.27±0.64	5.60±0.54	-2.45 *
社会临场感	5.22±0.63	5.62±0.51	-3.11***
认知临场感	5.11±0.68	5.59±0.54	-3.35***

注：*表明 $P<0.05$ ，**表明 $P<0.01$ ，*** $p<0.001$ 。

4.4. 探究社区对高阶思维的影响

4.4.1. 静态差异

实验结束后，对实验班和对照班的学生分别再次进行高阶思维测试，得到高阶思维后测分数。采用独立样本 t 检验，将对照班和实验班学生的高阶思维后测分数进行差异分析。差异分析结果见下表 6，实验班的学生高阶思维前后测存在显著差异 ($P<0.05$)，主要体现在问题解决能力、元认知与反思性评价、自我效能感、自我调节学习和同伴情感支持维度。此外，对高阶思维能力测试进行描述性分析发现，尽管有些维度实验班和对照班并没有出现显著差异，但总体平均值表明实验班学生在各个维度上均高于对照班学生。

表 6：高阶思维后测数据的独立样本 t 检验结果

领域	维度	对照班后测 (N=34)	实验班后测 (N=41)	统计差异
		M±SD	M±SD	T

智力领域	问题解决能力	5.20±0.64	5.60±0.45	-3.07**
	创造性思维	5.14±0.70	5.44±0.63	-1.94
	批判性思维	5.19±0.59	5.44±0.59	-1.82
	元认知与反思性评价	5.16±0.65	5.48±0.59	-2.22*
	推理与决策能力	4.99±0.89	5.26±0.82	-1.38
情感领域	自我效能感	5.08±0.60	5.44±0.53	-2.79**
	自我调节学习	5.02±0.64	5.41±0.58	-2.80**
	同伴情感支持	5.34±0.52	5.68±0.44	-3.02**

注：*表明 $P < 0.05$ ，**表明 $P < 0.01$ ，*** $p < 0.001$ 。

4.4.2. 前后测动态差异

为了探究 COI 干预措施的变化多大程度上引起高阶思维的变化，本研究将 COI 的前后测变化值作为自变量，高阶思维的前后变化值作为因变量，进行线性回归分析，结果如表 7 所示。拟合检验结果显示线性回归模型的 Durbin-Watson 统计量为 1.97，相当接近于 2，反映出回归模型残差服从正态分布（残差之间相互独立），证明模型解释力较强。模型检验结果 $P = 0.000$ ($P < 0.05$) 表明模型通过显著性水平检验。对模型进行 F 检验时，发现模型通过 F 检验 ($F = 19.51$, $P = 0.000 < 0.01$)，也即说明 COI 的变化一定会对高阶思维的变化产生影响。判定系数 R^2 ，称为拟合优度或决定系数，即相关系数 R 的平方，用于表示拟合得到的模型能解释因变量变化的百分比， R^2 越接近 1，表示回归模型拟合效果越好， $R^2 = 0.333$ ，意味 COI 差异可以影响高阶思维差异的 33% 的变化原因。

表 7：模型参数

R	R 方	调整后 R 方	标准估算的错误	德宾-沃森 (DW)	F	显著性
0.58	0.33	0.32	21.23	1.97	19.51	0.00

COI 对高阶思维的回归模型结果如下表 8 所示：代表常量 a（截距）为 5.66，回归系数 b 值（斜率）为 0.87，简单的线性回归模型为高阶思维差异 (y) = 5.66 + 0.87 * COI 差异 (x)。回归模型结果中显著性 $P = 0.000 < 0.01$ ，说明具有极其显著的统计学意义，即自变量 COI 差异和因变量高阶思维差异之间存在极其显著的线性关系。非标准化系数 $B = 0.87$ ，说明 COI 的变化对高阶思维的变化有正向显著影响。进一步绘制散点图（见下图 1），表明实验班学生的 COI 变化程度和高阶思维变化程度之间关系，其具有明显的线性关系。

表 8：COI 对高阶思维的回归模型

	未标准化系数		标准化系数	t	显著性	共线性统计	
	B	标准错误	β			容忍度	VIF
(常量)	5.66	3.64		1.55	0.13		
COI 差异 (总)	0.87	0.20	0.58	4.42	0.00	1.00	1.00

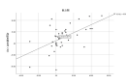


图 1: COI 对高阶思维的散点图

4.5. 探究社区对学业成绩的影响

为保证尽量学业成绩的客观性和全面性，本研究选取对照班和实验班学生的平时成绩和最终成绩作为学业成绩的表现，进行差异性分析。结果如下表 9 所示，平时成绩和最终成绩方面均存在显著差异 ($P < 0.05$)。此外，对学生的平时成绩和最终成绩进行描述性分析发现，实验班学生的平时成绩和最终成绩均高于对照班的学生。

表 9: 学生前测数据的独立样本 t 检验结果

维度	对照班后测 (N=34)	实验班后测 (N=41)	统计差异
	M±SD	M±SD	T
平时成绩	80.47±10.21	85.49±9.32	-2.24*
最终成绩	83.09±8.65	86.55±5.43	-2.13*

注: *表明 $P < 0.05$, **表明 $P < 0.01$, *** $p < 0.001$ 。

5. 讨论

5.1. 探究社区对高阶思维的影响

通过相关性分析，结果显示 COI 与高阶思维之间呈现显著正相关的关系，表明 COI 与高阶思维之间存在相关关系。此外，通过静态差异分析和动态差异分析，表明将 COI 作为课程学习方式能够促进大学生高阶思维的发展。

如前所述，探究社区主要对高阶思维的智力因素和情感因素等两大领域五个维度产生了显著的影响。具体而言，主要体现为智力领域的问题解决能力、元认知与反思性评价维度和情感领域的自我效能感、自我调节学习、同伴情感支持维度。Jin 的研究表明教学临场感会影响学生的问题解决能力、批判性思维倾向和学业效能^[1]。在情感领域的高阶思维方面，Lim 和 Minhye 的研究发现教学临场感及社会临场感能够积极预测学生的自我效能感；June 等人表示，学生对于社会临场感的感知会对学生的自我效能感产生积极影响^[2]；Mo, Sukyoung 的研究表明在在线学习环境中，教学临场感及社会临场感都会促进学生自我调节性的提高^[3]，这与本研究的发现相一致。

但是智力领域的高阶思维方面，在创造性思维、批判性思维、推理与决策能力方面，研究数据未能表现出 COI 与它们之间的显著性关系。Jonassen 的研究表明学习者在协作社区中进行课程学习，能够与同伴进行思维碰撞，从不同的角度看待问题也能促进高阶思维的

产生；但 Garrison 等人的研究提出，社会临场感并不能确保在线学习中的批判性话语的发生。Akpur 的研究表明通过探究学习社区能够形成批判性思维、反思性思维和创造性思维。这表明在参与互动交流时，各种因素，例如讨论题目的设置会影响学生创造性思维、批判性思维以及推理决策能力的发展，因此即使是积极参与互动交流，也不能确保促进创造性思维、批判性思维以及推理决策能力的发展。如果排除实验情境等不同因素之外，这两个观点同时成立的话，那认知临场感和教学临场感可以有效地支持创造性思维与批判性思维的培养。这种情况合理解释即是：同伴学习之间更容易相互影响而造成趋同性结论；而教师在认知情境设计和组织引导方面，可以更好地激发创造性和批判性思维养成，或许这也是传统教学经久不衰的一个重要原因。而 McLoughlin 和 Mynard 的研究显示，教师在课程中采用合适的方式和话语促进在线讨论，则探究社区有可能鼓励更高层次的思维过程。Stein 等人的研究显示教师在讨论中提供持续辅导和反馈有助于提高学习者进行更高层次的思考。异步在线讨论的方式为学生提供了更加充足的思考时间，而且在线讨论的内容可以互相查看，更能够集思广益展开头脑风暴；这也在一定程度上印证了在线教学质量不低于传统教学质量的结论。这些研究恰好能够支持本研究关于教师组织引导在培养批判性和创造性思维方面的结论。

5.2.探究社区对学业成绩的影响

学生的学业成绩是采用探究社区进行课程学习有效的最直接体现，本研究的分析结果显示，COI 作为课程学习方式能够对大学生的学业成绩产生积极显著的影响。Akirolu 通过同步交互探索网络会议系统中的探究社区，研究认知临场感与学术成就之间的关系，发现认知临场感与学业成绩之间存在中等程度的正相关。Palmer 等人的研究也表明在线讨论中的高交互性可以提高学生的学业成绩^[32]。Choy 等人通过建模发现，在线学习环境中探究学习社区能够高度影响学生的学业成绩^[33]。Ozturk 发现建立学业小组采用探究社区的方式进行学习，能够预存学生的学业成就和学习动机^[34]。Akpur 的研究表明通过探究学习社区能够积极显著的预测学业成就^[35]。Shea 等人发现在探究社区中，学生共同协作解决复杂的学习活动时，能够产生更强的学习动机和共同调节效应，促进学业成绩的提升。Sun 等人从学生的论坛成绩分析中发现存在高水平的教学临场感、认知临场感和社会临场感，说明探究社区与学业成绩存在相关关系。众多研究者发现 COI 能够对学生的学业成绩产生积极影响，这与本研究的发现相一致。

6. 结论

本研究结果表明：探究社区的措施是有效的，教学临场感、社会临场感以及认知临场感的表现水平得到了明显的提升。通过探究社区的干预措施，学生的部分高阶思维得到了显著的提升，主要表现在问题解决能力等五个维度。同时，研究发现 COI 能够提升学生的学业成绩。探究社区是指导在线教学的一个有效的框架，能够对学生的高阶思维和学业成绩产生积极的影响。

6.1.研究启示

本研究在探究社区理论视角下，对大学生的高阶思维和学业成绩的相关性和表现水平进行探讨，对改善教育教学方式具有重要的理论意义和实践启示。首先，本研究进一步证实了 COI 作为课程学习方式的有效性。探究社区中的教学临场感、社会临场感和认知临场感三个核心要素对成功的高等教育在线体验至关重要。因此，要想促进学习者积极投入到在线学习环境中，教学人员、平台建设人员以及学习者自身要通力合作，做好各个环节的组织与设计。其次，本研究扩展了先前关于 COI 的研究。通过 COI 促进学生高阶思维的关

系来看, 课程设计者与开发者应充分利用认知临场感、教学临场感和社会临场感核心三要素, 设计与提供能够引发学习者深度知识建构的系列触发事件, 从而促进学习者的高阶思维; 但即便是学生积极参与互动交流, 也不能保证一定会促进高阶思维的发展; 课程的性质、任务的类型、题目的设置、情境的设计、指导的方式、评分的标准等因素都会影响学生的高阶思维的发展, 因此不仅需要学生在探究社区中进行充分的互动, 还需要考虑诸如众多因素的影响, 尤其是教师出色的组织与引导能力在培养批判性思维和创造性思维方面都有积极作用。再次, COI 对学习者的学业成绩存在影响。教师和管理者应根据探究社区的三种临场感来进行有效的课程教学, 学生的学业成绩也会得到相应的提升。

6.2. 研究局限和未来研究

该研究确实有一些局限性。首先, 本研究是横截面研究, 由于课程设置等原因, 所涉及的时间跨度较短, 难以验证在长期教学过程下的教学效果。未来研究会增加纵向研究, 以随着时间的推移检查变量, 更加深入揭示变量之间的关系。其次, 本研究的实验样本量偏少, 只在一门课上进行了实验, 可能会存在一定的片面性。未来研究会扩展实验对象, 进行更大范围的实验。最后, 本研究的探究社区模型只包含三个要素, 但目前对于第四个情感要素的讨论不断增多, 很多学者都对此进行了研究和探讨。那探究社区模型是否还存在“情感临场感”要素? 包含四个要素的探究社区模型是否还有其有效性? 因此, 未来的研究也要着重考虑这一方面。

参考文献

- Hwang, G.-J., Lai, C.-L., Liang, J.-C., Chu, H.-C., Tsai, C.-C. A long-term experiment to investigate the relationships between high school students' perceptions of mobile learning and peer interaction and higher-order thinking tendencies [J]. *Educational Technology Research and Development*, 2017, 66(1): 75-93.
- Bates T. *Managing technological change: Strategies for college and university leaders*[M]. Jossey-Bass: San Francisco, 2000.
- Hoic-Bozic N, Mornar V, Boticki I. A blended learning approach to course design and implementation[J]. *IEEE transactions on education*, 2008, 52(1): 19-30.
- 朱永海, 龚雨秋, 徐莹莹. 后疫情时代中小学在线教育常态化应用的整体推进路径——基于美国 K-12 在线教育的经验[J]. *现代教育技术*, 2020, 30(11): 120-126.
- Garrison D R, Anderson T, & Archer W. Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education [J]. *The Internet and Higher Education*, 1999, 2(2-3): 87-105.
- Akyol Z, Garrison D R, Ozden M Y. Development of a community of inquiry in online and blended learning contexts [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2009, 1(1): 1834-1838.
- Rogoff, B., Matsuov, E., & White, C. Models of teaching and learning: Participation in a community of learners. In D. R. Olsen & N. Torrance (Eds.), *The handbook of education and human development—*
- New models of learning, teaching and schooling*. Oxford, UK: Blackwell. 1998, 388-414
- Akyol Z, Vaughan N, Garrison D R. The impact of course duration on the development of a community of inquiry[J]. *Interactive Learning Environments*, 2011, 19(3): 231-246.
- Fischer, G., Rohde, M. & Wulf, V. Community-based learning: The core competency of residential, research-based universities [J]. *Computer Supported Learning*, 2007(2), 9-40.
- Garrison, D. R., & Arbaugh, J. B. Researching the community of inquiry framework: Review, issues, and future directions[J]. *The Internet and Higher Education*, 2007, 10(3): 157-172.
- 白雪梅, 马红亮, 赵梅. 探究社区中社会存在对认知存在的影响机制[J]. *现代远程教育研究*, 2020, 32(06): 87-93.
- Kanuka, H., Garrison, D. R. Cognitive presence in online learning [J]. *Journal of Computing in Higher Education*, 2004, 15(2): 21-39.
- Garrison, D. R., Anderson, T., Archer, W. The first decade of the community of inquiry

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- framework: A retrospective [J]. *The Internet and Higher Education*, 2010,13(1-2): 5–9.
- Garrison, D. R., Anderson, T., Archer, W. Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education [J]. *American Journal of Distance Education*, 2001, 15(1): 7-23
- McLoughlin D, Mynard J. An analysis of higher order thinking in online discussions [J]. *Innovations in Education and Teaching International*, 2009, 46(2):147-160.
- Jonassen, D.H. *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking* [M]. Engle wood Cliffs, NJ: Merrill, 1996.
- Newman, G., Webb, B., Cochrane, C. A content analysis method to measure critical thinking in face-to-face and computer supported group learning [J]. *Interpersonal Computing and Technology*, 1995, 3(2):56–77.
- Lin, P. Y., Chang, Y. H., Lin, H. T., Hong, H. Y. Fostering college students' creative capacity through computer-supported knowledge building [J]. *Journal of Computers in Education*, 2007, 4(1): 43–56.
- 朱永海.深度学习视角下混合教学系统化设计与体系化模式构建[J].*中国电化教育*,2021,No.418(11):77-87.
- 朱永海,朱莎,王亚军.培养创造性思维的阶梯式加深混合教学研究——以“信息化教学资源设计与制作”课程为例[J].*现代教育技术*,2021,31(11):46-54.
- Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D. R., & Archer, W. Assessing Social Presence in Asynchronous Text-Based Computer Conferencing [J]. *Journal of Distance Education*,1999,14(2):50-71.
- Anderson, T. , Rourke, L. , Garrison, D. R. , Archer, W. Assessing teaching presence in a computer conferencing context [J]. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 2001,5(2):35-44.
- Stein, D. S., Wanstreet, C. E., Slagle, P., Trinko, L. A., Lutz, M. From “hello” to higher-order thinking: The effect of coaching and feedback on online chats [J]. *The Internet and Higher Education*, 2003,16:78–84.
- Costley, J. The Effects of Three Types of Instructor Posting on Critical Thinking and Social Presence: No Posting, Facilitating Discourse, and Direct Instruction[J/OL]. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 2015,12(2).
<http://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/378>.
- Halpern, D. F. Teaching Critical Thinking for Transfer Across Domains[J]. *American Psychologist*, 1998, 53(4):449-455.
- 吴亚婕.批判性思维与网络探究学习社区模型的关系[J].*现代远程教育研究*,2017(04):104-112.
- Akyol, Z., Vaughan, N., Garrison, D. R. The impact of course duration on the development of a community of inquiry [J]. *Interactive Learning Environments*, 2011, 19(3): 231–246.
- Sun, Y., Franklin, T., Gao, F. Learning outside of classroom: Exploring the active part of an informal online English learning community in China [J]. *British Journal of Educational Technology*, 2015, 48(1):57–70.
- Shea, P., Hayes, S., Uzuner Smith, S., Vickers, J., Bidjerano, T., Gozza-Cohen, M., Jian, S.-B., Pickett, A., Wilde, J. & Tseng, C.-H. Online Learner Self-Regulation: Learning Presence Viewed through Quantitative Content- and Social Network Analysis [J]. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 2013, 14(3): 427–461.
- Martin, F., Wu, T., Wan, L.Y., Xie, K.A Meta-Analysis on the Community of Inquiry Presences and Learning Outcomes in Online and Blended Learning Environments [J].ONLINE LEARNING,2022, 26(1):325-359.
- Akirolu N . Community of Inquiry in Web Conferencing: Relationships between Cognitive Presence and Academic Achievements [J]. *Open Praxis*, 2019, 11(3):243.
- Palmer, S., Holt, D., Bray, S. Does the discussion help? The impact of a formally assessed online discussion on final student results [J]. *British Journal of Educational Technology*, 2008, 39(5): 847–858.
- Choy, J. L. F., Quek, C. L. Modelling relationships between students' academic achievement and community of inquiry in an online learning environment for a blended course [J]. *Australasian Journal of Educational Technology*, 2016, 32(4):106-124.
- Ozturk, E. Facebook as a new community of inquiry environment: An investigation in terms of academic achievement and motivation [J]. *Journal of Baltic Science Education*, 2015, 14(1): 20-33.

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

Arbaugh, J. B., Cleveland-Innes, M., Diaz, S. R., Garrison, D. R., Ice, P., Richardson, J. C., Swan, K. P. Developing a community of inquiry instrument: Testing a measure of the Community of Inquiry framework using a multi-institutional sample [J]. *The Internet and Higher Education*, 2008, 11(3-4):133-136.

姜玉莲. 技术丰富课堂环境下高阶思维发展模型建构研究[D]. 东北师范大学, 2017.

Jin, Park Soo. Influence of teaching presence and self-determination on nursing student's problem solving ability, academic efficacy, critical thinking tendency, and learning flow in online classroom environment [J]. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 2020, 20(24):171-198.

Lim, Jieun, Minhye Lee. Effects of online learners' presence perception on academic achievement and satisfaction mediated by self-efficacy for self-regulated learning and agentic engagement [J]. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 2020, 32(3):461-485.

June, lee min & MI, PARK YUN. The effect of social presence on self-efficacy, learning flow, and academic achievement in real-time online learning: Case study of college students majoring in airline services [J]. *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 2021, 35(11):113-128.

Mo, Sukyoung. Effect of social presence and teaching presence on EFL college students' self-regulation in a real-time online class [J]. *Korean Journal of English Language and Linguistics*, 2021, 21:795-817.

Akpur, U. Critical, Reflective, Creative Thinking and Their Reflections on Academic Achievement [J]. *Thinking Skills and Creativity*, 2020, 100683.

朱永海, 韩锡斌, 杨娟, 程建钢. 高等教育借助在线发展已成不可逆转的趋势——美国在线教育 11 年系列报告的综合分析及启示 [J]. *清华大学教育研究*, 2014, 35(04):92-100.

Ünal Çakiroğlu. Community of Inquiry in Web Conferencing: Relationships between Cognitive Presence and Academic Achievements [J]. *Open Praxis*, 2019, 11(3):243.

Akpur, U. Critical, Reflective, Creative Thinking and Their Reflections on Academic Achievement [J]. *Thinking Skills and Creativity*, 2020, 100683.

Garrison, D. R., Akyol, Z. Toward the development of a metacognition construct for communities of inquiry [J]. *The Internet and Higher Education*, 2015, 24:66-71.

Cleveland-Innes M, Campbell P. Emotional presence, learning, and the online learning environment [J]. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 2012, 13(4):269-292.

Rienties B, Rivers B A. Measuring and understanding learner emotions: Evidence and prospects [J]. *Learning Analytics Review*, 2014, 1(1): 1-27. Rienties, B., & Rivers, B. A.. Measuring and Understanding Learner Emotions: Evidence and Prospects [DB/OL]. [2016-03-24]. <http://lanceproject.eu/publications/learning-analytics-and-emotions.pdf>. 2014-12-10/.

在线教学中大学生高阶思维的影响机制研究——基于探究社区理论的视角

刘娣⁶, 朱永海^{7*}, 张丽⁸

¹²首都师范大学 初等教育学院

³中央财经大学 社会与心理学院

*zhuyonghai@qq.com

【摘要】 新冠疫情背景下, 在线教学逐渐成为未来高等教育的新常态。培养和发展学生的高阶思维是各国教育教学改革的目标之一。本研究基于 COI 框架开展教学实践, 探究大学生高阶思维形成的影响机制和学习满意度的效果。采用 COI 量表、HOTs 量表和 OCLS 问卷作为研究工具, 以相关性分析、多元回归分析、中介作用分析和结构方程模型等为研究方法。结果表明: COI 框架中三个核心要素之间相互影响。此外, 学生感知的 TP 和 SP 均会影响 CP; TP 和 SP 感均会显著影响 HOTs; HOTs 显著影响 CP 和 OCLS; HOTs 分别在 TP、SP 和 CP 之间存在部分中介作用; OCLS 在 HOTs 和 CP 之间起部分中介作用。因此, 课程设计和开发者应充分强调高阶思维的探究社区模型, 有助于促进学习者进行有意义的深度学习, 提升学习的满意度。

【关键词】 在线教学; 探究社区; 高阶思维; 在线协作学习满意度

Abstract: In the context of the new crown epidemic, online teaching is gradually becoming the new normal for higher education in the future. Cultivating and developing students' higher-order thinking is one of the goals of education and teaching reform in various countries. This study conducts teaching practice based on the COI framework to investigate the influence mechanism of higher-order thinking formation and the effect of learning satisfaction among college students. The Community of Inquiry Scale, Higher Order Thinking Scale and Learning Satisfaction Questionnaire were used as research tools, and correlation analysis, multiple regression analysis, mediating role analysis and structural equation modeling were used as research methods. The results showed that the three core elements of the COI framework influence each other. In addition, students' perceived instructional and social presence both affect cognitive presence; both instructional and social presence significantly affect higher-order thinking; higher-order thinking significantly affects cognitive presence and learning satisfaction; higher-order thinking partially mediates between instructional, social, and cognitive presence, respectively; and learning satisfaction partially mediates between higher-order thinking and cognitive presence. Therefore, course designers and developers should fully emphasize the community of inquiry model of higher-order thinking to help facilitate meaningful and deep learning for learners and enhance learning satisfaction.

⁶ [作者简介] 刘娣, 首都师范大学初等教育学院, 硕士研究生, 主要研究方向为在线教育与混合教学。(15537779506, 2203002009@cnu.edu.cn)

⁷ [通讯作者] 朱永海, 首都师范大学初等教育学院, 副教授, 硕士生导师, 博士, 教育部学校规划建设发展中心—首都师范大学儿童与未来教育创新研究院副院长, 北京市房山区教委挂职副主任, 主要研究方向为在线教育与混合教学。(15811000188, zhuyonghai@qq.com)

⁸ 张丽, 中央财经大学社会与心理学院, 教授, 硕士生导师, 博士。中央财经大学心理学系副系主任。中国心理学会经济心理学专业委员会委员, 中国心理学会教育心理学专业委员会委员。主要研究方向为发展和教育心理学、数学学习、健康和决策。

Keywords: Online teaching and learning; communities of inquiry; higher-order thinking; online collaborative learning satisfaction

1. 引言

受新冠疫情的影响，在线教学和混合教学逐渐成为常态化的教学方式。高等教育通过教育教学来发展高阶思维，帮助学生为未来社会做好准备。高阶思维（Higher order thinkings，简称 HOTS）包含的创新能力、问题解决能力和批判性思维等，体现了知识时代对于培养人才的新要求。许多研究证实，无论在任何场所，高阶思维都被认为是成功的关键因素。众多国家已经将发展学生的高阶思维列为教学改革的重要目标。传统“传递式”的教育范式已经不能满足当今社会对高阶思维人才的需求。将课程学习方式设想为探究学习社区，参与者能够在社区中实现多角色的转换。探究社区框架（Community of Inquiry，简称 COI）最早被用于指导在线学习的研究，为在线学习环境复杂性和动态性提供了秩序和指导。如今越来越多的教师将 COI 作为指导课程开发和教学设计的概念框架。在线学习环境中，依据 COI 框架能够创建开放式的学习环境，激发学生探究协作的兴趣，被研究者和实践者广泛应用。学习和创新更多发生在具有共同实践的群体中，基于 COI 的学习是集体协作学习的过程，能够超越个体的思维。探究社区中学习者对在线协作学习满意度（Online collaborative learning satisfaction，简称 OCLS），能够真实的反应学习者对采用 COI 进行学习的实际情况。学习者对 OCLS 是其自身的主观判断，也决定了学习者是否愿意继续采取这种学习形式，因此 OCLS 也被视为衡量在线协作教学成果的重要标志之一。

2. 理论基础与相关研究

2.1. 探究社区框架及研究现状

2.1.1. 探究社区框架

COI 框架是由加拿大学者 Garrison 等人针对在线学习环境下提出的有效学习框架。该框架从合作建构主义的视角，揭示了网络学习探究的动态特征，有助于创建在线学习社区，影响学生的学习认知过程。COI 框架由认知临场感、社会临场感和教学临场感三个核心要素构成。其中，认知临场感（Cognitive Presence，简称 CP）被定义为“学习参与者在批判性探究学习社区中，通过不断的批判反思和对话构建和确认意义的程度”，包含四个子范畴：触发事件、探索、整合和解决。社会临场感（Social Presence，简称 SP）被定义为“探究社区中的参与者通过所使用的交流媒介，在社会和情感上将自己投射为‘真实的’人的能力”，主要包括三个子范畴：开放式交流、群体凝聚力和个人情感表达。教学临场感（Teaching Presence，简称 TP）被定义为“对学习者的认知过程和社会过程的设计、促进和指导，目的是实现学习者富有个人意义和教育价值的学习效果”，在结构上被定义为三个类别：教学设计和组织、促进话语、直接指导。

2.1.2. 探究社区框架三要素关系

大量研究者探讨了 COI 中三个核心要素之间的因果关系。Kozan 和 Richardson 通过分析发现探究社区的三要素之间存在正相关。Arbaugh 等人通过因子分析证实了探究社区三要素之间存在显著的相关关系。Heckman 和 Annabi 通过讨论的内容分析指出，在学习过程中认知、社会 and 教学三者是相互依赖的。Shea 和 Bidjerano 研究发现，大部分学生的认知临场感是由教学和社会临场感所影响的。Garrison 等人指出认知临场感变化是由教学和社会临场感所导致的，并且教学临场感也能影响社会临场感。Archibald 进行实验研究表明教学和社会临场感能够影响认知临场感中约 69% 的方差。Joo 等人通过构建结构方程模型，

分析得出教学临场感对社会和认知临场感都具有显著影响。Garrison 认为在探究学习社区中建立社会关系和高质量的互动是形成教学和认知临场感的必要因素。

2.2. 高阶思维及相关研究

2.2.1. 高阶思维结构研究

COI 框架反映了高阶思维学习的动态性质，为学生在发展技能以迈向高阶学习方面提供帮助。高阶思维是一种思维过程，由一系列复杂的程序组成，是思维从具体到抽象的综合能力的体现，应从内部整体一致性出发进行探索。Rupert Wegerif 等人认为高阶思维的复杂性导致其结构难以测量，但可以通过高级认知活动和良好的思维品质来识别高阶思维的行为、情感以及品质特点。盛群力从行为“统整”的角度提出了知识系统和认知系统进行路径整合，培养具有高层次能力的学习者。

2.2.2. 探究社区与高阶思维

COI 框架逐渐成为指导在线学习的重要教学理论，研究者也陆续关注到 COI 框架对培养 HOTs 的有效性。探究社区构成一种协同学习的氛围，注重积极主动的思维投入，促进群体的学习动力的提升。MacLeod 等人通过研究发现，在线探究社区能提供开放的交流空间，有助于培养学生的发散思维，提高解决问题和协作学习的能力。Lin 等人通过在线讨论活动的研究表明，同伴进行有效互动后，能够贡献更多样化的想法，促进创造性思维的发展。Jonassen 的研究认为采用探究社区的方式进行课程学习，能够鼓励学习者与同伴进行深入思考和思维碰撞，促进创造性思维的产生。Stein 等人的研究指出，在线社区框架不仅可以在课程设计、促进和评估中使用，也可以作为教师辅导指南，对学生进行指导和反馈，能够促进高阶思维频率的增加。Mo, Sukyoung 的研究表明处于在线学习环境中，教学和社会临场感都会促进学生高阶思维中自我调节性的提高。Jin 的研究表明教学临场感会影响学生的问题解决能力、批判性思维。Costley 的研究发现，教师指导学习者对话能够提升学习者的批判性思维。HOTs 的增强也会出发对于问题的困惑感，引起学生的探究欲望，从而进行信息交流，实现知识联结，找出解决的方案。June 等人在研究中表示，学生对于社会临场感的感知会对自我效能感产生积极影响。Lim 等人对参与在线课程的大学生进行研究，结果表明社会临场感能够培养学生的自我调节学习和自我效能感。McLoughlin 和 Mynard 的研究表明学生在开放式问题交流的过程中，能够形成群体凝聚力，促进社会临场感的产生，对培养高阶思维能力具有积极影响。HOTs 的产生，也会促进学生积极的进行认知思考，从而学生 CP 的产生。

2.3. 学习满意度及其相关研究

在线协作学习促进了 COI 的创建，参与者的 OCLS 代表其对采用 COI 作为课程学习方式的接受程度。Wick 通过案例研究发现，构建探究学习社区能够提高学生的课程学习满意度。Kim 指出探究社区中的社会临场感是预测学习成就和满意度的重要变量。Gunawardena 和 Zittle 的研究表明，学习者具有较高的社会临场感能够通过使用表情符号等，以书面形式增强情感体验，从而预测学习满意度。Lim 和 Minhye 通过调查参与在线课程的大学生，发现教学和社会临场感对学习成就和课程满意度具有正向影响^[错误!未定义书签.]。Kim 和 Song 研究了教学临场感和任务技术契合度对课程满意度的影响，结果表明教学临场感对感知易用性产生影响。Palloff 和 Pratt 认为探究社区能够提供协作学习环境，能帮助学生以创造性的合作方式加深学习体验，提升学生的学习满意度。McNair 强调了有效学习社区的重要性，认为成功的在线学习的关键是形成一个有效的学习社区，将其作为在线学习的载体。Choy 和 Quek 研究了探究社区框架的三要素与学习满意度和学业成就之间的关系，结果发现只有认知临场感与学业满意度和学习表现有直接关系。Lee 等人的研究表明认知和社会临场感能直接影响学习满意度，而且教学临场感是由认知和社会临场感所介导的。Fontanillas 等人的

研究表明学生在探究社区中，通过协作学习能够相互质疑、启发思考，促进学生的创造性的解决问题。而学生高阶思维的形成有助于增强其自身的自我效能感，进一步对采用在线协作学习的方式认可，从而提升其在线协作学习的满意度。Razali 等人认为当学生的在线协作学习满意度得到提升，更愿意采用探究社区的方式进行学习，能够提升其解决问题的能力，扩展其认知临场感。

2.4. 研究假设

该研究的目的是探究 TP、SP、CP 对学习者的 HOTS 和 OCLS 的影响。该研究调查了 COI 三个变量之间的关系，还探究了学习者 HOTS 和 OCLS 的中介作用。本研究的测试模型如下图 1 所示，用于检验以下假设。

H1: 教学临场感 (TP)、社会临场感 (SP)、认知临场感 (CP) 之间存在相关关系。

H2: 教学临场感 (TP) 和社会临场感 (SP) 均可预测并显著影响认知临场感 (CP)。

H3: 教学临场感 (TP) 和社会临场感 (SP) 均可预测并显著影响高阶思维 (HOTS)。

H4: 高阶思维 (HOTS) 可预测并显著影响认知临场感 (CP) 和在线协作学习满意度 (OCLS)。

H5: 高阶思维 (HOTS) 在教学临场感 (TP) 和认知临场感 (CP) 之间起部分中介作用。

H6: 高阶思维 (HOTS) 在社会临场感 (SP) 和认知临场感 (CP) 之间起部分中介作用。

H7: 在线协作学习满意度 (OCLS) 在高阶思维 (HOTS) 和认知临场感 (CP) 之间起部分中介作用。

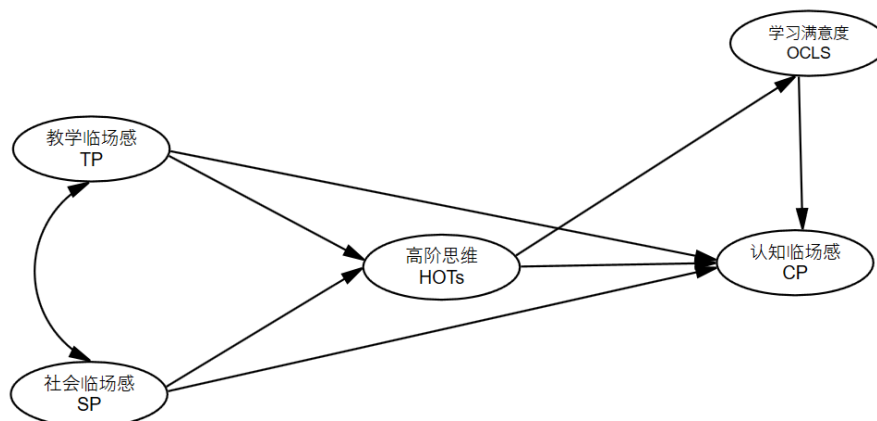


图 1: 研究假设模型

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究的参与者是北京一所师范大学在线课程的学生。本课程的主要参与者是大三学生，选择大三学生作为研究对象的主要原因是其有一定的在线学习经验和在线讨论的意识。课程参与者被随机分配到两组中，将两组中的一组为实验组，另一组为控制组，均为同一位教师进行授课，该实验为期 6 周。本研究共有 76 名参与者，42 名实验班学生，34 名对照班学生，其人口特征见表 1 所示。

表 1: 参与者的人口特征

	变量信息	实验班 (N=42)	百分比	对照班(N=34)	百分比
性别	男	4	10%	9	26%
	女	38	90%	25	74%

年级	大一	0	0%	0	0%
	大二	2	5%	1	3%
	大三	39	93%	33	97%
	大四	1	2%	0	0%

3.2. 研究工具

3.2.1. 探究社区问卷

本研究采用 Arbaugh 等人^[错误!未定义书签.]运用探索性因素分析开发与编制的英文版 COI 量表, 结合大学生在线学习的特点修订形成的。问卷共 43 题, 主要分为教学临场感、社会临场感和认知临场感三大维度, 采用李克特 6 点量表进行自我评定 (1=非常不认同, 6=非常认同)。为了验证问卷的适用性, 本研究通过问卷星对不参与实验的班级进行预调查, 共回收 273 份有效问卷。预调查结果显示问卷的整体克隆巴赫 α 系数为 0.979, 教学临场感、社会临场感、认知临场感的克隆巴赫 α 系数分别为 0.953、0.908 和 0.943。

3.2.2. 高阶思维能力问卷

本研究采用了姜玉莲编制的高阶思维能力问卷, 较为全面的阐述了 HOTs 的结构。问卷共 54 题, 分为八个维度, 分别为问题解决能力、创造性思维、批判性思维、元认知与反思性评价、推理与决策能力、自我效能感、自我调节学习、同伴情感支持。预调查发现问卷的整体克隆巴赫 α 系数为 0.979, 八个子维度的克隆巴赫 α 系数为 0.823~0.938。

3.2.3. 学习满意度问卷

本研究选取了 Muñoz-Carril 等人^[错误!未定义书签.]构建的计算机支持的协作学习问卷来测量学生的学习满意度。问卷共 27 题, 分为 7 个维度, 分别为感知易用性、感知有用性、态度、确认、感知享受、满意度、对学习的感知影响。预调查结果显示问卷的整体克隆巴赫 α 系数为 0.972, 七个维度的克隆巴赫 α 系数为 0.843~0.942。

3.3. 区分效度检验

本研究通过验证性因子分析检验三个问卷的区别效度, 在基准模型 (COI、HOT、OCLS) 的基础上, 还提出了 4 个备选模型, 二因子模型 A (COI+OCLS, HOT), 二因子模型 B (COI,HOT+OCLS), 二因子模型 C (COI+HOT、OCLS), 单因子模型 (COI+HOT+OCLS)。由下表 2 可知, 基准模型中 $X^2/DF=1.749$, $RMSEA=0.071$, $SRMR=0.050$, $NFI=0.937$, $CFI=0.972$, $TLI=0.961$, $IFI=0.972$, 模型拟合值均达到判断指标, 且均优于其他几个模型, 说明三个问卷之间具有区分效度。

表 2: COI、HOT 和 CSCL 三个问卷的区别效度

编号	模型	X^2	DF	X^2/DF	RMSEA	SRMR	NFI	CFI	TLI	IFI	模型比较	ΔX^2	ΔDF
	判断标准			<3.00	<0.08	<0.08	>0.9	>0.9	>0.9	>0.9			
1	基准模型	194.137	111	1.749	0.071	0.050	0.937	0.972	0.961	0.972			
2	二因子模型 A	626.594	135	4.641	0.156	0.071	0.797	0.832	0.81	0.833	2 vs 1	432.457**	24
3	二因子模型 B	735.84	135	5.451	0.172	0.072	0.761	0.795	0.768	0.796	3 vs 1	541.703**	24
4	二因子模型 C	531.907	135	3.94	0.140	0.060	0.827	0.865	0.846	0.865	4 vs 1	337.77***	24
5	单因子模型	795.985	135	5.896	0.181	0.0724	0.742	0.774	0.744	0.776	5 vs 1	601.848**	24

注释: ***代表 P 小于 0.001

3.4. 研究方法

本研究使用 SPSS26.0 和 AMOS24.0 软件进行数据分析。采用“控制未测单一方法潜因子法”对共同方法偏差进行检验, 结果表明, 常用方法偏差对本研究的结果几乎没有影响。首

先, 本研究进行描述性统计和相关性分析, 以确定 TP、SP、CP 的相关性和表现水平, 对假设 H1 进行检验。其次, 采用回归分析法对 H2、H3 和 H4 进行检验。再次, 运用 Hayes 开发的 PROCESS 程序对 H5、H6、H7 进行检验, 并建构结构模型进行验证。

4. 研究结果与讨论

4.1. 共同方法偏差

本研究运用问卷采用自我评定收集的数据, 测量中可能会存在共同方法偏差的问题。因此, 本研究在进行程序控制的基础上, 进一步采用“控制未测单一方法潜因子法”对共同方法偏差进行检验。首先, 建构验证性因素分析模型 M1。其次, 建构包含共同方法因子的验证性因素分析模型 M2。比较 M1 和 M2 的主要拟合指数, 如下表 3 所示, $\Delta RMSEA=0.002$, $\Delta GFI=0.023$, $\Delta CFI=0.017$, $\Delta IFI=0.018$, $\Delta TLI=0.004$, 各项拟合指数均小于 0.03, 表明加入共同方法因子后, 并未明显改善模型, 因此不存在明显的共同方法偏差。

表 3: 共同方法偏差分析

		X ² /DF	RMSEA	GFI	CFI	IFI	TLI
M1	验证性因素分析模型	2.768	0.154	0.648	0.851	0.853	0.827
M2	加入共同方法因子的验证性因素分析模型	2.825	0.156	0.671	0.868	0.871	0.823
M2-M1		0.057	0.002	0.023	0.017	0.018	0.004

4.2. 相关性分析

采用 SPSS26.0 对数据进行描述性统计、相关分析等, 探讨 COI 三要素之间关系。结果如下表 4 所示, TP 最高 ($M=5.43$, $SD=0.61$), SP 次之 ($M=5.35$, $SD=0.64$), CP 最低 ($M=5.30$, $SD=0.70$)。相关性系数的绝对值大于 0.5, 初步认为三要素之间存在强相关。而且, TP 与 SP 之间存在显著正相关 ($R1=0.745$, $P<0.01$), TP 与 CP 之间存在显著正相关 ($R2=0.693$, $P<0.01$), SP 与 CP 之间也存在显著的正相关 ($R3=0.830$, $P<0.01$)。因此, 三者之间存在显著的相关关系, 支持 H1。

表 4: TP、SP、CP 之间的相关

	M	SD	TP	SP	CP
TP	5.43	0.61	1		
SP	5.35	0.64	0.745**	1	
CP	5.30	0.70	0.693**	0.830**	1

注: *表明 $P<0.05$, **表明 $P<0.01$, *** $p<0.001$ 。

4.3. 多元回归分析

本研究进行多元回归分析, 探究 TP 和 SP 对 CP 的影响。结果表明 (见表 5), TP 和 SP 均对 CP 存在显著影响, 而且 SP 对 CP 的影响 ($\beta=0.704$) 高于 TP 对 CP 的影响 ($\beta=0.169$)。将 TP 和 SP 作为自变量, CP 作为因变量进入回归方程, 得到 $R^2=0.702$, 说明 TP 和 SP 对 CP 变异具有较强的解释力, 因此支持 H2。

表 5: TP 和 SP 对 CP 的多元回归分析结果

自变量	未标准化系数		标准化系数	t	P	R ²
	B	标准错误	β			
TP	0.193	0.077	0.169	2.511	0.013	0.702
SP	0.761	0.073	0.704	10.464	0.000	

采用线性回归分析方法检验 TP 和 SP 与 HOTs 的关系。结果表明 (见下表 6), TP 和 SP 均对 HOTs 存在显著影响, 而且 SP 对 HOTs 的影响 ($\beta=0.559$) 高于 TP 对 HOTs 的影响

($\beta=0.248$)。将 TP 和 SP 作为自变量，HOTs 作为因变量进行回归分析，得到 $R^2=0.581$ ，说明 TP 和 SP 对 HOTs 变异具有较强的解释力，因此支持 H3。

表 6: TP 和 SP 对 HOTs 的多元回归分析结果

自变量	未标准化系数		标准化系数	t	P	R ²
	B	标准错误	β			
TP	0.232	0.075	0.248	3.116	0.002	0.581
SP	0.494	0.070	0.559	7.012	0.000	

采用回归分析方法探究 HOTs 与 CP 和 OCLS 的关系。将 HOTs 作为自变量，CP 作为因变量进行多元线性回归分析，结果如下表 7 所示，表明 HOTs ($\beta=0.804$) 是预测和影响 CP 的显著变量，能有效解释 CP 总变异量的 64.7%。将 HOTs 作为自变量，OCLS 作为因变量进行回归分析，结果表明 HOTs ($\beta=0.782$) 是影响 OCLS 的显著变量，能有效解释 CP 总变异量的 61.1%。由此可说明 HOTs 能够预测并显著影响 CP 和 OCLS，因此支持 H4。

表 7: HOTs 和 CP 与 OCLS 的多元回归分析结果

自变量	未标准化系数		标准化系数	t	P	R ²
	B	标准错误	β			
HOTs→CP	0.983	0.059	0.804	16.531	0.000	0.647
HOTs→OCLS	0.987	0.065	0.782	15.307	0.000	0.611

4.4. 中介作用分析

采用 Hayes 开发的 PROCESS 程序对 H5、H6、H7 进行检验，并利用 AMOS 构建结构方程模型来验证。分别确定自变量 (TP、SP)、中介变量 (HOTs、OCLS) 与因变量 (CP) 来建立结构方程模型 (如下图 2 所示)。

为了验证 H5，采用 PROCESS 程序的 Moedl4，在控制性别、年龄、年级的情况下，检验 HOTs 在 TP 与 CP 之间的中介效应。偏差校正的百分为 Bootstrap 方法检验结果如下表 8 所示：总效应为 0.79，Boot SE=0.07，95% CI [0.66, 0.93]；直接效应为 0.33，Boot SE=0.07，95%CI [0.19, 0.46]；HOTs 的的中介效应为 0.47，Boot SE=0.09，95% CI [0.28, 0.64]，不包含 0，占总效应比例为 $0.47/0.79=59.01\%$ 。这说明 TP 不仅能够直接影响 CP，而且通过 HOTs 的中介效应也能间接影响 CP，因此支持 H5。

表 8: HOTs 在 TP 和 CP 之间的效应分解表

	效应量	Boot 标准误	Bootstrap95%CI		相对效应量
			下限	上限	
总效应	0.79	0.07	0.66	0.93	
直接效应	0.33	0.07	0.19	0.46	40.99%
中介效应	0.47	0.09	0.28	0.64	59.01%

采用 Bootstrap 方法验证 H6，构建“SP→HOTs→CP”的中介模型，在控制无关条件的情况下，检验 HOTs 在 SP 与 CP 之间的中介效应。结果如下表 9 所示：总效应为 0.90，Boot SE=0.05，95% CI [0.80, 0.99]；直接效应为 0.56，Boot SE=0.06，95% CI [0.43, 0.69]，占总效应比例为 $0.56/0.90=62.47\%$ ；HOTs 的的中介效应为 0.34，Boot SE=0.07，95%的 bootstrap 95% 置信区间为 [0.21, 0.49]，不包括 0，占总效应比例为 $0.34/0.90=37.53\%$ 。由下图 2 验证也可知，HOTs 在 SP 和 CP 之间起部分中介作用，因此支持 H6。

表 9: HOTs 在 SP 和 CP 之间的效应分解表

	效应量	Boot 标准误	Bootstrap95%CI		相对效应量
--	-----	----------	----------------	--	-------

			下限	上限	
总效应	0.90	0.05	0.80	0.99	
直接效应	0.56	0.06	0.43	0.69	62.47%
中介效应	0.34	0.07	0.21	0.49	37.53%

为了验证 H7，本研究构建“HOTs→OCLS→CP”的中介模型。在控制无关条件的情况下，检验 OCLS 在 HOTs 与 CP 之间的中介效应。结果如下表 10 所示：总效应为 0.98，Boot SE=0.06，95% CI [0.87, 1.10]；直接效应为 0.60，Boot SE=0.09，95% CI [0.43, 0.78]；OCLS 的中介效应为 0.38，Boot SE=0.10，95% CI [0.20, 0.58]，占总效应比例为 $0.38/0.98 = 38.51\%$ 。该中介效应的 bootstrap 95% 置信区间的上、下限均不包含 0，这说明 OCLS 在 HOTs 和 CP 之间起部分中介作用，而且由下图 2 模型验证也可知，因此支持 H7。

表 10: OCLS 在 HOTs 和 CP 之间的效应分解表

	效应量	Boot 标准误	Bootstrap 95% CI		相对效应量
			下限	上限	
总效应	0.98	0.06	0.87	1.10	
直接效应	0.60	0.09	0.43	0.78	61.50%
中介效应	0.38	0.10	0.20	0.58	38.51%

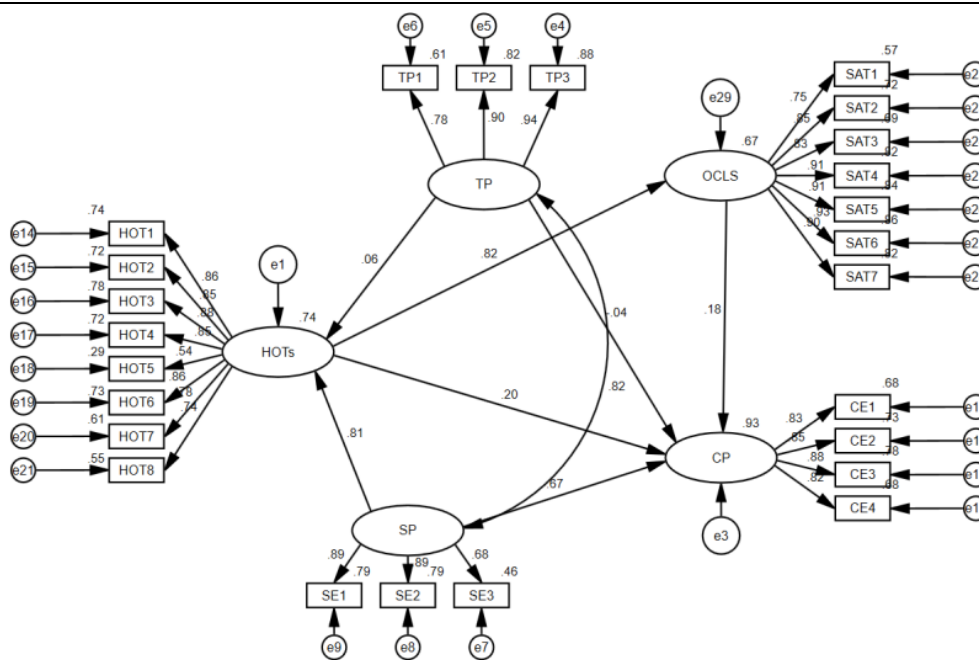


图 2: 结构方程模型

5. 研究结论与启示

5.1. 研究结论与讨论

5.1.1. 探究社区三要素水平及相关关系

从平均值等数据表明大学生对采用 COI 进行课程学习的体验感较好，其中 TP 最高，SP 次之，CP 最低。造成这种现象的原因可能是，高等教育中开展在线教学的课程日益增多，学生具有一定的线上学习经验。本课程的教师具有丰富的在线教学经验，而且非常注重结构化知识的讲解，善于引导学生进行深度探索，组织学生进行开放式的交流讨论。因此，学生的 TP 相比于 SP 和 CP 较高。

以 COI 框架为视角的研究, 大部分都认为三种核心要素之间是紧密联系的, 共同促进学习社区的高效运作。本研究发现, COI 的三个核心要素之间存在高度的正相关关系。而且, TP 和 SP 能够预测并影响 CP。Garrison 等人认为有效的协作学习需要教学、认知、社会三种要素互相作用^[错误!未定义书签。]。Kozan 和 Richardson 通过相关分析发现探究社区的核心三要素之间存在正相关^[错误!未定义书签。]。Arbaugh 等人也证实了认知、社会 and 教学之间存在相关关系^[错误!未定义书签。]。Shea 和 Bidjerano 的研究发现认知临场感的变化是受到教学和社会临场感影响的^[错误!未定义书签。]。Garrison 等人也指出教学和社会临场感对认知临场感存在显著的影响^[错误!未定义书签。], Archibal 的研究结果表明教学和社会临场感能够解释认知临场感中约 69% 的变化差异^[错误!未定义书签。]。

5.1.2. 探究社区三要素与高阶思维的关系

基于探究社区的教学展现了高阶思维学习的动态特征, 研究者也开始关注 COI 框架的三个核心要素与学生 HOTS 的关系。本研究将 HOTS 加入 COI 框架中, 探究 HOTS、TP、SP 对 CP 的影响关系。研究发现 TP 和 TP 能够影响 HOTS, 而且 HOTS 分别在 TP、SP 和 CP 之间起到部分中介的作用。

采用合适的方式来引导学生进行在线讨论, 有助于学生形成高阶思维^[错误!未定义书签。]。教师运用探究社区不仅指导课程设计, 也能对学习者的进行一定程度的指导和反馈, 促进学生高阶思维的活跃^[错误!未定义书签。]。学习者在探究社区中进行课程学习, 能够与同伴进行思维碰撞, 从不同的角度看待问题也能促进高阶思维的产生^[错误!未定义书签。]。

教师在课程中采用合适的方式和话语促进在线讨论, 对学生高阶思维的形成具有积极作用^[错误!未定义书签。]。学生高阶思维受到积极影响, 意味着创造性思维、批判性思维、自我效能感等都会得到提升。认知临场感代表学生的高阶思维水平, 能够反映学生深度学习的能力^[错误!未定义书签。]。学生对复杂的问题要进行主动思考和探究, 在不断的反思交流和知识整合中才能产生创造性的想法, 进而获得知识并应用到实际工作中。TP 的提升使得学生 HOTS 受到积极影响, 而 CP 又代表学生的 HOTS 水平。因此, HOTS 在 TP 和 CP 之间起到一定的中介作用。

探究社区更加注重学习者的社会性交互和知识建构, 而社会临场感是影响学习者互动和群体凝聚力的重要因素, 应注重培养学习者的社会临场感。而认知临场感也是学习者通过持续的反思和对话来建构和确认意义从而达到认知的程度。两者都是在对话、互动和反思中进行的, 因此在建立 SP 的过程中 CP 也会得到提升。而在 COI 中同伴之间高质量的交互行为可能会产生有意义的学习, HOTS 也会随之上升。换言之, 随着 SP 的提升, 学生的 HOTS 频率也会增加, 从而促进 CP 也会提升。因此, HOTS 是 SP 和 CP 的中介因素。

5.1.3. 探究社区、高阶思维与学习满意度的关系

Garrison 认为探究社区的核心概念是认知临场感, 能够具有适当教学和社会临场感的在线环境中获得创建和支持^[错误!未定义书签。]。认知临场感是学生高阶思维的体现, 代表学生进行深度学习的能力^[错误!未定义书签。]。高阶思维中的批判性思维过程与认知临场感是一致的, 能够通过探究社区模式将认知临场感可实践化, 利用在线系统记录批判性话语和高质量反思^[错误!未定义书签。]。因此, 可以说明 HOTS 对 CP 有一定的影响。

学生的 OCLS 在 COI 学习方面起着至关重要的作用。学生在探究社区学习的过程中, 产生的批判性思维、创造性思维、自我调节学习等高阶思维能力^[错误!未定义书签。], 也会促进学业成绩和学习满意度的提升。Nasir 的研究认为社会临场感在预测学生满意度方面贡献最大。这侧面表明 HOTS 的生成验证了 COI 的有效性, 也说明 HOTS 对 OCLS 也有一定的影响。因此, 可以发现 HOTS 对 OCLS 有一定的影响。

学习满意度代表学生对在 COI 框架下对课程学习的满意程度^[错误!未定义书签。]。当学生的满意度较高的时候, 学习的自我效能感也会提升, 更相信能解决复杂的问题, 获得认知。认

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

知临场感的发展需要经过四个阶段, 这个四阶段模型是测量认知临场感水平高低的主要工具^[错误!未定义书签.]。学生对课程学习具有较高的满意度时, 说明学生在完成任务的过程中积极的进行解决问题的最有效的方法, 并最后应用这些解决方案。通过研究发现 HOTs 能够影响 OCLS, CP 也在探究问题的过程中受到 OCLS 的影响。因此, OCLS 在 HOTs 和 CP 之间起部分中介作用。

5.2. 研究启示

在线教学和混合教学是未来高等教育的常态, 本研究有望提供一定的教学启示。首先, 从 COI 核心要素的关系来看, 三个核心要素对高等教育在线体验至关重要。因此, 要想促进学习者积极投入到学习环境中, 教学人员、平台建设人员以及学习者自身要通力合作, 做好各个环节的组织和设计。还应充分利用在线学习环境, 提供沉浸式的学习环境, 增强学习体验, 提升 TP 和 SP, 促进 CP。其次, 从 COI 核心要素和学生 HOTs 的关系来看, 课程设计者与开发者应充分利用核心要素, 设计与提供能够引发学习者深度知识建构的系列触发事件, 从而促进学习者的 HOTs 以及 CP。

此外, 该研究有一些局限性。首先, 本研究是横断面研究, 所涉及的时间跨度较短, 难以验证在长期教学过程下的教学效果。未来研究会增加纵向研究, 以随着时间的推移检查变量, 更加深入揭示变量之间的关系。其次, 本研究的实验样本量偏少, 只在一门课上进行了实验。未来研究会扩展实验对象, 进行更大范围的实验。最后, 本研究的 COI 只包含三个要素, 但目前对于第四个情感要素的讨论不断增多, 很多学者都对此进行了研究和探讨。

参考文献

- Garrison, D.R. (2003). *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203166093>
- Hopson, M. H., Simms, R. L., & Knezek, G. A. (2001). Using a technology-enriched environment to improve higher-order thinking skills. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2), 109–119.
- Di, W., Danxia, X., & Chun, L. (2019). The effects of learner factors on higher-order thinking in the smart classroom environment. *Journal of Computers in Education*, 6(4), 483–498. doi:10.1007/s40692-019-00146-4
- Hwang, G.-J., Lai, C.-L., Liang, J.-C., Chu, H.-C., & Tsai, C.-C. (2017). A long-term experiment to investigate the relationships between high school students' perceptions of mobile learning and peer interaction and higher-order thinking tendencies. *Educational Technology Research and Development*, 66(1), 75–93. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9540-3>.
- Noam, E. M. (2005). Electronics and the Dim Future of the University. *Bulletin of the American Society for Information Science and Technology*, 22(5), 6–9. doi:10.1002/bult.24
- Rogoff, B., Matsuov, E., & White, C. (1998). Models of teaching and learning: Participation in a community of learners. In D. R. Olsen & N. Torrance (Eds.), *The handbook of education and human development—New models of learning, teaching and schooling* (pp. 388–414). Oxford, UK: Blackwell.
- Akyol Z, Garrison D R, Ozden M Y. Development of a community of inquiry in online and blended learning contexts[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2009, 1(1): 1834-1838.
- Bozkurt, A., Akgun-Ozbek, E., Yilmazel, S., Erdogdu, E., Ucar, H., Guler, E., ... Aydin, C. H. (2015). Trends in distance education research: A content analysis of journals 2009-2013. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1). doi:10.19173/irrodl.v16i1.
- Garrison, D. R., & Arbaugh, J. B. (2007). Researching the community of inquiry framework: Review, issues, and future directions. *The Internet and Higher Education*, 10(3), 157–172. doi:10.1016/j.iheduc.2007.04.001
- Fischer, G., Rohde, M. & Wulf, V. Community-based learning: The core competency of

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

- residential, research-based universities. *Computer Supported Learning* 2, 9–40 (2007).
<https://doi.org/10.1007/s11412-007-9009-1>
- 胡勇.在线协作学习对学习满意度的影响[J].中国电化教育,2013,No.317(06):48-56.
- Garrison D R,Anderson T,& Archer W.Critical inquiry in a text-based environment:Computer conferencing in higher education [J]. *The Internet and Higher Education*,1999,2(2-3):87-105.
- Shea, P. (2006). A study of students' sense of learning community in online environments. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 10(1),35-44. doi:10.24059/olj.v10i1.1774
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2001). Critical thinking and computer conferencing: A model and tool to assess cognitive presence. *American Journal of Distance Education* 15(1) 7-23.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (1999). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87–105.
- Anderson, T. , Rourke, L. , Garrison, D. R. , & Archer, W. (2001). Assessing teaching presence in a computer conferencing context. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5(2), 35-44.
- Kozan, K., & Richardson, J. C. (2014). Interrelationships between and among social, teaching, and cognitive presence. *The Internet and Higher Education*, 21, 68–73.
doi:10.1016/j.iheduc.2013.10.007
- Arbaugh, J. B., Cleveland-Innes, M., Diaz, S. R., Garrison, D. R., Ice, P., Richardson, J. C., & Swan, K. P. (2008). Developing a community of inquiry instrument: Testing a measure of the Community of Inquiry framework using a multi-institutional sample. *The Internet and Higher Education*, 11(3-4), 133–136. doi:10.1016/j.iheduc.2008.06.003
- Heckman, R., & Annabi, H. (2005). A content analytic comparison of learning processes in online and face-to-face case study discussions.*Journal of Computer-Mediated Communication*, 10(2) article 7. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2005.tb00244.x>
- Shea, P., & Bidjerano, T. (2009). Community of inquiry as a theoretical framework to foster “epistemic engagement” and “cognitive presence” in online education. *Computers & Education*, 52(3), 543–553. doi:10.1016/j.compedu.2008.10.007
- Garrison, D. R., Cleveland-Innes, M., & Fung, T. S. (2010). *Exploring causal relationships among teaching, cognitive and social presence: Student perceptions of the community of inquiry framework. The Internet and Higher Education*, 13(1-2), 31–36. doi:10.1016/j.iheduc.2009.10.002
- Archibald, D. (2010). Fostering the development of cognitive presence: Initial findings using the community of inquiry survey instrument. *The Internet and Higher Education*, 13(1-2), 73–74. doi:10.1016/j.iheduc.2009.10.001
- Joo, Y. J., Lim, K. Y., & Kim, E. K. (2011). Online university students' satisfaction and persistence: Examining perceived level of presence, usefulness and ease of use as predictors in a structural model. *Computers & Education*, 57(2), 1654–1664. doi:10.1016/j.compedu.2011.02.008
- Garrison, D. R. (2007). Online community of inquiry review: Social, cognitive and teaching presence issues. Paper presented at the Sloan-C Summer workshop (pp. 61–72), Baltimore, MD.
- Stein, D. S., Wanstreet, C. E., Slagle, P., Trinko, L. A., & Lutz, M. (2013). From “hello” to higher-order thinking: The effect of coaching and feedback on online chats. *The Internet and Higher Education*, 16, 78–84. doi:10.1016/j.iheduc.2012.03.001
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive? *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145–181. doi:10.1207/s15327809jls1202_1
- Rupert Wegerif,魏晓玲,吉喆,钟洪蕊.思维、技术与学习综述(下)[J].远程教育杂志,2009,17(06):36-45.
- 盛群力.旨在培养解决问题的高层次能力——马扎诺认知目标分类学详解[J].开放教育研究,2008(02):10-21.
- 徐晶晶,胡卫平,逯行.在线协同学习的群体动力理论模型、案例设计与实现策略[J].中国电化教育,2022(03):81-89.
- MacLeod, J., Yang, H. H., Zhu, S., & Li, Y. (2018). Understanding students' preferences toward the smart classroom learning environment: Development and validation of an instrument. *Computers & Education*, 122, 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.015>.
- Lin, P. Y., Chang, Y. H., Lin, H. T., & Hong, H. Y. (2017). Fostering college students' creative capacity through computer-supported knowledge building. *Journal of Computers in*

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Education, 4(1), 43–56. <https://doi.org/10.1007/s40692-016-0063-4>.
- Jonassen, D.H. (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, NJ: Merrill
- Stein, D. S., Wanstreet, C. E., Slagle, P., Trinko, L. A., & Lutz, M. (2013). From “hello” to higher-order thinking: The effect of coaching and feedback on online chats. *The Internet and Higher Education*, 16, 78–84. doi:10.1016/j.iheduc.2012.03.001
- Mo, Sukyoung(2021)Effect of social presence and teaching presence on EFL college students’ self-regulation in a real-time online class.*Korean Journal of English Language and Linguistics*,21,795-817.
- Jin, Park Soo (2020) Influence of teaching presence and self-determination on nursing student’s problem solving ability, academic efficacy, critical thinking tendency, and learning flow in online classroom environment.*The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* ,20(24),171-198.
- Costley, J.(2015). The Effects of Three Types of Instructor Posting on Critical Thinking and Social Presence: No Posting, Facilitating Discourse, and Direct Instruction[J/OL]. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 12(2).
<http://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/378>. 网页
- June, Lee Min & MI, Park Yun.(2021).The effect of social presence on self-efficacy, learning flow, and academic achievement in real-time online learning: Case study of college students majoring in airline services.*International Journal of Tourism and Hospitality Research*,35(11),113-128.
- Lim, Jieun & Minhye Lee.(2020).Effects of online learners' presence perception on academic achievement and satisfaction mediated by self-efficacy for self-regulated learning and agentic engagement.*The Korean Journal of Educational Methodology Studies*,32(3),461-485.DOI:10.17927/tkjems.2020.32.3.461
- McLoughlin, D., & Mynard, J. (2009). An analysis of higher order thinking in online discussions. *Innovations in Education and Teaching International*, 46(2), 147–160. doi:10.1080/14703290902843778
- Wicks, D. A., Craft, B. B., Mason, G. N., Gritter, K., & Bolding, K. (2015). An investigation into the community of inquiry of blended classrooms by a Faculty Learning Community. *The Internet and Higher Education*, 25, 53–62. doi:10.1016/j.iheduc.2014.12.001
- Kim, J. (2010). Developing an instrument to measure social presence in distance higher education. *British Journal of Educational Technology*, 42(5), 763–777. doi:10.1111/j.1467-8535.2010.01107.x
- Gunawardena, C. N., & Zittle, F. J. (1997). Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *American Journal of Distance Education*, 11(3), 8–26. doi:10.1080/08923649709526970
- Kim, R., Song, HD. Examining the Influence of Teaching Presence and Task-Technology Fit on Continuance Intention to Use MOOCs. *Asia-Pacific Edu Res* 31, 395–408 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s40299-021-00581-x>
- Palloff, R., & Pratt, K.(2005). *Online Learning Communities Revisited*[A]. *Proceedings of the 21st Annual Conference on Distance Teaching and Learning*[C].
- McNair, D. E. (2015). Palloff, R. M., & Pratt, K. *Lessons From the Virtual Classroom: The Realities of Online Teaching*PalloffR. M.PrattK.Lessons From the Virtual Classroom: The Realities of Online Teaching (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2013; 247 pp.: ISBN 978-1118123737,\$37.63 (pbk). *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 17(2), 264–269. doi:10.1177/1521025115578237
- Choy, J. L. F., & Quek, C. L. (2016). Modelling relationships between students’ academic achievement and community of inquiry in an online learning environment for a blended course. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(4), 106-124.
<https://dx.doi.org/10.14742/ajet.2500>
- Lee, R., Hoe Looi, K., Faulkner, M., & Neale, L. (2020). The moderating influence of environment factors in an extended community of inquiry model of e-learning. *Asia Pacific Journal of Education*, 1–15. doi:10.1080/02188791.2020.1758032
- Fontanillas, T. R., Morlans, M. T. H., & Gregori, G. R. (2018, Nov 12-14). DESIGN THINKING APPLIED TO ONLINE HIGHER EDUCATION: THE CASE OF POSTGRADUATE UOC COURSE "EVALUATION CULTURE". Paper presented at the 11th Annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI), Seville, SPAIN.

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

Redifer, J. L., Bae, C. L., & Zhao, Q. (2021). Self-efficacy and performance feedback: Impacts on cognitive load during creative thinking. *Learning and Instruction*, 71. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000599715600015. doi:10.1016/j.learninstruc.2020.101395

□ Razali, S. N., Shahbodin, F., Hussin, H., & Bakar, N. (2014, Dec 08-11). Factors Affecting the Effective Online Collaborative Learning Environment. Paper presented at the 4th World Congress on Information and Communication Technologies (WICT), Melaka, MALAYSIA.

姜玉莲. 技术丰富课堂环境下高阶思维发展模型建构研究[D]. 东北师范大学, 2017.

MacKenzie, S. B., & Podsakoff, P. M. (2012). Common Method Bias in Marketing: Causes, Mechanisms, and Procedural Remedies. *Journal of Retailing*, 88(4), 542–555. doi:10.1016/j.jretai.2012.08.001

熊红星, 张璟, 叶宝娟, 郑雪, 孙配贞. 共同方法变异的影响及其统计控制途径的模型分析[J]. *心理科学进展*, 2012, 20(05): 757-769.

刘斯漫, 刘柯廷, 李田田, 卢莉. 大学生正念对主观幸福感的影响: 情绪调节及心理弹性的中介作用[J]. *心理科学*, 2015, 38(04): 889-895.

腾艳杨. 社会临场感研究综述[J]. *现代教育技术*, 2013, 23(03): 64-70.

Nasir, M. . (2020). The influence of social presence on students' satisfaction toward online course. *Open Praxis*, 12(4), 485. DOI: 10.5944/openpraxis.12.4.1141

Shen, D., Cho, M.-H., Tsai, C.-L., & Marra, R. (2013). Unpacking online learning experiences: Online learning self-efficacy and learning satisfaction. *The Internet and Higher Education*, 19, 10–17. doi:10.1016/j.iheduc.2013.04.001

Garrison, D. R., & Akyol, Z. (2015). Toward the development of a metacognition construct for communities of inquiry. *The Internet and Higher Education*, 24, 66–71. doi:10.1016/j.iheduc.2014.10.001

Cleveland-Innes M, Campbell P. Emotional presence, learning, and the online learning environment[J]. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 2012, 13(4): 269-292.

在线学习行为分析研究综述

Research Process Review on Online Learning Behavioral Analysis

刘妙韵, 刘勇

北京邮电大学网络教育学院

liuyong001@bupt.edu.cn

【摘要】 在线学习行为分析是近年来在线教育的一个重要研究方向。本研究对中国知网(CNKI)数据库近十年来的在线学习行为分析相关文献进行分析,总结了十年来我国在线学习行为分析文献的出版年份分布、研究类型等内容。同时从在线学习行为数据采集、数据分析方法以及应用研究三个角度梳理了在线学习行为分析研究现状,并在此基础上设计了在线学习行为分析研究框架,以期为研究者了解在线学习行为分析研究现状、发展方向提供参考。

【关键词】 在线学习行为; 在线学习行为分析; 研究框架

Abstract: *Online learning behavior analysis is an important research direction of online education in recent years. This study analyzes the relevant literature of online learning behavior analysis in the past ten years in the CNKI database, and summarizes the publication year distribution and research types of online learning behavior analysis literature in China in the past ten years. At the same time, it combs the current research situation of online learning behavior analysis from three perspectives of online learning behavior data collection, data analysis methods and application, and designs the research framework of online learning behavior analysis on this basis, in order to provide reference for researchers to understand the current research situation and development direction of online learning behavior analysis.*

Keywords: online learning behavior, online learning behavior analysis, research framework

1. 前言

随着 5G、物联网、教育大数据等智能技术构建智慧在线学习环境,参与在线教育用户逐步增多。根据中国互联网信息中心第 50 次《中国互联网络发展状况统计报告》数据显示,从 2015 年 12 月到 2022 年 6 月,在线教育用户规模从 1.10 亿增长到 3.77 亿。伴随着在线教育用户规模的高速增长,也产生了学生参与度低、学习效果差、课程完成率低等问题,这些都严重影响了在线教育教学质量。如何在在线教育环境下,了解学生的学习行为,并通过对其学习行为进行分析和挖掘,从而掌握学生的认知规律、学习模式、学习风格等,并据此有针对性的为学生提供指导和服务,将对进一步提高教学效果,提高在线教学质量具有重要意义。

本研究采用的在线学习行为定义为:

学习者为实现某种学习目标,在计算机或其它数字化设备所建立的、拥有大量教学资源与先进协作机制的学习环境中,开展意义建构、疑难解答和社会化交互行为的总称。(彭文辉、杨宗凯、刘清堂,2013)

在线学习行为分析是对学习者遗留在学习平台或学习系统上的在线学习数据进行挖掘

与分析(江波、高明、陈朝阳, 2018)。截止目前,对在线学习行为分析的研究有很多,也有研究从不同角度对在线学习行为进行综述研究,如彭文辉与曾东薇(2015)从在线学习行为的论文基本情况、研究者情况、研究热点等对我国近十年在线学习行为期刊论文进行分析,梳理了我国在线学习行为的研究倾向和趋势。凌雨婷与曲建华(2021)从在线学习行为分析论文的研究成果产出分布、载文期刊分布、核心研究机构和作者、研究热点、演进脉络方面对在线学习行为分析进行统计和可视化分析。本研究考虑到现有在线学习行为分析的研究中采用的数据采集指标、数据分析方法以及应用目的等都有较大差异,因此希望通过国内文献进行研究,梳理我国在线学习行为分析研究现状,归纳出在线学习行为分析研究框架,以期对在线学习行为分析提供指导与建议。

2. 在线学习行为分析研究进展

2.1. 文献来源及分析

本研究首先在中国知网(CNKI)以“在线学习行为分析”为关键词,发表时间在2013年1月—2023年1月为筛选条件进行第一轮文献检索。之后以“学习行为分析”为关键词,发表时间在2013年1月—2023年1月为筛选条件进行第二轮检索,选取与在线学习行为分析主题相关的研究文献,避免第一轮文献检索范围过小的问题,以免遗漏没有以“在线学习行为分析”为关键词的相关文献。最后剔除无关文献,筛选标准为:研究对象是在线学习行为;数据对象是学习者在线学习产生的行为数据,有学习行为指标项,最终得到有效文献121篇。

2.1.1. 在线学习行为分析文献出版年份

图1展示出了我国在线学习行为分析研究文献从2013年到2023年各年份的出版数量。由图1可知,近些年关于在线学习行为分析的相关研究大致呈上升趋势,尤其在2019年相关研究大幅度增加。疫情为在线教育行业带来新的发展机遇的同时,也对在线教育领域相关研究工作带来一定影响,2019年之后在线学习行为分析研究趋于平稳,显示出平稳均衡的态势。

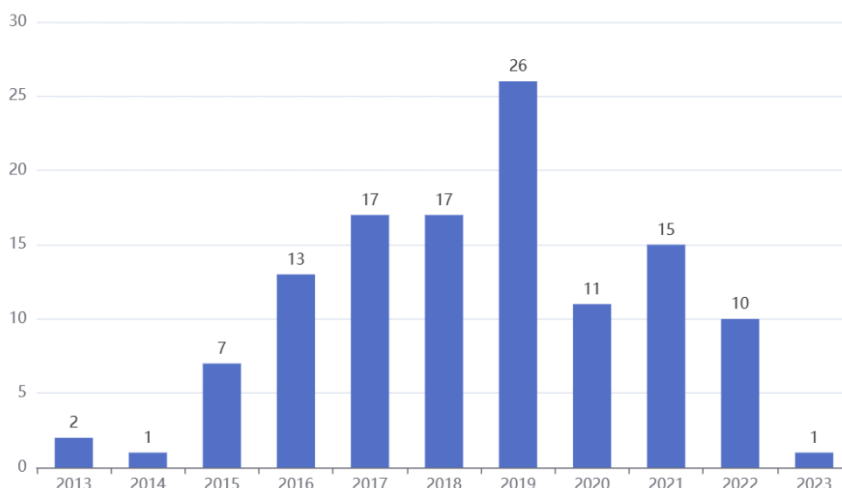


图1 在线学习行为分析文献出版年份分布

2.1.2. 在线学习行为分析文献研究类型

通过对文献分析发现,已有文献可以分为两类:理论与纯技术层面的研究(51篇)和基于数据的实证研究(70篇),在第一类中,理论方面的研究多是给出在线学习行为分析的建议或进行学习行为方面的理论探讨,这一类文献没有涉及学习行为数据的处理,而纯技术层面的研究则是单纯进行技术模型的构建或改进。第二类实证研究主要通过具体案例

或者数理统计方法对在线学习行为分析进行的实证研究。由图 2 可知，目前国内关于在线学习行为分析研究更倾向于通过实际具体案例对在线学习行为进行分析，实证研究较多，而深入的理论性研究较少。

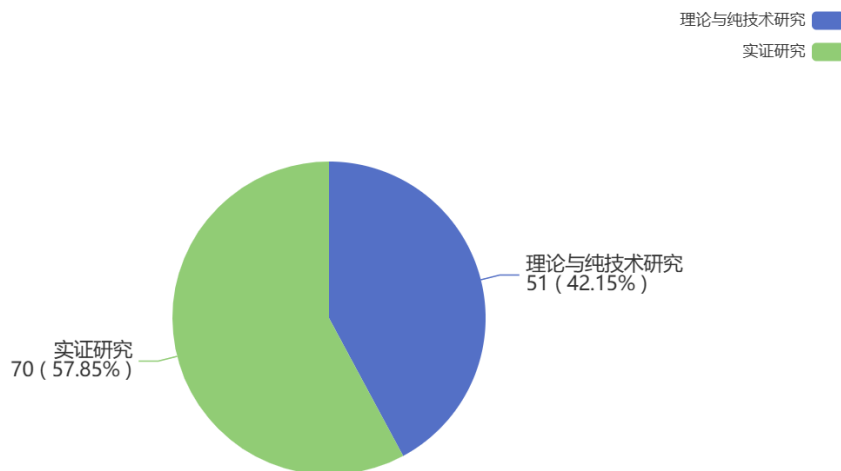


图 2 在线学习行为分析文献研究类型分布

2.2. 在线学习行为分析研究现状

当前关于在线学习行为分析的研究，主要在数据采集、数据分析方法、应用研究三方面

有较大差异，下面分别进行介绍。

2.2.1. 在线学习行为数据采集

通过对学习者在线学习行为进行采集，选择合适的学习行为记录，作为分析在线学习行为的指标项，从而进行在线学习行为分析。研究者根据自己的在线学习行为研究方向和目标对在线学习行为进行维度划分，然后再确定每一维度下的学习行为指标项，进而采集数据。如曾嘉灵等（2018）为探究优秀学习者具有怎样的行为特征以及如何促进学习者达到更好的学习效果，按照学习活动类别将在线学习行为分为任务学习行为、交互学习行为和学习参与三个不同的维度，并提出每个维度下的具体指标项，如视频观看完成度、论坛发帖数量、平均每周学习时长等。吴林静、劳传媛、刘清堂、程云与毛刚（2018）为了分析学习者的在线学习行为模式，根据学习者与网络学习空间三大类基本要素之间的相互关系对在线学习行为进行分类包括独立学习、系统交互、资源交互、社会交互行为，并提出每类行为量化指标包括独立完成作业、撰写学习反思、登录（次数、在线时长、登录时间间隔）、注册、查看系统帮助、资源浏览（次数、时长）、下载或上传资源个数等。牟智佳（2020）为探索基于学习行为数据预测学习结果的可行性，将学习行为划分为平台访问交互行为、学习视频和文本行为、学习互动行为、学习测评行为四个维度，并提出每个维度下学习行为关键记录如单周学习视频访问次数、单个视频的学习次数等。

2.2.2. 在线学习行为数据分析方法

在线学习行为数据分析的方法主要包括两类，一类是统计学的多元分析方法，包括回归分析、主成分分析和因子分析等，另一类是基于数据挖掘技术的分析方法，如分类、聚类、关联规则挖掘等。随着人工智能、大数据、云计算等技术的发展，也有研究者通过人工智能方法对在线学习行为数据进行分析。

研究者多采用多元化数据分析方法分析在线学习行为数据，多种数据分析方法相结合将在学习行为分析研究领域方面发挥更大作用。如裴莺娥、刘赣洪与雷韵涵（2022）通过描述性统计和线性回归算法与探究学习行为与学习效果之间的相关性。林鹏飞、何秀青、

陈甜甜、吴华君与何聚厚(2019)通过线性回归和深度神经网络算法探究学习行为与学习效果相关性并预测学习者的成绩。吴林静等(2018)通过相关分析、分类算法和聚类算法分析学习者在线学习行为,分析在线学习行为与其学习效果之间的关系,分析学习者的不同行为模式。

2.2.3. 在线学习行为分析应用研究

在线学习行为分析应用的相关研究内容主要有以下三类。

第一类是成绩预测研究。通过学习者的在线学习行为记录,对其学习行为进行分析,并预测学习成绩,根据学习者实际情况进行挂科、辍学等风险预警。如黄婕(2022)基于在线学习平台学生学习行为数据,采用支持向量机算法对不同学习行为的学生的学习效果进行预测;黄少年、陈荣元与申立智(2019)基于 KDD-CUP 2015 提供的公开数据集,采用长短时记忆网络模型构建基于学习行为数据的学业警示模型;郝巧龙、魏振钢与林喜军(2016)用线性回归分析构建了 MOOC 成绩预测模型,并用 Clementine 进行实证研究。

学习者成绩预测更多是采用分类与回归算法。采用一种或多种分类算法进行成绩预测,其中采用多种分类算法时,通常通过一些评估指标,如准确率、召回率、精确率等对成绩预测模型性能进行对比,并选取最优的成绩预测模型。回归算法中常用的是线性和逻辑回归,通过发现学习行为指标项与学习成绩之间的依赖关系来预测成绩。

第二类是学习成绩影响因素研究。学习成绩影响因素研究主要研究学习行为与学习成绩的相关性。如吴林静等(2018)认为作业1、作业2与考试成绩存在强相关性,延迟提交作业的数量与考试成绩是负相关,登录次数和回复讨论帖的数量与考试成绩存在显著相关关系,独立学习行为与学习成绩具有更强的相关性,可作为成绩预测和学习干预的核心指标。王雪宇、邹刚与李骁(2017)研究了学习者在线时长、视频观看数、做测试题数、提交测验数等与学习者的最终成绩相关程度远远高于其它行为属性,而回帖数、之前登录次数、之前学习的其它 MOOC 课程数等与学习者最终成绩的相关程度过低。李曼丽、徐舜平与孙梦婕(2015)认为学习者的课程学习动机越强,学习者在课程讨论区和 Wiki 表现越活跃,完成课程的可能性越高。

在研究学习成绩影响因素时,一般通过皮尔逊相关性分析来明确学习行为指标与学习成绩是否存在关系,以及关系强弱大小或通过多元线性回归模型分析,以学习行为指标项为自变量,学习成绩为因变量,衡量自变量与因变量相关度,筛选出影响因变量的主要指标。

第三类是学习行为模式研究。研究主要是对学习者的学习行为进行分析,确定学习者学习风格,再将具有相似学习过程的个体划分至同一群体,最终形成不同的学习群体,明确学习行为模式,为不同学习群体提供个性化的教学支持服务。如吴林静等(2018)通过 K 均值聚类算法将学习群体分为勤奋型学习者、消极型学习者、中规中矩型学习者、三好学生型学习者四类,并针对不同类型的学习者,教师可采取不同的干预策略,实现个性化的教与学。王晓芳与贾宗维(2019)通过 K 均值聚类算法将学习群体分为简单体验者、善于提问者、积极探索者、学霸型四类学习群体,并分析其群体特征。周树功(2020)通过 K 均值聚类算法将学习群体分为低积极性低成绩型学习者、低积极性高成绩型学习者、高积极性低成绩型学习者、高积极性高成绩型学习者四类,并针对不同类型的学习者制订个性化的教学方案。

确定学习者学习行为模式一般通过聚类算法实现,K 均值聚类算法是常用的聚类算法,选取合适的 k 值,基于学习者学习行为,通过聚类算法将具有相似学习行为的学习者划分为具有同一学习风格的群体,并针对每一群体进行个性化的教学服务。

2.2.4. 在线学习行为分析存在问题

通过对在线学习行为文献进行分析, 本文认为目前在线学习行为分析研究尚存在一些问题:

①国内关于在线学习行为分析研究中实证研究较多, 而深入的理论性研究较少, 大部分研究仅是根据数据分析方法得出结论, 没有有效结合教育学、心理学等跨学科交叉融合领域的理论对更深层次的学习行为结果进行分析。

②数据分析方法使用较多的是传统的统计学方法和数据挖掘方法, 基于深度学习的人工智能算法在数据分析上应用不多, 在数据量较大情况下传统数据分析方法不足以解决问题。

3. 在线学习行为分析研究框架与研究建议

3.1. 在线学习行为分析研究框架

综合在线学习行为分析的研究进展, 本研究设计了如图3所示的在线学习行为分析研究框架, 主要包括明确在线学习行为分析研究目标、在线学习行为维度划分、学习行为数据采集、学习行为数据分析、学习行为数据分析结果呈现等几个步骤。

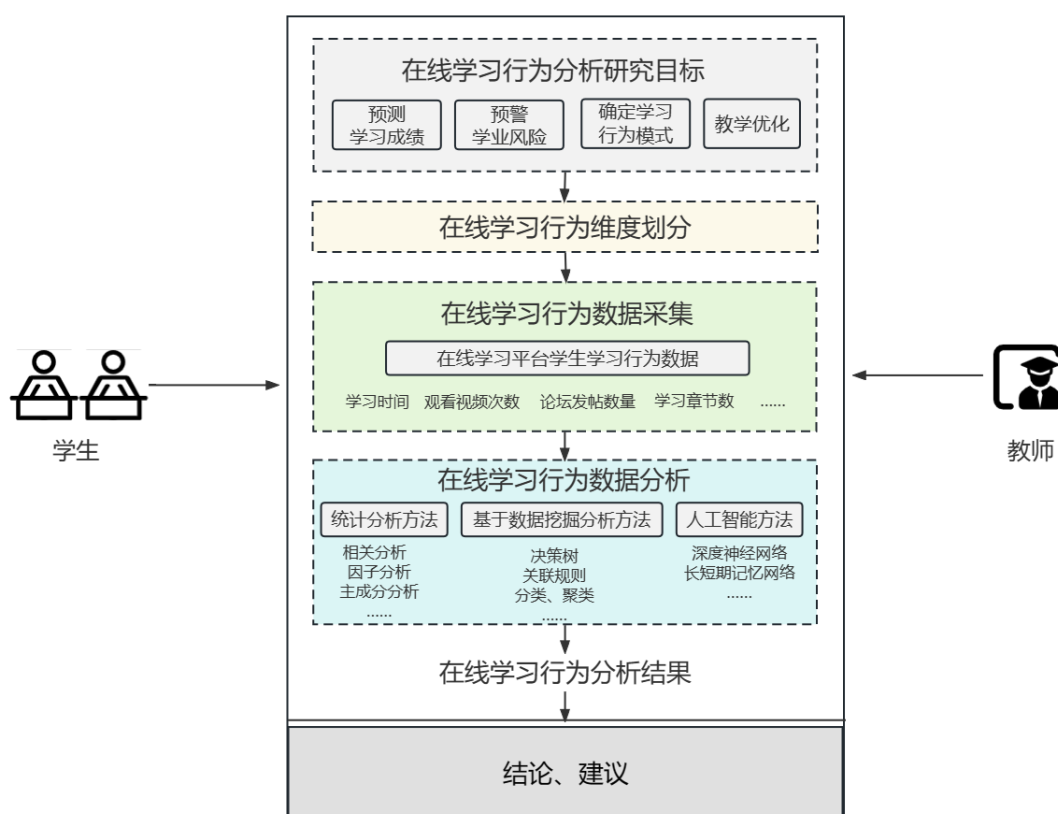


图3 在线学习行为分析研究框架

由图3可知, 在线学习行为分析研究框架主要涉及以下步骤:

步骤一: 研究者对在线学习行为进行分析时, 首先要明确自己的研究方向以及研究目标, 如对成绩进行预测、对学业进行预警、分析学习者学习风格、确定学习行为模式等。

步骤二: 研究者根据自己的在线学习行为研究方向和目标对在线学习行为进行维度划分, 然后再确定每一维度下需要采集数据的学习行为指标项。

步骤三: 数据是对学生学习行为进行分析的基础, 通过在线学习平台对学生行为数据进行采集, 如学习时间、观看视频次数、论坛发帖数量、学习章节数、文本学习时长等;

步骤四: 学习行为分析是在线学习行为分析框架的核心, 通过统计多元分析方法、基

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

于数据挖掘的分析方法以及人工智能技术等对学生学习行为进行分析,得到的学习行为分析结果可以反馈给教师和学生,学习行为分析结果包含预测的学习成绩、不同的学习群体以及群体的学习行为模式等。

步骤五:基于步骤四获得的学习行为分析结果,给出相应结论,提出相关建议。

3.2. 在线学习行为分析研究建议

根据对在线学习行为分析的研究进展,依托在线学习行为分析研究框架,本研究从在线学习行为数据采集、数据分析方法、应用研究三方面提出以下建议。

3.2.1. 在线学习行为数据采集

在线学习行为分析过程中最重要的就是在线学习行为指标项的选择,根据指标项采集数据以开展研究。为了更加清晰、有条理地分析在线学习行为,可以根据研究目标进行维度划分,依据不同维度给出各维度下的指标项,再根据各指标项采集适合的学习行为数据。采集数据时应注意数据来源要丰富、数据规模要合适,规模过小不利于进行准确的学习行为分析。

3.2.2. 在线学习行为数据分析方法

目前国内关于在线学习行为数据分析方法采用的都是如统计学方法、线性回归、支持向量机等传统的分析方法,但在数据量较大的情况下,传统方法不足以解决问题。人工智能技术具备主动学习以及数据分析能力,能够对数据特征进行深度提取,挖掘更高层次的数据信息。因此对在线学习行为数据分析时可以将人工智能等技术与传统分析方法相结合,多元化的数据分析方法有助于在学习行为分析领域发挥更大的作用。

3.2.3. 在线学习行为分析应用研究

在线学习行为分析研究主要集中在学习成绩预测、学生学习行为模式确定以及优化教学效果三方面,因此从以下三方面提出建议。

①加强学习成绩预测研究。在开展成绩预测研究时,应理论与实证相结合,不仅应重视对成绩预测模型的实证研究,同时应增强对成绩预测理论模型的构建研究,并严格进行模型验证。

②明确学习行为模式。研究应通过分析学习者的在线学习行为来确定学习者的学习风格,确定学生群体特征,从而了解学习行为模式,借鉴和结合心理学、教育学等领域理论认识更深层次学生学习行为问题,为不同学习群体提供个性化的教学支持服务。

③优化教学效果。研究可以通过学习者的学习行为帮助教师发现学习者学习的方式以及学习者学习问题所在,以此帮助教师改进教学策略,优化教学方法,提高教学效果。

4. 结语

本研究通过对我国近十年在线学习行为分析相关文献进行研究分析,梳理了在线学习行为分析的研究进展,并在此基础上设计了在线学习行为分析研究框架,梳理了在线学习行为分析的研究步骤,并从在线学习行为数据采集、数据分析方法、应用研究三方面提出相应建议,以期为后续在线学习行为分析研究提供参考和指导。

参考文献

- 王晓芳 & 贾宗维.(2019).基于K-means的MOOC学习行为分析及用户画像研究. 中国教育信息化 (01),43-46. doi:.
- 王雪宇,邹刚 & 李骁.(2017).基于MOOC数据的学习者辍课预测研究. 现代教育技术(06),94-100. doi:.

- 江波,高明 & 陈朝阳.(2018).建构学习行为模式发现与学习效果关系研究——基于虚拟仿真的学习分析. *远程教育杂志*(04),95-103. doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2018.04.012.
- 牟智佳.(2020).MOOCs环境下学习行为群体特征分析与学习结果预测研究. *中国医学教育技术*(01),1-6. doi:10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202001001.
- 李曼丽,徐舜平 & 孙梦嫻.(2015).MOOC学习者课程学习行为分析——以“电路原理”课程为例. *开放教育研究*(02),63-69.doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2015.02.007.
- 吴林静,劳传媛,刘清堂,程云 & 毛刚.(2018).网络学习空间中的在线学习行为分析模型及应用研究. *现代教育技术*(06),46-53. doi:.
- 林鹏飞,何秀青,陈甜甜,吴华君 & 何聚厚.(2019).深度学习视阈下MOOC学习者流失预测及干预研究. *计算机工程与应用*(22),258-264. doi:.
- 郁晓华 & 顾小清.(2013).学习活动流:一个学习分析的行为模型. *远程教育杂志*(04),20-28. doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2013.04.004.
- 周树功.(2020).基于K-means聚类分析算法的大学生在线学习行为分析. *信息与电脑(理论版)*(16),220-222. doi:.
- 宗阳,孙洪涛,张亨国,郑勤华 & 陈丽.(2016).MOOCs学习行为与学习效果的逻辑回归分析. *中国远程教育*(05),14-22+79. doi:10.13541/j.cnki.chinade.20160527.002.
- 郝巧龙,魏振钢 & 林喜军.(2016).MOOC学习行为分析及成绩预测方法研究. *电子技术与软件工程*(07),167-168. doi:.
- 凌雨婷 & 曲建华.(2021).我国在线学习行为分析研究现状与进展——基于 2016-2020 年CSSCI来源期刊文献的分析. *山东师范大学学报(自然科学版)*(03),291-301.
- 黄少年,陈荣元 & 申立智.(2019).基于学习行为分析的学业警示模型研究. *电脑知识与技术*(23),207-208. doi:10.14004/j.cnki.ckt.2019.2631.
- 黄婕.(2022).基于RFG-SVM算法的在线课程学习行为分析. *长沙航空职业技术学院学报*(01),26-30. doi:10.13829/j.cnki.issn.1671-9654.2022.01.007.
- 彭文辉,杨宗凯 & 刘清堂.(2013).网络学习行为系统概念模型构建研究. *中国电化教育*(09),39-46. doi:.
- 彭文辉 & 曾东薇.(2015).近十年我国网络学习行为期刊论文的内容分析研究. *中国远程教育*(01),42-48. doi:10.13541/j.cnki.chinade.2015.01.008.
- 曾嘉灵,欧阳嘉煜,纪九梅,王晓娜,乔博 & 曲茜美.(2018).影响MOOC合格学习者学习效果的行为特征分析. *开放学习研究*(06),1-9.doi:10.19605/j.cnki.kfxxyj.2018.06.001.
- 裴莺娥,刘贛洪 & 雷韵涵.(2022).基于SPOC的在线学习行为与学习效果关系研究. *广州广播电视大学学报*(01),6-12+107. doi:.

国际 STEAM 学习投入的系统性文献综述研究

Systematic literature review of STEAM learning engagement

张慕华 李妍 刘紫依
首都师范大学初等教育学院
zhangmuhua@cnu.edu.cn

【摘要】 学生 STEAM 学习投入是影响 STEAM 拔尖创新人才培养质量的关键。近年来,国际上有关学生 STEAM 学习投入的研究逐渐增多,主要集中在学习投入的测量评价、影响因素分析、教学法探索等方面,初步形成了可供借鉴的成果。研究采用系统性文献综述的方法,对国际上近 5 年的实证研究论文进行深入分析,提供了从 STEAM 学习投入测量评价到影响因素挖掘,再到教学法推荐和学习环境创设的系统性指导框架,能够为我国 STEAM 教育相关学术研究和教学实践开展提供有益启示。

【关键词】 STEAM 教育; 学习投入; 影响因素; 测量方法; 实证研究

Abstract: Students' STEAM learning engagement is the key to influence the quality of training STEAM top innovative talents. In recent years, the international research on students' STEAM learning engagement has gradually increased, mainly focusing on the measurement and evaluation of learning engagement, analysis of influencing factors, and exploration of teaching methods, and has initially formed results for reference. The research adopts the method of systematic literature review and provide a systematic guidance framework involving the measurement and evaluation of STEAM learning, the key influencing factors, and the recommendation of teaching methods and the creation of learning environment after in-depth analysis of empirical research papers in the past five years in the world. The above research findings can provide useful enlightenment for the development of academic research and teaching practice related to STEAM education in China.

Keywords: STEAM education; Learning engagement; Influencing factors; Measurement method; Empirical research

1. 研究背景

STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) 是一种正在发展中的教育模式,该模式打破了传统的分科教学的理念,致力于将科学、技术、工程、艺术和数学等传统学科构建成一个综合性的框架,并通过该框架来规划综合课程(Yakman, 2008)。STEAM 教育立足于实际问题,鼓励学生通过协作和实践完成项目、解决问题,有助于培养学生的综合素养和问题解决能力,形成具有创新能力的优秀人力资源(赵慧臣和陆晓婷, 2016)。学习投入是影响学生学习成功的关键因素(Xie et al., 2020),包含行为、认知、情感三个维度(Fredricks et al., 2004)。学生 STEAM 学习投入对其批判性思维能力(Sha et al., 2021)、全球意识(Sadan & K-K, 2020),及其在学习活动中的创造性表现(Chen et al., 2022)均具有重要影响。

由于 STEAM 情境的多样性,当前研究对 STEAM 投入的界定和测量并未达成一致,从而导致影响 STEAM 学习投入的因素错综复杂。为全面呈现国际学术领域对不同 STEAM 情境中学习投入的界定和测量方法,厘清 STEAM 学习投入的影响因素,探寻促进学生 STEAM 学习投入的有效策略,研究采用系统性文献综述的方法,深入梳理国际 STEAM 学习投入的实证研究成果,以期为国内 STEAM 学习投入的研究和实践工作提供系统性指导框架。

2. 研究设计

2.1 研究方法

本研究采用系统性文献综述法开展研究。系统性文献综述法是一种明确、系统的文献综述方法，通过可复制的检索技术和检索策略对相关文献进行检索、评估，然后根据研究问题或预先制定的标准进行文献筛选与甄别，进而精准掌握该研究主题的研究现状与发展趋势，以解决特定的研究问题(Rudnicka & Owen,2012)。系统性文献综述法的优势在于严谨、透明，包括清晰的研究问题、全面的检索策略、明确的文献标准、高质量的评估方法、综合的数据分析以及可靠的研究结果，能够有效克服传统研究方法的主观性、偏见性等问题(Sutherland, 2004)。

2.2 研究问题

为系统梳理和呈现国际 STEAM 学习投入实证研究的成果，本研究确定了如下研究问题：（1）STEAM 学习投入实证研究总体呈现哪些特征（研究地区、研究对象、研究场景、研究方法等）？（2）STEAM 学习投入的概念框架和测量方法有哪些？（3）STEAM 学习投入的影响因素及提升策略有哪些？

2.3 样本获取

2.3.1 文献检索策略

为有效获取国外近五年 STEAM 与学习投入的实证研究文献，本研究在 Web of Science 文献数据库中，以“STEAM/STEM and Student Engagement” “STEAM/STEM and Learning Engagement” “STEAM/STEM and Academic Engagement” “STEAM/STEM and School Engagement” (Indriasari et al.,2020)为关键词进行标题进行精确检索，文献时间限定为 2018 年 1 月 1 日-2022 年 12 月 31 日，共获得 3503 篇文献。需要说明的是，在英文表达中尽管也有“Involvement” “Participant”等术语，但是国外研究者更多地采用“Engagement”来描述学生的学习投入(Henrie et al.,2015)。因此，本研究在检索 STEAM 与学习投入实证研究论文时将关键词界定为“Engagement”。

2.3.2 文献筛选标准

为保证文献分析结果的准确性和可靠性，精准呈现国外 STEAM 与学习投入实证研究情况，基于研究问题，本研究针对初步检索到的 1992 篇文献制定了如表 1 所示的文献纳入/排除标准(Indriasari et al.,2020)。其中 1-6 条为系统性文献综述法为了保证研究样本的准确性与权威性而普遍采用的筛选标准；第 7 条为限定文章发表来源为国际 SSCI 来源期刊，确保文章质量；第 8 条是为了筛选实验类实证研究，剔除部分采用大规模问卷调查，但是缺乏研究问题、严谨的实验过程以及清晰的研究方法的文献；第 9 条旨在将文献的研究主题聚焦于 STEAM 与学习投入的影响因素、测量方法等方面，剔除将 STEAM 与学习投入作为单一变量或非研究重点的研究文献。

表 1 文献纳入/排除标准

纳入标准	排除标准
1 英文论文	非英文论文
2 实证研究	非实证研究
3 全文可获取	全文不可获取
4 文章是期刊论文	书稿、会议论文、报告等
5 文章至少包含三页	少于三页的海报、段论文或简介等
6 文章标题只出现一次	重复性标题
7 发表期刊为国际 SSCI 来源期刊	非国际 SSCI 来源期刊
8 研究包括明确的研究问题、方法及结论	研究没有呈现明确的研究问题、方法或结论
9 研究主题聚焦 STEAM 与学习投入	研究主题非 STEAM 与学习投入

2.3.3 文献筛选过程

本研究遵循系统性文献综述及元分析方法 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA) 的研究思路进行文献综述。该方法是国际上常用的系统性综述方法, 包含 27 项指标 (如标题、摘要、方法、结果、讨论等) 和 4 个阶段 (Liberati et al., 2009)。需清楚地呈现文献识别、筛选、纳入或排除的过程及原因, 以提升系统性文献综述和元分析报告的准确性。基于该研究思路, 本研究最终获得符合条件的论文 46 篇, 都属于 SSCI 索引文献。PRISMA 流程图如图 1 所示。针对筛选后的 46 篇文献, 研究从作者、年份、国家、期刊、研究主题、概念框架、指标体系、研究对象、研究方法、测量方法、测量工具、影响因素、研究结论等维度对其进行编码分析。

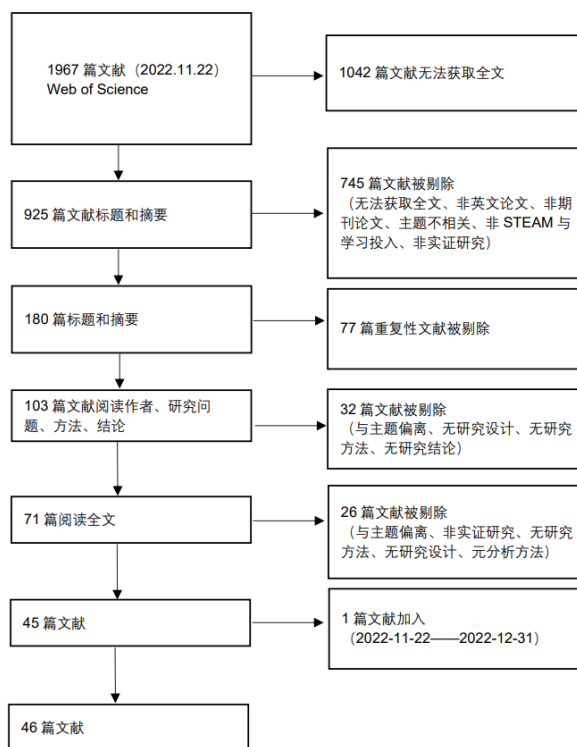


图 2 PRISMA 流程图

研究主题非 STEAM 与学习投入的文章将被剔除。只在结论简短地提到学习投入但未在文中写清研究设计和研究方法的文章将被剔除。由于采用元分析方法的论文无法计算样本数量, 元分析研究也在多次筛选后被剔除。本文的第一次论文检索于 2022 年 11 月 22 日进行, 第二次论文检索于 2022 年 12 月 31 日进行。第二次检索到 35 篇文章, 以第一次的流程进行第二次文献筛选后, 有一篇相关文献被纳入。

3. 基于文献计量分析的学习投入实证研究现状

实证研究是由“真实问题—方法运用—数据分析—结论诠释”构成的统一体 (刘选, 2017), 是教育走向科学的必要途径 (袁振国, 2017)。本研究聚焦国外学习投入的实证研究, 重点关注学习投入实证研究的设计、场景、方法等。以下将按照文献发表、作者分布、研究设计以及研究方法等来具体分析国外学习投入实证研究的基本特点。

3.1 文献发表

从发表时间来看, 当前国外 STEAM 与学习投入实证研究整体上呈现逐年递增的趋势, 表明 STEAM 与学习投入持续且正在以上升的趋势受到关注。从发表的期刊分布来看, 46 篇文章发表在 23 种不同的期刊上。发表数量排前三的分别是《国际 STEM 教育杂志》 (INTERNATIONAL JOURNAL OF STEM EDUCATION)、《生命科学教育》 (CBE-LIFE SCIENCES EDUCATION)、《心理学前沿》 (FRONTIERS IN PSYCHOLOGY)。

3.2 作者分布特征

为展现国外 STEAM 与学习投入实证研究的作者分布情况, 研究以第一作者为分析单位, 对 46 篇样本文献进行分析, 发现作者总共来自 13 个国家, 其区域分布分别是北美洲 (n=26, 56.6%)、欧洲 (n=10, 21.7%)、亚洲 (n=7, 15.2%)、大洋洲 (n=3, 6.5%)。从发文作者数量来看, 美国作者共 25 位, 占总作者数的 54.3%, 说明美国学者是 STEAM 与学习投入实证研究的主要群体。

3.3 研究设计特征

为进一步分析 STEAM 与学习投入的研究情境与实验设计,本研究对样本文献的研究对象和样本数量指标进行了系统分析。

从研究对象的类别来看,国外近五年 STEAM 与学习投入实证研究中,以大学生为研究对象的占 41.3% (n=19),以中学生为研究对象的占 34.8% (n=16),以小学生和中学生为研究对象的占 13.0% (n=6),以小学生为研究对象的占 4.3% (n=2),其他(学前儿童)占 6.5% (n=3)。可见,国外 STEAM 与学习投入实证研究的对象主要是大学生和中学生,对小学生及学前儿童的关注相对较少。这可能是由于面向其开展实验研究时,需要征得教师和父母的同意,这为实证研究的开展增大了难度。

从样本数量来看,国外近五年 STEAM 学习投入实证研究中,54.3% (n=25) 的研究样本数量为 200 人以上,21.7% (n=10) 的研究样本数量为 40 人以下,其他研究的样本数量分布相对平均,其中一篇文献样本量未明确。这说明国外 STEAM 与学习投入实证研究有大量研究样本量超过 200 人,这类研究基本是面向大规模学生群体采取的追踪调查研究。还有一部分样本量主要控制在一个班级,方便研究的设计与实施和相关变量的控制。

3.3 研究场景特征

对检索到的文献进行分析后,本研究将 STEAM 学习投入的研究场景划分为正式研究场景与非正式研究场景。正式研究场景是研究者在 STEAM 课堂中进行研究,非正式研究场景是没有在 STEAM 课堂中进行的研究,比如课后项目、夏令营等。在 46 篇实证研究中,有 25 篇 (54.3%) 在正式研究场景中进行,21 篇 (45.7%) 在非正式研究场景中进行。在非正式研究场景中,有 9 篇 (42.9%) 在课后 STEAM 项目中进行,其余的非正式研究场景还包括夏令营、博物馆、实验室、课后机构等。

3.4 研究方法特征

为更好地借鉴国外学习投入的实证研究范式,本研究将实证研究方法划分为实验设计、准实验设计及非实验设计三类。实验设计是指控制实验条件和安排实验程序的研究,其目的在于分析实验条件和实验结果之间的关系,一般采用随机分组;准实验设计是指既不能直接操纵自变量又不能对研究中的额外变量进行严格控制的研究,不采用随机分组,而是进行多组别的分类和测量,如设置对照组和控制组等。其他属于非实验设计。对 46 篇实证研究文献的研究范式和数据分析方法进行分析后发现,有 18 篇文章采用了实验设计(39.1%),9 篇文章采用了准实验设计(19.6%),19 篇文章属于非实验设计(41.3%)。从数据分析方法来看,实验设计大多采用定量研究(n=11,61.1%),准实验设计则以定量研究(n=9,100%)为主,非实验设计主要采用定量研究 (n=13, 68.4%)。

4. 国外 STEAM 学习投入实证研究相关分析

4.1 STEAM 学习投入的概念框架和测量方法

STEAM 学习投入的概念是复杂多元的,研究者们大多根据其研究情境进行定义。总体而言,研究者们对 STEAM 投入的界定主要集中在集体投入与个人投入两个层面。46 篇相关文献中,集体投入 24 篇 (52.2%),个人投入 22 篇 (47.5%)。集体投入层面,行为投入维度的关注度最高 (n=11, 45.8%),认知 (n=8, 33.3%) 和情感投入维度 (n=7, 29.2%) 的关注度次之,社会投入维度的关注度最低 (n=2, 8.3%)。个人层面,认知投入维度的关注度最高 (n=10, 45.5%),其次是情感 (n=6, 27.3%) 和行为投入维度 (n=5, 22.7%)。集体层面和个人层面学习投入关注点的差异一方面源自研究情境的差异,另一方面可能与学习投入不同维度的测量方式不同有关。

传统的学习投入测量方式主要包括自我报告量表、在线观察、视频编码、教师评分和话语分析等(Henrie et al.,2015)。通过系统分析 46 篇文献发现(见表 2):首先,自我报告法

(54.3%) 的应用最为广泛，其中比较经典的测量量表包括：①全美大学生学习投入调查 (National Survey of Student Engagement, NSSE)；②包含行为和情感投入的REEVE 量表；③S-STEAM 量表。其次是文本分析 (21.7%)，主要是对访谈内容、问卷内容等依据特定标准进行编码分析。此外，有部分研究使用平台数据 (10.9%) 和视频编码 (8.7%) 的方式评价学生的学习投入 (Chase et al., 2019)。随着可穿戴设备在教育领域的逐渐普及，生理测量 (2.2%) 作为非传统测量方式也逐渐得到应用 (Colegraved et al., 2020)。

表 2 STEAM 学习投入的测量方法

测量方法	频率	百分比
自我报告法	25	54.3%
文本分析	10	21.7%
平台数据	5	10.9%
视频编码	4	8.7%
观察评价	2	4.3%
生理测量法	1	2.2%

4.2 STEAM 学习投入的影响因素

教师的专业素养是影响学生 STEAM 学习投入的重要因素。作为社会支持的重要构成要素，教师的支持策略会影响学生的 STEAM 学习投入，包含提供挑战、鼓励自主、及时反馈、激励认可和创设情境五个方面 (沙景荣等, 2020)。研究表明，在 STEAM 教学中，教师为学生提供具有挑战性的问题与脚手架，有助于促进学生的学习投入 (De Loof et al, 2019); Michalsky et al, 2021); Weng et al, 2021)。教师鼓励学生自主选择学习方式、任务和资源时，有助于学生体验到自主性 (Stroe et al, 2013)，教师提供的自主支持越多，学生表现出的投入行为就越多 (De Loof et al., 2019)。教师在学习过程中为学生提供有效的反馈评价，特别是建设性反馈时，有助于提升学生学习投入 (Chase et al., 2019)。教师如果持有一种成长型心态，对学生的努力和进步给予肯定与表扬，有助于学生学习投入 (Muenks et al., 2020)。教师能为学生设计有利于互动交流的物理环境，给学生提供具身学习体验，有助于激发学生的学习兴趣、促进投入 (Barlow et al, 2020; Hernandez et al, 2021; Hatin et al, 2020)。

教学方法是影响学生 STEAM 学习投入的关键。iSTEM 方法被证明是一种促进学生学习投入的有效方法 (Struyf et al., 2019)。与传统的分离的 STEM 不同，iSTEM 需要应用各种 STEM 学科的知识 and 实践来解决复杂的跨学科问题 (Nadelson & Seifert, 2017)。翻转课堂方法也会对学生投入度产生影响。Davenport 等 (2020) 的一项关于通过 K-12 翻转学习方法促进学生投入的系统综述的研究结果显示，使用翻转课堂方法至少会影响积极投入的一个方面。

环境是影响学生 STEAM 学习投入的重要因素。提供来自真实世界的 STEAM 学习项目有助于促进学生 STEAM 兴趣和投入，例如多伦多大学研究生学员创建的高中教育项目 Discovery (Davenport Huyer et al., 2020)、“学习花园中的科学” (SciLG) 的项目 (Williams et al., 2018)，SCA (科学、相机和行动) 的课后计划项目 (Trott & Weinberg, 2020) 等。这些以本土知识为载体的项目提高了学生对 STEM 学习的投入度，真实的学习体验使学生更好地保留了知识 (Morris et al., 2019)。此外，使用技术营造包容、无歧视、有归属感的环境会影响学生 STEAM 学习投入。例如，在远程 STEAM 教学中使用虚拟设计工作室 (VDS) (Jones et al., 2020)，基于具身认知理论设计的 ELASTIC3S 多功能平台 (Lindgren et al., 2019)，基于学习科学的原则设计的 Parkopolis 游戏活动等 (Bustamante et al., 2020)。

传统的性别角色信念、自我效能感、归属感、内在动机等是影响女性 STEAM 学习投入的关键因素。传统的性别角色信念是对男性和女性适当的角色、行为和责任的态度和期望 (Eagly, 1987)。那些强烈赞同男性和女性角色刻板观点的学生，在 STEM 自我效能感、兴趣和 STEM 职业抱负方面表现出更明显的性别差异 (Randolph, 2022)。研究表明，自我效能感和归属感的缺失会导致女性考虑退出 STEM 职业 (Clark et al., 2021)。此外，内在动机作为

影响 STEM 兴趣增加的主要个人特征(Stupurien et al.,2021), 在影响女性 STEM 投入中也发挥着作用。

4.3 STEAM 学习投入提升策略

作为社会支持的重要构成要素, 教师支持是影响学生 STEAM 学习投入的关键因素。教师要能够提供具有挑战性的任务与脚手架, 鼓励学生自主选择学习方式、任务和资源, 及时为学生提供有效的反馈评价, 积极创设有助于学生投入的物理环境、学习情境和课堂氛围, 以成长型心态认可并激励学生在 STEAM 活动中的努力和进步。同时, 教学方法的采用会显著影响学生的学习投入。iSTEM 方法、游戏化学习, 以及翻转课堂方法被证明能过显著提升学生 STEAM 学习投入。此外, 传统的性别角色信念、自我效能感、归属感、内在动机等是影响女性 STEAM 学习投入的关键因素。为女性营造公平、包容的 STEAM 学习环境, 提供由女性领导的 STEM 项目学习机会, 增加其 STEAM 学习体验, 提升其自我效能感与归属感均有利于促进女性 STEAM 学习投入。转变女性在 STEAM 中的传统性别观念, 则需要社会、学校、家庭及学生本身各方面的努力。

5. 研究结论及启示

当前国际 STEAM 学习投入的系统性文献综述研究发现: 在学习投入的测量方法方面, 除了自我报告、基于文本或视频的内容分析、课堂观察等传统评价方法外, 基于日志数据的学习分析及生理测量成为新兴的测量方法。在影响因素方面, 教师专业素养、教学法、学习环境是影响学生学习投入的重要外在因素; 传统的性别角色信念、归属感等是影响学生, 特别是女性学习投入的主要内在因素。在教学法推荐方面, iSTEM 方法、以本土知识为载体的教学法、与文化相关的教学法, 以及基于场所的、参与式的、聚焦行动的教学法均被证实有助于促进学生学习投入。基于上述研究发现, 研究提出如下几点启示。

政企合作、家校协同为学生提供多样的非正式 STEAM 学习体验, 促进学生 STEAM 学习投入。学校可以通过与相关企业合作给学生提供非正式 STEAM 学习项目, 提高学生 STEAM 学习经历。家庭和学校携手为学生营造包容、无歧视、有归属感的 STEAM 学习环境, 支持和鼓励女性参与 STEAM 项目, 提升其自我效能感与归属感, 促进女性在 STEAM 中的传统性别观念的转变。

重视 STEAM 教师专业素养培训, 促进学生 STEAM 学习投入。相比传统学科教学, STEAM 教学对教师在环境创设、教学方法选择、教学活动设计、评价反馈, 以及应该持有的教学心态和信念等方面都提出了更高的要求。教师可以通过参加 STEAM 在线培训、与其他教师构建网络学习共同体、与专家合作等方式提升自身专业素养, 为学生提供有力的社会支持, 从而提升学生 STEAM 学习投入。

加强各类新兴技术在 STEAM 学习活动中的使用, 促进学生 STEAM 学习投入。各类辅助工具、交互平台、游戏、社交网络等技术元素的引入能够显著提升学生 STEAM 学习投入。线上线下结合的 STEAM 学习活动的开展方式将成为未来的主要方式, 也将是教育数字化转型升级大背景下 STEAM 教育发展的必然趋势。

*本文受首都师范大学 2023 年度本科教学建设与综合改革项目“小学科学虚拟现实课程资源设计与开发”资助。

6. 参考文献

- 刘选(2017).实证研究怎么做:让研究者困惑的地方——来自华东师大第二届全国教育实证研究论坛的启示[J].现代远程教育研究,(3):18-25.
- 沙景荣,看召草,李伟(2020).混合式教学中教师支持策略对大学生学习投入水平改善的实证研究[J].中国电化教育,(08):127-133.
- 袁振国(2017).实证研究是教育学走向科学的必要途径[J].华东师范大学学报(教育科学)

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- 版),35(3):4-17,168.
- 赵慧臣,陆晓婷(2016).开展 STEAM 教育,提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授[J].*开放教育研究*,22(05):4-10.
- Barlow, A., & Brown, S. (2020). Correlations between modes of student cognitive engagement and instructional practices in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 7(1).
- Brush, T., & Saye, J. (2000). Implementation and evaluation of a student-centered learning unit: A case study. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 79–100.
- Bustamante, A. S., Schlesinger, M., Begolli, K. N., Golinkoff, R. M., Shahidi, N., Zonji, S., Riesen, C., Evans, N., & Hirsh-Pasek, K. (2020). More than just a game: Transforming social interaction and STEM play with Parkopolis. *Developmental Psychology*, 56(6), 1041–1056.
- Chen, Q., Ye, J.-H.*, & Lee, Y.-S. (2022). The effects of art design courses in higher vocational colleges based on C-STEAM. *Frontiers in Psychology*, 13, 995113. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2022.995113>
- Clark, S.L., Dyar, C., Inman, E.M.et al.(2021).Women’s career confidence in a fixed, sexist STEM environment. *IJ STEM Ed*8, 56 .
- Davenport Huyer, L., Callaghan, N. I., Dicks, S., Scherer, E., Shukalyuk, A. I., Jou, M., & Kilkenny, D. M. (2020). Enhancing senior high school student engagement and academic performance using an inclusive and scalable inquiry-based program. *NPJ Sci Learn*, 5(1), 17.
- De Loof, H., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Teachers’ Motivating Style and Students’ Motivation and Engagement in STEM: the Relationship Between Three Key Educational Concepts. *Research in Science Education*, 51(S1), 109-127.
- Eagly, A. H. (1987). *Sex differences in social behavior: a social-role interpretation*. Erlbaum.
- Fredricks, M., Blumenfeld, P., & Paris, A. (2004). School Enrichment: Potential of the Concept State of the Evidence. *Review of Educational Research* 74(1):59-109.
- Hatin, B. D. M. (2020). Introducing students to neural communication: an embodied-learning classroom demonstration. *NPJ Sci Learn*, 5(1), 18.
- Henrie, C., Halverson, L., & Graham, C. (2015). Measuring Student Engagement in Technology-Mediated Learning: A review[J]. *Computers & Education*, 90(10):36-53.
- Hernandez, D., Jacomino, G., Swamy, U., Donis, K., & Eddy, S. L. (2021). Measuring supports from learning assistants that promote engagement in active learning: evaluating a novel social support instrument. *International Journal of STEM Education*, 8(1).
- Indriasari, T., Luxton-Reilly, A., & Denny, P. (2020). Gamification of Student Peer Review in Education: A Systematic Literature Review[J]. *Education and Information Technologies*, (3):1-30.
- Jones, D., Lotz, N., & Holden, G. (2020). A longitudinal study of virtual design studio (VDS) use in STEM distance design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(4), 839-865.
- Liberati, A., Altman, D., & Tetzlaff, J. et al. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Healthcare Interventions: Explanation and Elaboration[J]. *Journal of Clinical Epidemiology*, (10):1-34.
- Lindgren, R; Morpew, J; Kang, JN; Junokas, M.(2019).An Embodied Cyberlearning IPlatform for Gestural Interaction with Cross-Cutting Science Concepts. *MIND, BRAIN, AND EDUCATION*,13(1).
- Michalsky, T., & Cohen, A. (2021). Prompting Socially Shared Regulation of Learning and

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Creativity in Solving STEM Problems. *Front Psychol*, 12, 722535.
- Morris, J., Slater, E., Fitzgerald, M. T., Lummis, G. W., & van Etten, E. (2019). Using Local Rural Knowledge to Enhance STEM Learning for Gifted and Talented Students in Australia. *Research in Science Education*, 51(S1), 61-79.
- Muenks, K., Canning, E. A., LaCosse, J., Green, D. J., Zirkel, S., Garcia, J. A., & Murphy, M. C. (2020). Does my professor think my ability can change? Students' perceptions of their STEM professors' mindset beliefs predict their psychological vulnerability, engagement, and performance in class. *J Exp Psychol Gen*, 149(11), 2119-2144.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221–223.
- O'Connell, K. B., Keys, B. & Storksdieck, M. (2017). Taking stock of oregon STEM hubs: accomplishments and challenges. Corvallis: Oregon State University <https://ir.library.oregonstate.edu/concern/articles/hq37vt23t> .
- Randolph C. H. Chan.(2022).A social cognitive perspective on gender disparities in self-efficacy, interest, and aspirations in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): the influence of cultural and gender norms. *International Journal of STEM Education*,9:37.
- Rudnicka, A., & Owen, C. (2012). An Introduction to Systematic Reviews and Meta-Analyses in Health Care[J]. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 32(3):174-183.
- Sadan, K-K. (2020). Person-centered analysis of factors related to STEM students' global awareness. *International Journal of STEM Education*,7(40):1-14.
- Sha, J., Shu, H. , & Kan, Z. . (2021). Analysis of critical thinking path of college students under steam course. *Frontiers in psychology*, 12, 723185.
- Stroet, K., Opdenakker, M. C., & Minnaert, A. (2013). Effects of need supportive teaching on early adolescents' motivation and engagement: A review of the literature. *Educational Research Review*, 9, 65–87.
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407.
- Stupurienė, G.; Juškevičienė, A.; Jevsikova, T.; Dagienė, V .; Meškauskienė, (2021).A. Girls' summer school for physical computing: Methodology and acceptance issues. *Lect. Notes Comput. Sci.* 13057, 95–108.
- Sutherland, S. (2004). An Introduction to Systematic Reviews[J]. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 4(1): 47-51.
- Trott, C.D.; Weinberg, A.E.(2020). Science Education for Sustainability: Strengthening Children's Science Engagement through Climate Change Learning and Action.*Sustainability*,12, 6400.
- Weng, X., Chiu, T. K. F., & Jong, M. S. Y. (2021). Applying Relatedness to Explain Learning Outcomes of STEM Maker Activities. *Front Psychol*, 12, 800569.
- Williams, D. R., Brule, H., Kelley, S. S., & Skinner, E. A. (2018). Science in the Learning Gardens (SciLG): a study of students' motivation, achievement, and science identity in low-income middle schools. *Int J STEM Educ*, 5(1), 8.
- Xie,K. Vongkoltiksn,V.Y.,&Lu,L.et al.(2020).A Person-Centered Approach to Examining High-School Students' Motivatiron, Engagement and Academio Performance[J].*Contemporary Educational Psychology*,62(5):1-13.
- Yakman, G. (2008). STEAM education: an overview of creating a model of integrative

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

education.ResearchGate, 2018-09-01, 2021-07-20. Available online at:<https://www.researchgate.net/publication/327351326>

面向计算思维素养培养的跨学科融合教学分析

——以信息技术与学科融合教学中正向人际关系图谱分析为例

Analysis of Interdisciplinary Integrated Teaching for the Cultivation of

Computational Thinking Literacy

——Take the Positive Interpersonal Relationship Map Analysis In the

Integrated Teaching of Information Technology and Other Subjects As An

Example

蔡荣啸^{1*}, 高佳平², 张龙梅³

¹山东省青岛第九中学

²华东师范大学

³西南大学

* cairongxiao@126.com

【摘要】随着2022年义务教育阶段新课标的发布,跨学科融合教学作为必要手段更引起学界及一线工作者的重视。为探究跨学科融合学习在正向人际关系中的作用,本研究追踪200位高中一年级学生,以信息技术与学科融合教学为例,通过前测与后测对学生的正向人际关系的图谱进行分析,结合个别访谈发现,跨学科融合学习更容易使得学生形成比较紧密的群体学习共同体,而且这个共同体并不是集中式的,更倾向于形成分布式共同体;与此同时,在该学习共同体中,学生的个体的自我效能感得到更大程度的发挥,为培养学生综合素养能力,尤其是信息技术课程中的计算思维能力提供有效教学参考。

【关键词】 学科融合; 计算思维; 正向人际关系; 知识图谱;

Abstract: With the release of the new curriculum standards for the compulsory education stage in 2022, interdisciplinary integrated teaching as a necessary means has attracted more attention from academics and front-line workers. In order to explore the role of interdisciplinary integrated learning in positive interpersonal relationships, this study tracked 200 first-year high school students, taking information technology and subject integration teaching as an example, analyzing the map of students' positive interpersonal relationships through pre-test and post-test, and combined with individual interviews, it was found that interdisciplinary integrated learning is easier for students to form a relatively close group learning community, and this community is not centralized, but more inclined to form a distributed community. At the same time, in this learning community, students' individual self-efficacy is brought into greater play, which provides an effective teaching reference for cultivating students' comprehensive literacy ability, especially computational thinking ability in information technology courses.

Keywords: Integration of disciplines, Computational thinking, Positive interpersonal relationships, Knowledge map

1. 前言

2021年,国务院学位委员会、教育部新设置了“交叉学科”门类(中华人民共和国教育部,2023),设置的目的在于促进交叉学科及科技创新的发展(顾秀丽,黄颖,孙蓓蓓等,2020),第二年,教育部颁布了义务教育阶段《课程方案》(中华人民共和国教育部,2022),方案明确指出:“开展跨学科主题教学,强化课程协同育人功能”,在《信息技术课程标准》(中华人民共和国教育部,2022)中明确设置四个跨学科主题,并将计算思维作为信息技术的核心素养之一。

信息技术与学科融合实践过程中,多以信息技术手段辅助教学为研究对象(周佳伟,王祖浩,2021),却忽视了信息技术也是一门科学,也有自己的知识体系和核心素养培养要求,而且相较其他理科核心素养,计算思维几乎可以囊括所有理科核心素养范围。因此,将计算思维作为跨学科融合教学的培养目标,更有助于跨学科融合教学的贯通式开展。

跨学科融合教学的逻辑起点是培养学生的综合素质(车紫辉,李爱华,2021),这不仅仅是教育价值取向所决定的,更是学生自我发展的内在需求。然而,学生的自我发展内在需求不仅仅是指向学生个体,更指向学生在群体中的价值性。因此,通过衡量正向人际关系可以很好地评判课程教学对学生人际关系正向影响。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

为验证基于信息技术与学科教学课程内容融合,在培养学生计算思维过程中学生的正向人际关系,本研究从高一级部选取4个平行班进行研究,每个班级人数均为50人,通过实施互动数据分析与访谈的方法对这200名学生分别进行前测与后测。

因为交流状况和关系评价对学业成就均存在正向影响(张凌,2016),所以,在前测与后测过程中,实验数据将主要围绕课堂互动评价过程中学生点赞数据的知识图谱进行分析,并针对知识图谱所呈现的规律进行个别学生访谈。这些数据是本研究的主要来源。

2.2. 方法介绍

由于数据来源主要来于学生点赞数据和个别学生访谈,因此,在学生自主学习过程中,仍然沿用小组合作学习形式,并在合作完成小项目任务过程中,所有学生可以根据作品展示情况,对全班作品进行点赞。

数据的前测指的是在进行信息技术与学科融合教学前,在信息技术课程的自主学习过程中,以小组合作学习形式进行,并在合作完成项目任务过程中,针对班内所有展示作品进行点赞评价。数据的后测指的是经过6节信息技术与学科大单元化融合教学后,学生在最后一节项目呈现中,针对所有展示作品进行的点赞评价数据。

为克服无关变量对实验数据的影响,本研究的课堂活动形式均采用小组合作学习形式进行,且生生评价方式并不针对本小组的学生进行,而是以班级为单位进行点赞评价,这种点赞评价方式是基于对他人作品肯定的基础上而开展的。

为保证数据的真实有效,本研究采用随机抽样的方式,对高一级部的14个班级进行随机抽样,选取4个班的学生进行实验,并对这4个班级进行编号,分别是a、b、c、d四个班级,其中a和b两个班级作为对照组,不采用信息技术与学科融合的形式,c和d两个班作为实验组,采用信息技术与学科融合的形式。不采用信息技术与学科融合的两个班级教学内容是以信息技术课程教学内容为主开展,采用信息技术与学科融合的两个班级的教学内容则是在对照组学习的信息技术知识的基础上,融合数学、音乐等学科知识,开展大单元化项目式教学。

3. 跨学科融合教学设计

该大单元教学主题围绕“体验音乐中的数字之美”进行分析与创作，通过音乐鉴赏、认识曲谱、音阶频率、等比数列分析、分支结构、循环结构、Python 钢琴曲创作七个部分，将音阶中的数学规律发现出来，并通过信息技术的计算思维进行创作与表达。

本教学设计采用大单元式设计方式，课时包括六个，利用信息技术中编程内容（he 新素养：计算思维）与其他学科中的知识内容进行融合设计（主要是以数学学科融合为主）。所有的信息技术与数学的融合教学设计中，均依托于信息技术与数学新课标中对知识内容与核心素养的要求，以真实情境、真实问题为引导，将项目中的知识体系设计成为大单元框架，并在大单元框架中分别设置小项目开展，也就形成以课为单位的项目化教学。

4. 数据分析

4.1. 对照组 a 班、b 班前测后测数据分析

通过将对照组 a、b 班前测点赞数据输入知识图谱软件，利用 Yifan Hu 算法计算，得到如下图所示图形（图 1(a) 为 a 班前测点赞数据图形，图 1(b) 为 b 班前测点赞数据图形）：

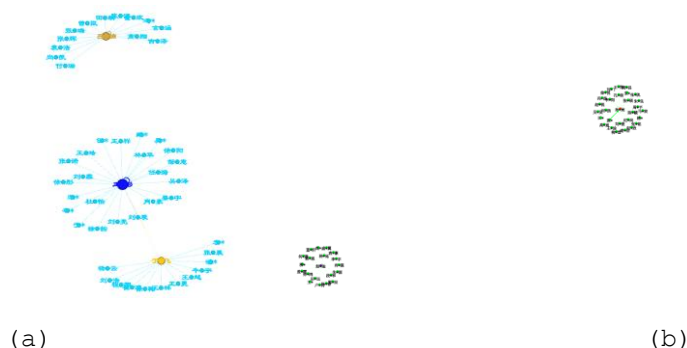


图 1 对照组前测点赞知识图谱

通过六节课的信息技术课堂教学后，得到 a、b 两个班的后测知识图谱如下图所示（图 2(a) 为 a 班后测点赞数据图形，图 2(b) 为 b 班后测点赞数据图形）：

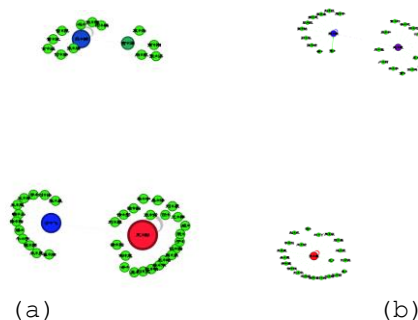


图 2 对照组后测点赞知识图谱

4.2. 实验组 c 班、d 班前测后测数据分析

通过将实验组 c、d 班前测点赞数据输入知识图谱软件，利用 Yifan Hu 算法计算，得到如下图所示图形（图 3(a) 为 c 班前测点赞数据图形，图 3(b) 为 d 班前测点赞数据图形）：

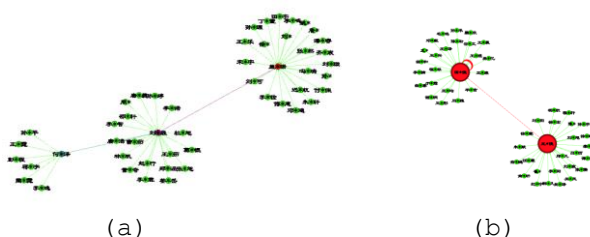


图 3 实验组前测点赞知识图谱

通过六节课的信息技术与学科融合教学后,得到c、d两个班的后测知识图谱如下图所示(图4(a)为c班后测点赞数据图形,图4(b)为d班后测点赞数据图形):



图4 实验组后测点赞知识图谱

图1至图4的知识图谱是基于学生点赞互动数据,其中节点表示学生个体,连线表示互动关系,节点大小表示点赞数量。为深入探究点赞行为与学生动机之间关系,访谈围绕“哪一点触发你的点赞行为”“你最赞赏他的哪些方面能力”“你认为在这种课中,自己收获最大的是什么”等问题进行,访谈对象涉及23位学生(包括图1至图4中涌现出的点赞数据较高的同学),通过访谈发现,在课堂教学过程中,这种内容的融合教学更加引发学生深度思考,尤其通过编程手段进行实践与展示,这种方式更加触发学生自我效能感的形成与他人的模仿与赞赏行为的产生。在核心素养层面,学生更容易将知识通过情境内化为自己可以理解的语言,通过内化的计算观念形成作品,促进了计算思维的形成与内化,与此同时,计算思维的形成更促进了其他学科的学习。

5. 总结

从对照组在前测后测知识图谱的聚集程度来看,两个班级的正向人际关系具备向多核心分化的趋势,然而,这种分化的程度有限,根据访谈结果来看,由于教师在授课过程中,更加注重项目化学习的设计,所以在班级中能够涌现出个别优秀学生,并形成以其为核心的正向人际关系;从实验组的前测、后测的知识图谱的聚集程度来看,两个班级具有明显的多核分化趋势,对比对照组的两个班级学生的正向人际关系可以发现,其核心更具分化性;结合个别访谈发现,通过内化的计算观念形成作品,更加促进了计算思维的形成与内化,与此同时,计算思维的形成更促进了其他学科的学习,因此,通过跨学科学习来培养学生计算思维能力从实践数据来看具有可操作性与可行性。

参考文献

- 中华人民共和国教育部.(2023). 大力发展交叉学科健全新时代高等教育学科专业体系.
http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s271/202101/t20210113_509682.html.
- 顾秀丽,黄颖,孙蓓蓓等.(2020). 图书情报领域中的交叉科学研究:进展与展望. 情报学报, 2020,39(5):478-491.
- 中华人民共和国教育部.(2022). 义务教育课程方案. 北京:北京师范大学出版社.
- 中华人民共和国教育部.(2022). 义务教育信息科技课程标准. 北京:北京师范大学出版社.
- 周佳伟,王祖浩.(2021). 信息技术与学科教学如何深度融合——基于TPACK的教学推理. 电化教育研究,2021,9(341):20-26,34.
- 车紫辉,李爱华.(2021). 学生整体发展:学科融合的逻辑起点. 教育理论与实践,2021,41(20):7-9.
- 张凌.(2016). 中学生的人际关系及其对学业成绩的影响——基于中国教育追踪调查的实证研究. 教育学报,2016,12(6):98-103.

移动辅助语言学习环境下大学生语言学习观念和语言学习策略研究

A Study on College Students' Language Learning Beliefs and Strategies in

Mobile-Assisted Language Learning Environment

赵晓娟¹, 王冰昕², 陈真真^{3*}

¹²³北京邮电大学人文学院

*czz@bupt.edu.cn

【摘要】 本研究采用量化研究的方法, 探究了移动语言学习环境下 117 名大学生的语言学习观念和学习策略所表现出的特点, 并分别分析了二者与英语学习成绩及移动学习在线时长的关系。研究结果发现学生在移动语言学习过程中持有的语言学习观念整体上处于中高水平, 其中功能操练观念得分最高, 语言学习动机与期望得分最低; 学习策略的使用频率中等, 仍有提升空间, 其中最常使用的是记忆策略, 使用最少的是社交策略。语言学习观念与英语成绩呈非显著正相关, 与在线时长呈显著正相关; 语言学习策略与英语成绩和在线时长均不存在显著相关性。建议提供语言学习观念和策略的教学指导, 提升学生移动学习环境下自主学习能力和碎片化信息处理能力。

【关键字】 移动辅助语言学习; 语言学习观念; 语言学习策略; 英语学习成就; 在线时长

Abstract: This study quantitatively explored the characteristics of 117 college students' language learning beliefs and strategies in mobile-assisted language learning environment and analyzed correlations between them with English achievements and online duration respectively. Results show that in mobile-assisted language learning, students' language learning beliefs were at a medium to high level on the whole, with scores of Functional Practice Belief the highest and scores of Motivations and Expectations the lowest. The frequency of language learning strategies was medium, and there was still room for improvement. The most frequently used strategy was Memory strategy and the least frequently used one was Social strategy. General language learning beliefs had an insignificant and positive correlation with English achievements, and a significantly positive correlation with online duration. General language learning strategies were neither significantly related to English achievements nor online duration. It is suggested that teachers should provide guidance of language learning beliefs and strategies, and improve students' autonomous learning ability and fragmented information processing ability under mobile-assisted language learning environment.

Keywords: mobile-assisted language learning, language learning beliefs, language learning strategies, English achievements, online duration

1. 引言

自上世纪 70 年代以来, 学者们在第二语言教学领域的研究逐渐从对教学法的研究转向对语言学习者特征以及这些特征对二语学习过程的影响研究(Wenden, 1987)。文秋芳(2001)把语言学习观念和学习策略归纳为有可能导致二语习得中个体差异的因素。但目前针对语言学习观念和语言学习策略的研究多在传统学习环境下进行。随着互联网和移动终端的发

展和普及, 移动学习已经成为学生学习英语的重要方式, 而移动学习现状的调查很少涉及到语言学习观念和学习策略, 因此, 本文将探究移动学习环境下语言学习观念及学习策略所表现出的特点。此外, 虽然学者们认同语言学习观念和学习策略对语言学习的重要性 (Bernat & Gvozdenko, 2005; Su & Min-Hsun, 2005), 但是当前少有研究考察语言学习观念对学习成绩的影响程度, 针对语言学习策略和语言学习成绩相关性的研究也没有得出一个确定的结论, 所以有关语言学习观念及语言学习策略与语言学习成绩的相关性研究还需要进一步深入。鉴于移动学习平台具有记录学习者学习数据的优势, 本研究在考察语言学习观念及语言学习策略与语言学习成绩相关性的同时, 也将学习者的移动学习在线时长纳入研究, 分析语言学习观念和学习策略与移动学习在线时长之间的关系, 旨在为移动语言学习环境下促进学生英语能力的发展提供有益思路。

2. 文献综述

2.1. 语言学习观念

自从二语习得的研究重心转向对学习个体差异的探索上之后, 学习者的语言学习观念逐渐变为研究的热点。关于语言学习观念, 国内外的许多学者也已经给出了各自的定义 (Hosenfeld, 1978; Wenden, 1987; Horwitz, 1987; 文秋芳, 2001)。Horwitz (1987)首先提出了“belief”一词, 并把它定义为语言学习者对外语或第二语言学习相关的个人理解和看法。此外, 学者还从自己的研究视角出发, 提出了有关语言学习策略的不同分类方法。Horwitz (1987)将语言学习观念分为五个方面, 分别是外语学能、语言学习难度、语言学习本质、语言学习与交际策略和语言学习动机与期望, 并据此编撰了语言学习观念量表 (Beliefs about Language Learning Inventory, BALLI) (Horwitz, 1988)。Wenden (1987)提出的分类中将语言学习观念分为语言使用、学习有关语言的知识和个人因素的重要性三类。国内学者文秋芳 (2001)则把语言学习观念分为四类, 包括管理观念、形式操练观念、功能操练观念和依赖母语观念。

国内外有关语言学习观念的研究成果丰富, 但研究重点主要集中在以下三个方面。一是对学习者语言学习观念的调查研究 (Horwitz, 1988; Wenden, 1987; 文秋芳, 2001; 戴炜栋和王栋, 2002)。二是对影响语言学习观念形成的因素的讨论, 如社会环境、性别及文化背景等因素 (McCargar, 1993; Bacon & Finnemann, 2006)。三是探究语言学习观念与其他学习者因素, 如语言学习策略的选择、学习动机、学习态度、年龄、专业等之间的关系 (Horwitz, 1987; Wenden, 1987; 文秋芳和王海啸, 1996; 李旭奎等, 2005; Tang & Tian, 2015)。尽管学者们普遍认为语言学习观念会对语言学习产生影响, 但是目前很少有研究考察语言学习观念对学习成绩的影响程度 (Ren & Bai, 2016)。因此, 本文将在前人对语言学习观念研究的基础上, 进一步探究其与语言学习成绩的相关性。

2.2. 语言学习策略

Rubin 早在 1975 年就提出了语言学习策略这一概念 (Rubin, 1975), 自此之后, 从学生角度关注如何学习英语的研究日益增多。当前国内外的很多学者根据自己的研究提出了具有借鉴意义的定义 (O'Mally & Chamot, 1990; Oxford, 1990; 文秋芳, 2001)。众多定义的共同点在于语言学习策略是学习者采用的内隐或外显的方法和技巧, 以提高语言学习效率, 实现学习目标。和语言学习策略的定义一样, 其分类也因研究者视角的差异而不同。O'Mally & Chamot (1990)将语言学习策略分为元认知、认知和社会/情感策略, 而且认为元认知策略处于最高层级。根据语言学习策略对语言学习产生的作用, Oxford (1990)将其分为两大类: 对语言学习有直接影响的直接策略和产生间接影响的间接策略, 前者包括记忆、补偿和认知策略, 后者包括元认知、情感和社交策略。两种分类方式的不同点在于后者不认为元认知策略与其他策略存在层级关系。国内学者文秋芳 (1995)结合了中国外语教育特点, 将语

言学习策略分为四类,分别为管理策略、形式操练策略、功能操练策略和依赖母语策略。

李文和张军(2018)曾经指出语言学习策略是影响语言学习成绩的重要预测变量之一,许多研究结果也表明,语言学习策略与学习成绩之间存在正相关的关系(李炯英, 2002; Al-Hebaishi, 2012; 刘新宇, 2020; Hayati & Usman, 2021; 陈紫娟, 2021)。但也存在一些研究的结果不支持语言学习策略与语言学习成绩二者之间存在正相关这一结论,认为虽然一些语言学习策略会对学生的语言学习成绩产生积极影响,但同时也指出部分学习策略会对成绩产生消极影响,即语言学习策略与语言学习成绩之间存在负相关的关系(Jhaish, 2010; Hayati, 2015; Bećirović et al., 2021)。除此之外,还有研究没有发现高水平学习者与低水平学习者在语言学习策略的使用方面有任何显著差异(Rianto, 2020)。不同研究者可能会采用不同的语言学习策略分类,且使用的测量工具及纳入研究的研究对象也不尽相同,当前针对语言学习策略和语言学习成绩的相关性并没有得出一个确定的结论,因此本文将继续探究两个变量之间的相关性。

2.3. 研究目的及研究问题

目前,针对语言学习观念和语言学习策略的研究多在传统学习环境下进行。随着互联网和移动终端的发展和普及,移动学习已经成为学生学习英语的重要方式,但当前移动学习现状的调查研究很少涉及到语言学习观念和语言学习策略。因此,本文将对移动学习环境下语言学习观念及学习策略所表现出的特点和二者与学生英语成绩的相关性进行研究。此外,鉴于移动学习平台具有记录学习者学习数据的优势,本研究在考察语言学习观念和语言学习策略与语言学习成绩之间相关性的同时,也将学习者的在线时长纳入研究,探究语言学习观念和语言学习策略与移动学习在线时长之间的关系。综上所述,本文将采用量化研究的方法探究:

1. 移动学习环境下大学生的语言学习观念和语言学习策略分别表现出什么特点?
2. 移动学习环境下大学生的语言学习观念和语言学习策略与其英语学习成绩及在线时长之间存在什么关系?

3. 研究方法

3.1. 研究对象

本研究选取了北京某工科特色重点大学的非英语专业四个大学英语教学班级的大一学生作为研究对象。该校大学英语课程使用分级教学方式,本研究的四个班级均选自处于中等偏下水平的班级。

3.2. 研究工具

本研究将采用问卷来确定二语学习者的语言学习观念和语言学习策略,也是本次研究的主要数据来源之一。该问卷由三部分组成,分别为学生的班级以及学号等基本信息、语言学习观念问卷和语言学习策略问卷。语言学习观念问卷参考了国内外两个经典问卷: Horwitz (1988)的 Beliefs About Language Learning Inventory (BALLI)与文秋芳和王海啸(1996)的《英语学习情况调查》问卷,并结合本次的研究目的对二者进行了改编。语言学习策略问卷是根据 Oxford (1990)的经典问卷 Strategy Inventory for Language Learning (SILL) Version for Speakers of Other Language Learning English 改编。问卷中题项均采用五点李克特量表的形式,分为“1=非常不同意”到“5=非常同意”5个等级。为方便参与者填写问卷,所有问题都以中文形式呈现。

WE Learn 是上海外语教育出版社开发的集在线教学、课堂互动、测试评估于一体的外语教学管理系统,教师可借助该系统跟踪学生的课堂互动表现与学习难点、发现学习过程中存在的问题、并开展对学生线上和线下学习全过程的形成性评价。本次研究共持续一个学期,在研究过程中,学生在课下使用 WE Learn 辅助学习新目标大学英语(第二版)视听说

教程1并完成练习题目，同时WE Learn会记录下每位学生的在线时长作为本次研究的主要数据。

3.3. 研究过程

一学期的学习过程中，学生在课下使用WE Learn辅助学习每一单元的课程并完成其中的练习题目。学期末向学生发放问卷，收回问卷并删除答题时间过短的问卷，共保留了121份有效问卷。后对有效问卷进行信度分析并进一步调整语言学习观念问卷和语言学习策略问卷的题项，通过删去部分题项使两个问卷的各个维度和问卷总体的克隆巴赫 α 系数均达到可接受水平。语言学习观念问卷中五个维度的克隆巴赫 α 系数均在0.619~0.669之间，问卷总体克隆巴赫 α 系数为0.786，表明该问卷的信度较好。语言学习策略问卷中六个维度的克隆巴赫 α 系数均在0.666~0.837之间，问卷总体克隆巴赫 α 系数为0.907，表明问卷具有较高的信度。最后进行期末考试，剔除因缺考未取得英语成绩的学生数据后，将收集到的117名学生的问卷数据、期末考试的英语成绩和WE Learn在线时长导入SPSS，对学生的语言学习观念和语言学习策略进行描述性统计分析，并采用皮尔逊相关分析探究在移动学习环境下中国大学生语言学习观念和学习策略与其英语成绩及移动学习在线时长之间的相关性。

4. 研究结果与讨论

4.1. 语言学习观念和语言学习策略的特点

首先，本研究对语言学习观念问卷和语言学习策略问卷分别进行描述性统计分析，分析结果如表1所示。

表1 语言学习观念和语言学习策略的描述性统计分析

维度	N	平均值	标准差	维度	N	平均值	标准差
形式操练观念	117	3.88	0.57	记忆策略	117	3.58	0.74
功能操练观念	117	4.10	0.50	认知策略	117	3.25	0.71
语言学习本质	117	4.05	0.59	补偿策略	117	3.43	0.54
语言学习动机与期望	117	3.58	0.59	元认知策略	117	3.43	0.62
语言交际策略	117	3.65	0.58	情感策略	117	2.99	0.69
问卷总体	117	3.84	0.37	社交策略	117	2.89	0.88
				问卷总体	117	3.30	0.51

由表1可知，学生语言学习观念的总体均值为3.84 ($M > 3.50$)，问卷五个维度的均值也都处于较高的水平 ($M > 3.50$)，说明本研究的学生在本学期使用WE Learn的学习过程中持有较强的英语学习观念。具体来讲，五个维度中，功能操练观念的均值 ($M = 4.10$) 最高，该结论与文秋芳和王海啸(1996)的发现相同，通过本学期的听说课以及对WE Learn中Listening Skill、Speaking Skill、Critical Thinking、Exercise等模块的使用，学生们意识到了英语综合能力的重要性。其次是语言学习本质的均值 ($M = 4.05$)，与Hayati (2015)的研究结果相似，本研究也发现学生普遍认为背诵单词、学习语法规则和翻译等传统英语学习活动对学习非常重要，这可能由于以提高分数为目的的应试教育依然影响着大学生的英语学习(刘新宇, 2020)。再次是形式操练观念 ($M = 3.88$)，表明除了关注语法规则、单词和翻译技巧外，学生还认同其他有利于培养语言习惯的学习方法，如通过大量精读、背诵和模仿某些段落、范文等来掌握英语(李旭奎等, 2005)，胡春洞(1996)认为这样学得的不是孤立的词句，而是连贯话语，也是综合学习的一种重要方式。语言交际策略的均值也较高 ($M = 3.65$)，也就是说虽然学生学习英语的主要方式仍是传统学习活动，但学生也对本学期听说课以及WE Learn中基于交际教学方法的各种教学活动表示了支持，这与戴炜栋和王栋(2002)的研究发现一

致。相较于外国学者的研究(Horwitz, 1988), 本研究中语言学习动机与期望维度的均值(M=3.58)表明, 中国学生想要了解英语国家的文化和历史以及找到一份好工作动机和期望更强烈, 目的也更明确。

表 1 中, 学生语言学习策略使用频率的总体均值为 3.30, 根据 Oxford (1990)的评分标准, 本研究的学生语言学习策略的使用频率处于中等水平, 与 Hayati (2015)、Bećirović et al. (2021)和 Hayati & Usman (2021)等研究的结论相似。六个维度中, 得分最高的是记忆策略(M=3.58), 该结论与李炯英(2002)的部分发现相同, 表明 WE Learn 最受本研究学生欢迎的功能是利用其丰富多样的英语移动资源辅助新知识的记忆, 该现象可能由于学习过程受到了传统学习文化的制约, 其鼓励机械学习, 限制了学习者的主动性。这也一定程度上解释了学生元认知策略(M=3.43)和补偿策略(M=3.43)的使用频率均处于中等水平的原因, 本研究中学生移动学习的自主性, 运用计划、监控和评价等方式调控自己的学习的能力, 以及利用 WE Learn 练习中的图片、视频和语境等来弥补语言知识不足的能力仍有提升空间。Tang & Tian (2015)发现学生英语水平越高, 使用认知策略就越频繁, 本研究中学生认知策略(M=3.23)的得分处于中等水平, 可能由于本研究的四个班级均选自英语水平处于中等偏下的班级, 认知策略的使用能力有限。情感策略(M=2.99)与社交策略(M=2.89)二者得分最低, 处于中等偏下水平, 说明学生这两类学习策略的使用频率较低, 与李炯英(2002)的发现一致。学生较少使用情感策略可能由于他们尚未意识到情感策略在语言学习中的重要性, 或对帮助语言学习的情感策略不了解。而社交策略使用频率较低的原因正如文秋芳和王海啸(1996)提到的, 中国缺少使用英语真实交际的需要, 在听说课上和使用 WE Learn 学习过程中, 学生会用英语交际, 但课下他们难以坚持大量的听说交际活动。值得注意的是, 只有记忆策略是高频使用的策略, 其他策略的使用频率均处于中等甚至中等偏下水平, 大学生的语言学习策略运用水平存在很大的提升空间。

4.2. 语言学习观念与英语成绩及移动学习在线时长的关系

为回答第二个研究问题, 本研究对学生的语言学习观念与其期末考试英语成绩及 WE Learn 记录下的移动学习在线时长分别进行了皮尔逊相关分析, 分析结果如表 2 所示。

表 2 语言学习观念与语言学习成绩及在线时长的相关性分析

	形式操练观念	功能操练观念	语言学习本质	语言学习动机与期望	语言交际策略	问卷总体
英语成绩	0.074	0.167	0.189*	-0.104	0.104	0.117
在线时长	0.255*	0.194*	0.236*	-0.041	0.019	0.198*

注: * $p < 0.05$

语言学习观念和学生英语成绩和移动学习在线时长的皮尔逊相关分析的结果显示, 语言学习观念问卷总体与学生的英语成绩之间呈不显著的弱正相关($r=0.117, p > 0.05$), 与在线时长之间呈显著正相关($r=0.198, p < 0.05$), 说明语言学习观念整体上对在线时长具有较弱的正向影响, 学生持有的语言学习观念越强, 其英语成绩就越好, 在线时长也就越长。

其中, 学生的形式操练观念与其在线时长呈现显著正相关($r=0.255, p < 0.05$), 表明学生越认同形式操练观念, 使用 WE Learn 的时间就会越长, 但该观念与英语成绩没有显著相关性。通过大量朗读和背诵某些段落、范文等学得的不是孤立的词句, 而是连贯话语, 这是综合学习的一种重要方式, 句和文, 结构、功能和情景, 语言、语法和语用, 语言、逻辑和文化在这里得到有机的统一, 使得语言学习具有了整体性质(胡春洞, 1996)。此外, 功能操练观念与学生的在线时长呈显著正相关($r=0.194, p < 0.05$), 表明学生越认同功能操练观念, 在 WE Learn 上学习的时间就越长。由表 1 可知, 学生功能操练观念的均值高于学习观念问卷的其他四个维度, 学生认识到了英语听力、口语和写作能力的重要性, 因此更愿意使用 WE Learn 中 Listening Skill、Speaking Skill、Critical Thinking 等模块提升英语能力。期

末考试成绩与功能操练策略呈弱正相关, 但不显著($r=0.167, p>0.05$), 这可能是由于期末考试题目并不是主要考察学生的语言交际功能应用情况, 所以学生的功能操练观与期末成绩并没有显著相关性。其次, 语言学习本质与学生的英语成绩($r=0.189, p<0.05$)和移动学习在线时长($r=0.236, p<0.05$)均呈现出显著正相关, 也就是说学生越认同语言学习本质这一学习观念, 其英语成绩就会越好, WE Learn 的在线时长也会越长。对语言学习本质非常认同的学生认为掌握词汇和语法是学英语最好方法, 翻译是外语学习的最重要的技巧, 因此学生可能花费大量时间去记忆单词和语法。WE Learn 会提供每一单元的新单词和固定表达并辅以选择题巩固记忆, 这对主要考察本学期学习情况的期末考试是有益的。最后, 学生的语言学习动机与期望和语言交际策略两类语言学习观念对其英语成绩和移动学习在线时长均未表现出显著的相关性。这可能由于 WE Learn 只是一款辅助语言学习的系统, 而语言学习是一个长期积累的过程, 语言学习动机与期望观念较强的学生暂时无法通过短时间使用 WE Learn 满足其了解英语国家的文化和历史以及找到一份好工作的期望, 纯正的发音和地道的表达也不是仅通过一个学期的听说课程就能完全掌握的。

4.3. 语言学习策略与英语成绩及移动学习在线时长的关系

本研究对语言学习策略与学生的期末考试英语成绩及 WE Learn 记录下的学习在线时长分别进行了皮尔逊相关分析, 分析结果如表 3 所示。

表 3 语言学习策略与语言学习成绩及在线时长的相关性分析

	记忆策略	认知策略	补偿策略	元认知策略	情感策略	社交策略	问卷总体
英语成绩	0.145	-0.013	0.094	-0.030	-0.050	0.059	0.042
在线时长	-0.028	-0.043	0.065	-0.006	0.134	0.169	0.054

由表 3 可知, 语言学习策略总体和六个策略维度与英语成绩均不存在显著的相关性, 与在线学习时长也没有显著的相关性, 该发现与 Rianto (2020)的研究结果有相似之处。

陈紫娟(2021)曾指出, 高中低三个英语水平的学生在策略的使用上存在显著的差异: 低分组学生较少使用能对自身学习和认知过程和结果进行有效监控和调节的元认知策略, 而中高分组的学生较少使用的是记忆策略。Bećirović et al. (2021)在其研究中也发现低水平学习者最常使用的几种语言学习策略反而是中高水平学习者最少使用的策略。表 1 可知本研究中大学生在移动语言学习过程中学习策略的总体使用频率中等, 只有记忆策略是学生高频使用的策略, 其他学习策略的使用频率均处于中等甚至中等偏下水平。因此, 本研究中学生的语言学习策略与其英语成绩和在线时长之间均没有显著相关性可能由于本次所选取的研究对象均来自该校大学英语水平处于中等偏下的班级, 学习策略的应用能力整体上偏弱, 对学习过程和学习结果的监控和调节能力有限。Lee & Oxelson (2006)曾经提出, 语言学习者越了解语言学习策略, 他们在学习外语时就越有可能使用这些策略。因此在学校扮演重要角色的语言教师可以通过介绍各种语言学习策略, 鼓励语言学习者采用不同类型的、适当的、有效的语言学习策略, 从而有助于他们达到提高英语水平的目的。除此之外, 在语言学习策略影响英语成绩和在线时长的同时, 其他学习者因素也可能发挥了作用 (Hayati, 2015), 如性别、学习风格、学习态度、对 WE Learn 的技术接受度等因素也存在影响学生的英语成绩和使用 WE Learn 辅助英语学习时长的可能性。

5. 结论与启示

本文采用了量化研究的方法, 从移动语言学习环境下 117 名非英语专业大一学生的语言学习观念和语言学习策略所表现出的特点出发, 分别分析了二者与语言学习成绩及移动学习在线时长的关系, 研究发现学生在移动语言学习过程中持有的语言学习观念整体上处于中高水平, 其中功能操练观念得分最高, 语言学习动机与期望得分最低。学生在移动学

习过程中语言学习策略的使用频率中等,仍有很大的提升空间,其中最经常使用的是记忆策略,使用最少的是社交策略。其次,语言学习观念总体上与学生的英语成绩呈不显著的弱正相关,与在线时长呈显著正相关。其中学生的形式操练观念与其在线时长呈显著正相关,但与英语成绩没有显著相关性。功能操练观念与在线时长呈显著正相关,与英语成绩呈弱正相关但不显著。语言学习本质与英语成绩和在线时长均呈现出显著正相关。而学生的语言学习动机与期望和语言交际策略两类语言学习观念与其英语成绩和在线时长均未表现出显著相关性。最后,语言学习策略总体上和六个策略维度与英语成绩均不存在显著的相关性,与在线学习时长也没有显著的相关性。

基于本研究的研究结果,教师应意识到学生语言学习观念和语言学习策略的重要性。一方面,教师可以帮助学生树立更加积极的语言学习观念,进而提高学生的移动学习投入。另一方面,要介绍各种语言学习策略并关注学生语言学习策略的差异,并针对差异设计教学活动并加以引导。最后,教师要帮助学生提高自主学习能力及碎片化信息处理的能力,只有这样学生才能在接受大量信息的移动互联网时代,筛选出有利信息并将其内化,从而提高移动语言学习的效率。

本研究的研究对象均选自该校大学英语课程水平处于中等偏下的班级,因此目前的研究结果有一定的局限性,因此未来需要将更多不同英语水平班级的学生纳入研究,以找到更有意义的发现。其次,作为一款集在线教学、课堂互动、测试评估于一体的外语教学管理系统,除在线时长外,还可以纳入更多学生在线学习记录进行学习分析,为基于移动学习的教学提供更全面精准的参考。

参考文献

- 陈紫娟(2021)。专业英语学习中学习策略与学习成绩相关性研究——以商务英语专业为例。**哈尔滨学院学报**, 42(05), 114-117。
- 戴炜栋和王栋(2002)。一项有关英语专业学生语言学习观念的调查分析。**外语界**, (05), 24-29。
- 胡春洞(1996)。《**英语学习论**》。南宁:广西教育出版社。
- 李炯英(2002)。中国学生二语学习策略的观念与运用——一项实证研究。**外语教学**, (01), 42-49。
- 李文和张军(2018)。基于 SILL 的国内大学生学习策略与英语成绩相关的元分析。**外语教学理论与实践**, (04), 39-47。
- 李旭奎,左金梅和邓红凤(2005)。英语专业高低年级学生学习观念比较研究。**西安外国语学院学报**, (01), 63-66。
- 刘新宇(2020)。非英语专业学生外语学习策略、学习焦虑和学习成绩关系的实证研究(硕士学位论文,哈尔滨工业大学)。
- 文秋芳(1995)。《**英语学习策略论**》。上海:上海外语教育出版社。
- 文秋芳(2001)。英语学习者动机、观念、策略的变化规律与特点。**外语教学与研究**, 33(02), 105-110+160。
- 文秋芳和王海啸(1996)。大学生英语学习观念与策略的分析。**解放军外国语学院学报**, (04), 61-66。
- Al-Hebaishi, S. M. (2012). Investigating the relationship between learning styles, strategies, and the academic performance of Saudi English majors. *International Interdisciplinary Journal of Education*, 1(8), 510-520.
- Bacon, S., & Finnemann, M. (2006). Sex differences in self-reported beliefs about foreign-language learning and authentic oral and written input. *Language Learning*, 42(4), 471-495.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Bećirović, S., Brdarević-Čeljo, A., & Polz, E. (2021). Exploring the relationship between language learning strategies, academic achievement, grade level, and gender. *Journal of Language and Education*, 7(2), 93-106.
- Bernat, E., & Gvozdenko, I. (2005). Beliefs about language learning: Current knowledge, pedagogical implication, and new research direction. *TESL-EJ*, 9(1), 1-21.
- Hayati, N. (2015). A study of English language learning beliefs, strategies, and English academic achievement of the ESP students of STIENAS Samarinda. *Dinamika Ilmu*, 15(2), 297-323.
- Hayati, N., & Usman, U. (2021). The study of strategies in learning English and English academic achievement. *ENGLISH FRANCA: Academic Journal of English Language and Education*, 5(2), 347-367.
- Horwitz, E. K. (1987). Surveying student beliefs about language learning. In Wenden, A. & Rubin, J. (Eds.), *Learner strategies in language learning* (pp. 119–128). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Horwitz, E. K. (1988). The beliefs about language learning of beginning university foreign language students. *Modern Language Journal*, 72(3), 283-294.
- Hosenfeld, C. (1978). Students' mini-theories of second language learning. *Association Bulletin*, 30(2), 1–3.
- Jhaish, M. A. (2010). *The relationship among learning styles, language learning strategies, and the academic achievement among the English majors at Al-Aqsa University*. Islamic University Deanery.
- Lee, J. S. & Oxelson, E. (2006). "It's not my job": K–12 teacher attitudes toward students' heritage language maintenance. *Bilingual Research Journal*, 30(2), 453-477.
- McCargar, D. (2011). Teacher and student role expectations: Cross-cultural differences and implications. *The Modern Language Journal*, 77(2), 192-207.
- O'Malley, J. M., & Chamot, A. U. (1990). *Learning strategies in second language acquisition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oxford, R. L. (1990). *Language learning strategies: What every teacher should know*. New York: Newbury House.
- Ren, H. L., & Bai, Y. L. (2016). A study of the relationship between learning belief and English achievement of Chinese English major college students. *Journal of Education and Practice*, 7(14), 99-103.
- Rianto, A. (2020). A study of language learning strategy use among Indonesian EFL university students. *Register Journal*, 13(2), 231-256.
- Rubin, J. (1975). What the "good language learner" can teach us. *TESOL Quarterly*, 9(1), 41-51.
- Su, M., & Min-Hsun. (2005). A study of ESP technological and vocational college students' language learning strategies and their self-perceived English proficiency. *Electronic Journal of Foreign Language Teaching*, 3(1), 44–56.
- Tang, M. & Tian, J. (2015). Associations between Chinese EFL graduate students' beliefs and language learning strategies. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 18(2), 131-152.
- Wenden, A. (1987). How to be a successful language learner: Insights and prescriptions from L2 learners. In Wenden, A. & Rubin, J. (Eds.), *Learner strategies in language learning* (pp. 103–117). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

基于回归树模型的 K-12 学生学习成绩非智力影响因素分析

Analysis of Non-intellectual Factors Affecting K-12 Students' academic

Performance Based on Regression Tree Model

濮继敏¹, 杨坤¹, 温欣茹¹, 武贵贵¹, 孙兴华^{1*}

河北北方学院信息科学与工程学院

*sunxinghua@189.cn

【摘要】 学生的学业成绩一直都是家长、学校以及整个社会关注的话题。学习成绩的好坏是多种因素综合作用的结果。本研究的目的是分析在 K12 阶段, 哪些非智力因素对学生学习成绩影响最大。本研究首先选取在 Kalboard 360 学习管理系统中的学生学业成绩等相关数据, 数据包含 480 条学生学习记录, 每条记录包含 16 个字段。然后通过机器学习中的回归树模型分析影响学习成绩的非智力因素。分析结果发现: 学生访问课堂次数、学生缺席天数、学生学习环境等是影响学生学习成绩的主要非智力因素。

【关键词】 学习成绩; 非智力因素; 机器学习; K-12 教育; 回归树模型

Abstract: The academic performance of students has always been a topic of concern for parents, academic suitability, and the entire society. The quality of academic performance is the result of a combination of multiple factors. The purpose of this study is to analyze which non-intellectual factors have the greatest impact on students' academic performance during the K12 stage. This study first selects relevant data such as student academic performance in the Kalboard 360 learning management system. The data contains 480 student learning records, each record containing 16 fields. Then, we analyze the non-intellectual factors that affect learning performance through the regression tree model in machine learning. The results of the analysis show that the number of times students visit the classroom, the number of days students are absent, and the learning environment are the main non-intellectual factors that affect students' academic performance.

Keywords: Academic record, Non-intellectual factors, Machine learning, K-12 Education, Regression tree model

1. 前言

K-12, 是 kindergarten through twelfth grade 的简写, 是指从幼儿园(Kindergarten, 通常 5-6 岁)到十二年级(Grade Twelve, 通常 17-18 岁), 这两个年级是美国、澳大利亚及英国、加拿大的免费教育头尾的两个年级, K-12 是国际上对基础教育的统称。在 K-12 教育下, 哪些因素影响学生的学习成绩, 这一问题很受教师、学校以及教育研究的关注。就这些因素有很多研究结果, 同时研究结果也很受争议。目前研究来看, 在 K-12 教育下, 学生的学习成绩受很多非智力因素的影响。例如: 性别、年龄、学生的家庭社会地位、是否有完整的家庭、家长与孩子的关系的好坏、学生的朋友关系, 以上种种因素有些对学生的学习成绩

有很大的影响,有些因素对于学习的学习成绩影响就很少,具体是哪些因素对成绩影响大?哪些影响因素的是不太影响学生学习成绩的呢?对于以上提出的问题,本文对 Kalboard 360 学习管理系统中公开的部分学生学业成绩,通过多种指标如性别、学生访问课程内容的次数、学生负责人等指标对 480 名学生进行调查研究,用 Rstudio 软件对数据进行单因素分析并构建回归树模型预测实验结果对计算结果进行验证。

2. 非智力因素概述

非智力因素是指人在行为活动中表现出来的较为稳定的个性特征,主要包括兴趣、动机、学习环境、家庭氛围、课上状态、理想、习惯、品德和意志等。它在人的行为和心理活动中,起着动力性和方向性的作用。该因素主要包含两个,其中一个包括学生对相关科目的学习兴趣、学生对于相关学科的学习态度、学生对于困难的事情坚持的耐力等等这些都属于激发学生的动力因素,另一个包括学生个体神经系统、学生运动的细胞器官、学生的触觉和感觉器官、以及学生的运动细胞的器官素质等等,这些总称为学生素质。在教学中,加强非智力因素的培养,对提高学生的学习成绩起着极其重要的作用。

3. 数据与方法

3.1. 数据来源

本研究选用的数据集是 Kalboard 360 公开的学生学习成绩数据集, Kalboard 360 是一个多代理 LMS (Learning Management System, 学习管理系统),旨在通过使用尖端技术促进学习。该数据集将学生的总成绩分为了三个数值区间: Low-Level: 低: 0-69、Middle-Level: 中: 70-89、High-Level: 高: 90-100,由 480 个学生记录和 16 个特征组成。将这些特征分为三大类:

(1) 性别和国籍等人口统计特征。该数据集由 305 名男性和 175 名女性组成,学生来自不同的来源(出生地和国籍)。

(2) 学历背景特征。如教育阶段(低级、中学、高中)、年级(从幼儿园到高三共 12 个年级)、学生教室、课程主题(英语、西班牙语等)、学年学期(第一和第二学年)、学校出勤功能等。

(3) 行为特征。如学生课内举手次数(0-100 次)、学生访问课程内容次数、查看公告次数、参加讨论小组次数、家长回答调查(是或否)。

3.2. 研究方法

首先利用 RStudio 软件对学生学习成绩的数据进行单因素分析。然后通过回归树模型,该模型的核心算法(陈潇, 2014)是 CART(classification and regression tree)分类回归树算法。该算法使用基尼系数选择特征,基尼系数代表了模型的不纯度,基尼系数越小,不纯度越低,特征越好,数据集 D 的纯度可用基尼值来度量:

设数据样本为 D,样本有 m 个属性特征和每个特征有 n 个类,则定义如下公式为纯度度量(彭显忠等, 2015)指标:

$$Gini(D) = \sum_{i=1}^n P(x_i) \times (1 - p(x_i)) \quad (3-1)$$

$$Gini(D) = 1 - \sum_{i=1}^n P(x_i)^2 \quad (3-2)$$

其中, $P(x_i)$ 表示数据集 D 中分类 x_i 出现的概率, n 是分类的数目。Gini(D)反映了从数

数据集 D 中随机抽取两个样本，其类别标记不一致的概率。因此，Gini(D)越小，则数据集 D 的纯度越高(熊云，2010)。

4. 实验

学生学习成绩与诸多非智力因素有关，有的因素对成绩影响大，有的因素对成绩影响小。那么哪个非智力因素对学生学习成绩影响最大的呢?本文利用 RStudio 软件对学生学习成绩的主要数据进行单因素分析并将所有因素进行回归树模型分析，对预测结果进行验证。

4.1. 单因素对学生学习成绩的影响分析

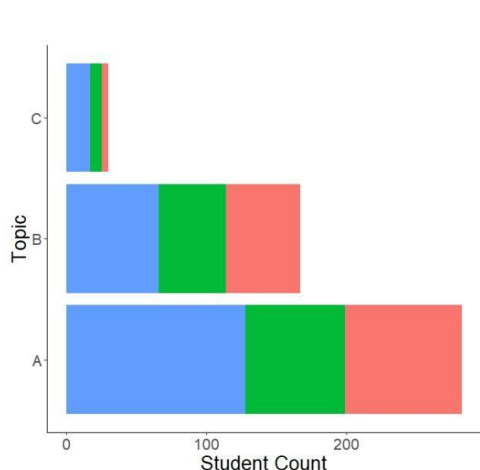


图 4.1.1 不同教室环境对学生成绩的影响

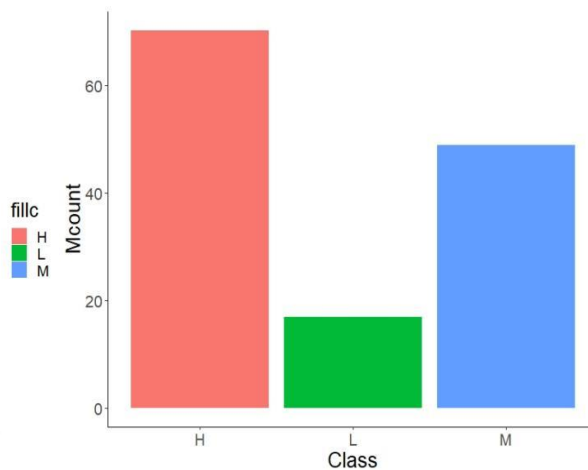


图 4.1.2 学生举手次数对学生成绩的影响

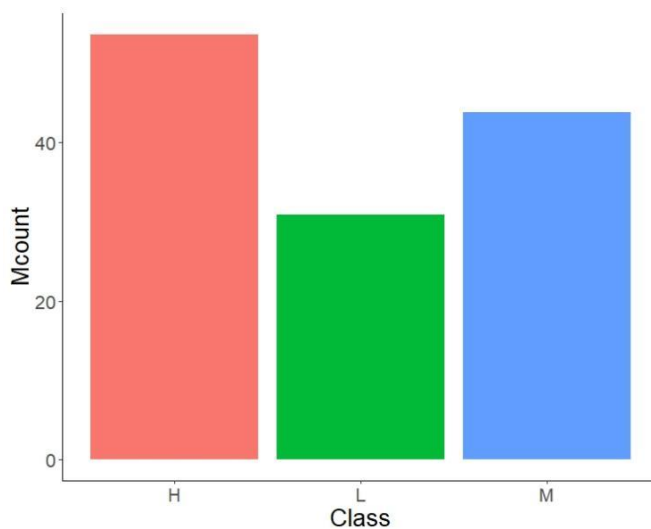


图 4.1.3 学生平均参加讨论组次数对学生成绩的影响

图 4.1.1 堆积条形图中纵坐标代表三个不同的教室，A 是智能教室，B 是有基本的多媒体设备的教室，C 是传统的没有电子设备的教室。结果显示 A 教室的学生最多，这说明外界的学习环境对学生的学习成绩也有很大的影响。图 4.1.2 柱状图中横坐标代表学生成绩水平(高、低、中等)，纵坐标代表学生举手次数。结果显示学习成绩水平高的学生课堂上平均举手次数要高很多，这说明学生在课堂上所表现出积极的上课状态对学习成绩有影响。图 4.1.3 柱状图中横坐标代表学生成绩水平(高、低、中等)，纵坐标代表学生参与讨论组的次

数。结果显示成绩高的学生还是比较偏向多参加学术讨论的小组，这说明学生参加学术讨论的次数即学生对学习的兴趣也影响着学生的学习成绩。

4.2. 回归树模型预测

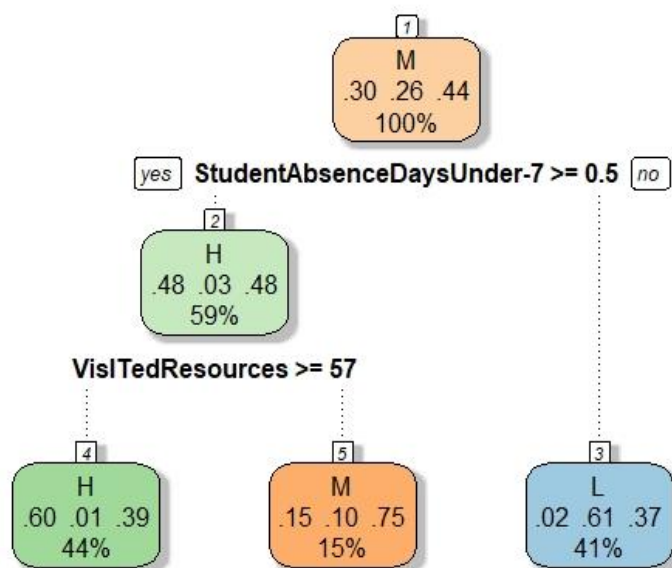


图 4.2.1 回归树模型对学生成绩影响因素预测

Confusion Matrix and Statistics

		Reference		
		H	L	M
Prediction	H	24	1	19
	L	1	21	13
	M	3	3	10

Overall statistics

Accuracy : 0.5789
 95% CI : (0.4733, 0.6796)
 No Information Rate : 0.4421
 P-value [Acc > NIR] : 0.0050463
 Kappa : 0.3916

图 4.2.2 回归树模型混淆矩阵

将有统计学差异的 15 个自变量作为预测因子纳入回归树模型，生成的决策树模型见图 4.2.1。回归树深度为 3 层。回归树分析中有 2 个自变量(学生缺勤的天数和学生访问课程的次数)进入模型(韩颖等, 2020)，最终生成 5 个节点，同时逃课年龄 > 7 岁的学生，学习成绩较低。学生逃课年龄 < 7 岁，并且观看课程资源次数 > 57 次的学生成绩较高。在影响学生成绩的诸多因素中对学生成绩影响最大的是学生缺席天数，其次是学生访问课堂次数，从图 4.2.2 混淆矩阵可以看出，该模型预测精度为 57.89%，而且模型 kappa 值(是一种衡量分类精度的指标)为 39.16%，说明模型拟合的效果一般，但模型预测的精准度大于 50%，与计算的预测结果一致。

5. 讨论

5.1. 学习成绩非智力影响因素分析

通过回归树模型将所有因素进行综合分析,只有学生缺勤和学生访问课程的次数进入模型,学生缺勤在根节点,这表示该非智力因素是最影响学生学习成绩的。其中缺勤的学生年龄在7岁以下大部分人数且访问课程的次数 ≥ 57 次时,学生的学习成绩属于高分数段,该结果影响学生成绩的效果最明显,这说明7岁以下的学生即使缺勤但要是经常访问课程,对学生的成绩影响相对较小。可能原因是这类学生的学习动机和学习兴趣是非常强的,会主动的观看相关课程,加上年级小对应的课程相对容易,所以该部分学生学习成绩平均偏高。张霞(2018)的学习动机与努力程度对学生学习成绩的影响研究发现,学生主动去学习,有了学习的动力就会积极自觉地观看课程,学习动机对学生的学习成绩起着至关重要的作用,这与本研究结果一致。

缺勤的学生年龄在7岁以下人数 $>50\%$ 且访问课程的次数 <57 次的学生成绩属于中等分数。在同样缺勤年龄在7岁以下的学生,观看课程次数少于57次的成绩就低于高于57次的,这与吴晓兵(2013)的研究结果一致。这可能是因为大部分年龄小的学生(小于7岁),有部分还是比较贪玩,学习的兴趣和动机不强烈,观看课程的次数少,所以成绩就在中等。

缺勤的学生年龄在7岁以下 <0.5 ,成绩最低,这与杨志勇(2018)的研究结果相似,相同的研究结论是逃课与学生成绩之间相关性很强,甚至逃课决定着学生成绩。区别是本片论文在逃课的前提下细分了学生的年龄,逃课和缺勤这两个因素综合作用,影响学生成绩。研究表明学生年龄在7岁以上的学生缺勤,逃课对成绩影响很大,在同样是逃课的情况下,学生年龄越小成绩越容易补救,如果学生年龄越来越大的话,逃课对学生成绩的影响也会越来越大。

5.2. 本研究模型与其他模型比较

5.2.1. 与K-NN 近邻模型比较

宗晓萍等(2020)发表改进的K-NN近邻模型用于应用到学习预警中,由于学生的行为记录、成绩或者与老师的互动记录等都具有不确定、非线性和复杂的特征,所以该文章用改进的K-NN近邻模型分析解决课程的低通过率问题,显著地提高了预测的准确率。相比与本论文的模型,该模型虽然可以处理非线性数据但是计算量太大,尤其是像本文特征因素数量较多的时候。每一个待分类文本都要计算它到全体已知样本的距离,才能得到它的第K个最近邻点,预测速度较慢并且由于K-NN是一种惰性算法,与其他分类器相比,它占用了更多的内存和数据存储。从时间和金钱的角度来看,这可能是昂贵的。但回归树模型的预测同样的数据时,计算量相对简单是因为它不需要对变量进行转换同时可以处理缺失的数据,而不需要估算数值或删除缺失的记录,预测速度快是因为该模型只需要一次构建,反复使用,每一次预测的最大计算次数不超过树的深度而且相比与K-NN近邻模型,其价格还便宜,是最适合本文研究的模型。

5.2.2. 与朴素贝叶斯模型比较

朴素贝叶斯模型与其它算法的区别在于,该算法能够实现统计数据的拟合,而不是利用该算法来预测未知的未来数据。朴素贝叶斯算法与其它统计学方法的最大区别在于,朴素贝叶斯算法并不假设数据服从某一特定的概率分布,而是按照先验概率分布来做估计,继而对未知概率变量建立估计模型,从而更好地估算概率变量的参数。

张燕(2019)发表的基于朴素贝叶斯的英语成绩预测模型构建研究中,采用朴素贝叶斯模型中概率对不同属性下的学生英语成绩进行预测。相比与本论文的模型,该模型算法简单,有稳定的分类效率对小规模的数据表现很好,但因为朴素贝叶斯模型假设属性之间相互独立,这个假设在实际应用中往往是不成立的,在属性个数比较多或者属性之间相关性

较大时, 分类效果不好。回归树模型可以处理大量多类特征相关性较大的数据。所以该模型不适合本文的研究, 回归树模型是最适合本文研究的模型。

6. 结论

K-12 教育下学生成绩的影响因素种类多样, 本文通过 RStudio 软件读取数据、进行单因素分析, 利用机器学习中的回归树模型对学习管理系统中所有因素综合预测分析。研究发现: 影响学生成绩的非智力因素依次是学生访问课堂次数, 逃课的学生年龄、外部的学习环境、学生举手次数、学生参与讨论组的次数等, 其中学生访问课堂次数影响最大, 其次是逃课的学生年龄, 年龄在七岁以上的学生逃课对学习成绩影响较大, 年龄在 7 岁以下的学生逃课对成绩影响较小, 所以在学生步入小学以后要多注意学生出勤次数, 总之, 影响学生学习成绩的非智力因素非常多, 所以我们要因材施教, 选择灵活多变的教学方式激发学生的学习兴趣、唤起学生的学习热情, 同时保持好的家庭氛围, 培养学生养成良好的学习方法和习惯, 这样才可以有效的提高 K-12 教育下学生的学习成绩。

参考文献

- 吴晓兵(2013)。上课出勤率与夜大学生成绩关系的调查研究。*北京宣武红旗业余大学学报*, (04), 13-14+27。
- 陈潇(2014)。几种统计学习方法的研究及应用。*中国海洋大学硕士学位论文*。
- 杨志勇(2018)。从学生成绩入手的隐性逃课研究——以某高职英语专业为例。*辽宁行政学院学报*, (02), 85-88。
- 张燕(2019)。基于朴素贝叶斯的英语成绩预测模型构建研究。*自动化技术与应用*, (10), 67-69+88。
- 张霞(2018)。学习动机与努力程度对学生学习成绩的影响研究。*教育理论与实践*, (15), 31-33。
- 宗晓萍和陶泽泽(2020)。改进的 K-近邻算法及其在学习预警中的应用。*河北大学学报(自然科学版)*, (02), 193-199。
- 彭昱忠、王谦、元昌安和林开平(2015)。数据挖掘技术在气象预报研究中的应用。*干旱气象*, (01), 19-27。
- 韩颖、韩雪、李育玲和张建霞(2020)。基于分类回归树模型对护士焦虑结局的预测研究。*护理研究*, (09), 1658-1661。
- 熊云(2010)。基于 LOGISTIC 和 CART 模型的风化影响因素研究。*哈尔滨工业大学硕士学位论文*。

数智融合时代《学习分析技术与方法》省一流本科课程的建设与质量评价

Learning Analysis Technology and Methods Provincial First-class

Undergraduate Courses Construction and Quality Evaluation in the Era of Data and Intelligence Fusion

颜欣¹, 代思琦¹, 张琪^{1*}
淮北师范大学, 教育学院
*zqzhata@sina.com

【摘要】 开展课程建设是高等教育面临的重要任务, 本文论述了学习分析技术与方法课程设置的必要性和可行性, 提出了课程建设的目标, 阐述了课程的逻辑框架和内容体系, 讨论了授课及考核方式。通过本课程的学习, 使学习者领会学习分析的内涵与本质, 了解学习分析的关键技术, 初步掌握数据驱动教学的实践方法; 学会利用学习分析技术提升 e-learning 环境设计有效性的路径与方法。基于学习者的在线评论文本, 计算情感得分, 结果表明大部分学习者对课程持肯定态度, 以期为推进学习分析课程改革提供有效借鉴。

【关键词】 学习分析; 课程建设; 质量评价; 文本情感

Abstract: It is an important task for higher education to carry out curriculum construction. This paper discusses the necessity and feasibility of curriculum setting with learning analysis techniques and methods, puts forward the goal of curriculum construction, expounds the logical framework and content system of the curriculum, and discusses the teaching and examination methods. Through the study of this course, learners will understand the connotation and essence of learning analysis, understand the key technologies of learning analysis, and master the practical methods of data-driven teaching initially. Learn how to use learning analysis technology to improve the effectiveness of e-learning environment design. Based on the online comments of learners, the emotion score is calculated, and the results show that most learners hold a positive attitude towards the course, in order to provide effective reference for promoting the curriculum reform of learning analysis.

Keywords: learning analytic, curriculum construction, quality evaluation, text sentiment

1. 课程背景与意义

对人类学习本质、影响关系与背景因素的探究一直是教育研究者面临的全球性挑战。教育智能时代, 技术支撑的教与学日益常态化, 以学习分析为核心的“数据驱动教学”已成为智能教育时代的重要教学范式(张琪、王红梅和庄鲁等, 2019)。学习分析是落实

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

《中国教育现代化 2035》“统筹建设一体化智能化教学，加快形成现代化的教育管理与监测体系”的重要支撑，是“互联网+”时代与大学生“数字胜任力”、“计算思维”相匹配的重要课程，在历年“地平线报告”中被列为全球基础教育与高等教育中技术促进教学的关键方向与趋势。

国际上，《学习分析技术与方法》已成为一门较为成熟的学科，Springer出版社已发布了4个版本的开放课程，而国内还未有相关的MOOC及在线课程。因此建设一门紧跟时代发展、适用于我国的学习分析教育课程势在必行。学科建设正经历从理论到意涵再到方法的全面深化（周海涛和郑淑超，2022），本课程教学团队设计构建的学习分析技术与方法课程旨在让学习者掌握利用学习分析技术提升e-learning环境设计有效性的路径和方法，为各领域学习者提供理论框架、方法技术与参考实例。

2. 学习分析方法课程建设

2.1. 课程理念与思路

课程主要面向教育技术专业学生，设计过程中需考虑教育技术专业的学科特点。教育技术学为交叉学科，更加注重强调人才的“复合型”知识结构（卢锋、方丽雅和黄宇星，2022），应融合专业理论教学与实践教学。考虑专业差异，注重课程内容框架的搭建。拟建设为影响辐射作用大、富有时代气息、高起点、特色鲜明的在线开放课程。课程与数字胜任力课程、数字素养课程、教育大数据基础课程对接；旨在体现多学科思维融合、跨专业能力融合、多学科项目实践融合。并且在线学习活动丰富，除了提供课程内容、学习指导、案例分析、辅导资源外，还提供了“讨论交流”、“优秀作业”、“给教师留言”、“学习记录”、“学习笔记”等多种工具模块。

以学习者视角展开设计。课程设计、微视频设计、动画设计、案例设计等的引入既契合教育技术专业学生的认知水平，也能让非专业学生和社会学习者理解与掌握。课程团队通过课程内容设计，采用网上实验观摩与实际操作相结合，课内与课外相结合的方式，让学生体会死记硬背与深层学习的区别，改变学习学习分析技术与方法课程的方式，激发学习兴趣，促进知识迁移。

相关内容的凝练重构。综合近年来学习分析的研究成果，围绕学习分析的“数据获取”、“报告呈现”与“判断预测”架构课程脉络。课程开篇为“学习准备”章节，之后为学习者提供一个对所遇到的各种决策，分析工具的概念，依次组件的课程内容框架可能适用于不同层面的学习者。尤其增加了信息的生成能力、教育资源建设能力、新型学习模式的利用能力等内容。

内容提炼特色。基于对大学生已有知识、水平与能力的系统分析，结合对社会学习者的广泛调研，展开课程导学、内容与拓展环节的设计。

以实践为立足点。既聚焦如何收集、分析和呈现数据，同时阐释“为什么分析”以及“分析结果的教育价值”。

体现学科交叉特征。课程从教育学、信息科学、认知科学等领域对学习分析的研究展开剖析。

2.2. 课程目标

改变传统以记忆、理解为主的学习目标，指向发展学生分析问题、解决问题、交流合作、综合评价等高阶能力为核心的深度学习目标。

使学习者了解学习分析的基本概念，理解学习分析的内涵与本质，掌握常用数据分析指标及教育数据处理、分析与可视化展现的基本技能。把握其发展动态，初步领会数据驱动教学的实践方法。

课程与教育智能时代知识素养匹配，使学习者充分认识学习分析对于推进教育信息化、促进教育改革和实施核心素养的重要作用；培养学习者数据素养与数据思维；学习分析的有效应用对于优化教学过程、培养创新人才有巨大意义。

使学习者掌握教育数据挖掘的方法，掌握数据驱动教学的一般流程，掌握学习者建模、教学问题发现与诊断的方法，掌握学习投入的概念与评测技术，掌握学习分析技术促进有效教与学的方法。

学习者在学习过程中还应形成良好的教育数据意识与教育数据思维，遵守教育数据伦理规范。

3. 学习分析方法课程内容

3.1. 内容模块

课程以教育数据的收集、测量与分析为主线，涵盖了学习分析的理论基础、技术方法、实践应用、研究进展和发展趋势等内容。同时，将学习者画像、学习推荐系统与学习分析工具纳入教材内容中，让学习者掌握利用学习分析技术以提升 e-learning 环境设计有效性的路径和方法。课程团队不断丰富与创新课程资源，并结合线上线下混合学习特点，紧扣学习分析课程体系和教学实际展开教学。MOOC 课程拟定为 6 个章节，按视频讲授、课后作品实践、在线讨论展开教学。其中，讲授环节 18 学时，实践环节 9 学时，讨论 15 学时，共计 42 学时。理论与实践的融合贯通，形成“用理论指导实践，用实践深化理论”的良性循环，具体如图 1 所示。



图 1 “学习分析与技术”课程内容体系

每章又细分不同的小节，每个小节对应一个短视频。知识点之间衔接紧凑，学生对要学习的内容一目了然，如图 2。由北京师范大学武法提教授、淮北师范大学张琪教授、淮北师范大学张家年教授、华东师范大学江波教授、华南师范大学詹泽慧教授、江南大学马志强教授、中央电化教育馆黄志南老师等共同授课。

第一章进行学习准备，基于大数据视角，围绕有效地收集、测量、分析、报告与教学过程及行为有关的信息展开，阐释用户模型、领域概念模型、知识内容模型和个性化模型。

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

第二章的内容为学习分析的概念与趋势。介绍学习分析及相关概念的发展，探讨学习分析发展的驱动力；对比国内外在大数据和云计算技术驱动下形成的学习分析框架、应用领域和关键技术，介绍整合的学习分析系统平台；分析大数据创新给学习分析带来的机遇和挑战。

第三章阐明学习分析的本质特征。基本统计分析和学生模型构建贯穿整个教学内容，围绕“评估”、“预测”和“干预”阐释学习分析的本质。“评估”包括基本统计、发现问题学生和学生社交网络分析与应用；“预测”包括构建预测模型、学生分类、学生模型构建和预测学生成绩；“干预”包括“干预—反应”（RTI）模型。选取三个已完成的、从不同角度开展的学习分析研究案例，分别为以问题解决能力为核心的学习分析研究，基于在线学习平台的预测模型，混合学习环境下学情的反馈干预。

第四章了解学习分析的关键技术，在借鉴教育数据挖掘相关技术的基础上，对学习分析的关键技术展开阐释。包括分类、聚类、关系挖掘、社会网络分析、话语分析及文本挖掘一系列方法。

第五章认识学习分析可视化工具。围绕一个整体和以学习为中心的数据视图，阐释个性化反馈与学习者遵循数据驱动的战略。包括学习仪表盘的本质、呈现内容、有用性及有效性研究。

第六章需要领会数据驱动的个性化教学。围绕个性化教学、移动学习、学习测量、学习分析对其进行阐释。包括多维移动影响学习者感知、从教学环境的数字化到学习过程的数据化、学习投入分析、认知分析和思维过程分析。

知识单元	小节	关键词	主讲教师
第一章 学习准备	1.1 学习指南	现状与发展趋势	武法提
	1.2 学习分析初体验	时代背景、概念内涵	张琪
第二章 学习分析概念与特征	2.1 学习分析产生的背景	数据、信息与知识之间的关系	张琪
	2.2 学习分析的概念	量化自我与量化学习	张琪
	2.3 学习分析模型	过程模型、框架模型、领域模型	张琪
第三章 学习分析支撑教与学变革	3.1 学习分析的应用场景	理解数据驱动教学的内涵	张琪
	3.2 数据、信息与知识	学习数据采集技术	张家年
	3.3 从信息论角度看大数据	数据挖掘技术与方法	张琪
	3.4 从数据中探究价值	学习者画像	张琪
	3.5 数据驱动教学	教育神经科学、多模态建模	张琪
	3.6 学习分析促进学习的机制	新进展、全息数据	张琪
第四章 数据挖掘与建模	4.1 教育数据挖掘绪论	应用场景、内涵与相关案例	江波
	4.2 学习行为建模	学习者画像的概念、特征	江波
	4.3 学习者知识状态建模	可视化分析	江波
	4.4 学习者认知模型	认知过程、学习者建模	詹泽慧
	4.5 学习者情感模型	个性化推荐系统、情感模型	詹泽慧
	4.6 多模态学习者模型	多模态数据建模	詹泽慧
	4.7 自适应学习系统技术导论	自适应、智能学习系统	江波
第五章 数据分析技术	5.1 滞后序列分析	行为分析、滞后序列分析	詹泽慧
	5.2 行为模式分析	行为采集、行为序列	马志强
	5.3 经验取样法	ESM、经验采样	马志强
	5.4 认知网络分析	社会网络、认知网络	马志强
	5.5 可视化分析	知识可视化、数据可视化	张琪
	5.6 学习投入分析	行为投入、认知投入、情感投入	张琪
第六章 学习分析实践与趋势	6.1 学情数据类型	学情数据、在线学习建模	武法提
	6.2 学情数据分析	学情分析	武法提
	6.3 学习分析工具	分析工具、反馈循环	张琪
	6.4 学习分析工具的设计流程	学习分析设计、设计框架	黄志南
	6.5 从“沃森”看学习分析的设计	沃森、学习分析设计流程	黄志南
	6.6 多模态学习分析	多模态分析、生物数据建模	张琪
	6.7 从学习分析技术到学习分析学	追踪学习、理解学习、改进学习	张琪

图 2 知识单元安排

3.2. 课程重难点

课程的重点主要在于培养利用学习分析技术提升 e-learning 环境设计有效性的路径和方法。

根据核心内容与创新能力培养展开课程讲授。课程内容围绕真实技术环境表征学习者的状态展开，核心内容与创新能力培养并举，前置低阶教学目标，高阶学习目标和内容，以活动为主线展开，以项目、案例的方式强化学习者的应用能力与深度学习能力。开放实验、虚拟实验、弹性实验制相结合，名师观点与课程内容结合。

融知识传授、能力全面培养和素养培养于一体。对教学目标进行扩充和细化，建立多维分层教学目标。即根据“尊重学生个体经验以及保证核心能力培养”原则制定适合大多数学生水平的整体教学目标。充分考虑学生的专业差异、期待内容，由此制定适合不同类型学生的拓展类教学目标，以体现针对性。重视学生情感态度的养成，做到将情感学习融入教学内容之中；要求学生设计创意性、综合设计类作品；引发学生深入思考和反思，开展形式多样的探讨活动；自主学习、协作学习、研究性学习综合应用。

课程的难点在于训练学生对知识的实操性和高阶知识的运用能力。

虚拟实践环节的设计。同步研发配套精品微视频与虚拟现实案例，采用网上实验观摩与实际操作相结合，案例、模板分析与设计制作相结合，课内与课外相结合的方式。探究

性实验采用课外观摩、预习，课内操作，课后完成实验报告的形式；并遵循设计、制作型实验，采用课内分析、讨论案例，明确设计、制作要求，课外制作的步骤。

多模态学习分析的学习内容设计。将计算机技术、心理学和神经科学内容引入教学之中，围绕分析 e-Learning 环境（尤其是移动学习环境和智慧学习环境）不同学习特质、文化、情绪、认知水平、归纳推理能力的学习个体的生物数据建模展开教学设计。在此基础上围绕个性化学习模型和行为模型展开阐述，以支撑高水平内容设计。

3.3. 课程评价方式

学生在课程学习过程中有过程性和终结性考核考核，评价分为以下三个部分，所占比例为（1）课程讨论（30%）。学员在课程中的“课程交流区”中发帖和回帖的数量总共达 30 条及以上，即可获取满分；（2）模块测验，作业和互评（40%）。模块测验中的每次测验包括 10 道题，每次允许尝试 3 次，30 分钟内完成，取最高成绩。本课程一共有 6 次模块测验。学员在每个模块结束之后的一个星期内提交课程作业，提交作业截止后一周内进行作业互评；（3）在线期末考试（30%）。期末考试采用百分制计分。

2021 年开课至今，共五期，选课总人数达六千多人（表 2）。从表 2 可以看出，学生对《学习分析与方法》MOOC 课程参与度总体较高，比如第一期，本校教育技术专业的学生全部选课，以及大量外校学生。参加考核人数较少可能是由于外校学生仅需要《学习分析与方法》MOOC 课程资源学习，不需要该门课程成绩。但本校教师的学生参与度达到 100%，最终考核人数达 99%。同时，基于混合学习理论，为本校教育技术专业的本科生开设同期 SPOC，将 MOOC 本地化，采用线上线下相结合的教学模式。SPOC 充分发挥 MOOC 的优势，即在教学过程中将授课视频、即时练习、互动论坛活动和考试测验等要素相互交织融合（胡钦太，林晓凡,2015），以促进学习。如 2022 年为本校 2019 级与 2020 级教育技术学专业本科生开设 SPOC，2019 级参加考试人数为 64 人，平均分达 87.91 分；2020 级参加考试人数为 63 人，平均分达 89.11 分。

表 1 MOOC 数据统计

课程	开课学期	选课人数	MOOC 综合考评			
			参加考试人数	完成考试人数	考核通过人数	优秀人数
学习分析与方法	第一学期	2675 人	293 人	242 人	116 人	37 人
	第二学期	1348 人	159 人	212 人	162 人	42 人
	第三学期	1019 人	173 人	149 人	131 人	61 人
	第四学期	477 人	75 人	35 人	30 人	20 人
	第五学期	509 人	70 人	41 人	38 人	13 人

4. 课程质量评价

质量永远是在线课程的生命线，是其可持续发展的核心（李运福、杨晓宏和周效章，2018）。MOOC 讨论区主要是学生与教师之间进行课程内容学习与讨论的场所，学生在讨论区的频繁互动这一行为反映出学生对该课程学习的深入程度、投入程度。而在线评论文本能够客观评判 MOOC 的教学效果，在线评价数据包含学习者的真实体验、质量感知、学习诉求等，对在线评价文本进行情感分析可以实现对课程质量的科学评判。为进行课程质量评价，分别进行学生学习效果评价、评语热点话题分析和情感倾向分析。

4.1. 课堂交流区讨论文本的编码

课堂交流区呈现的是关于教学内容的讨论，讨论的活跃程度一般作为 MOOC 学习者课程成绩的考核方式之一，占课程成绩的 30%。且讨论对教师的教学以及学习者的学习评价是最具参考价值的。讨论题的回复影响学生对课程的学习深入程度，也影响着 MOOC 讨论区学习评价的展开。以每条帖子作为分析单元，将 Gunawardena 的分析框架作为知识建构分析框架，进行统计分析（Gunawardena et al.,1997）。主要是按照其中的五个阶段对讨论

区学生的回答进行分类。如表 2 所示：

表 2 知识建构分析框架

阶段	子阶段
阶段一：提出观点	A. 陈述言论或观点
	B. 一个或多个参与者协定陈述观点
	C. 一个或更多参与者提供证明观点的例子
	D. 提问和回答问题以获取陈述细节
	E. 定义、描述或者鉴别问题
阶段二：提出质疑	A. 鉴别和陈述不同意见
	B. 提问和回答问题以明确不同意见的来源和范围
	C. 再次申明参与者的立场
阶段三：意义协商	A. 协商或者澄清术语本身的意义
	B. 协商各种观点并分辨其重要性
	C. 鉴别冲突概念之间的共同或者部分重叠的地方
	D. 提议并协商体现折衷、共建的新陈述
	E. 整合或容纳包括隐喻和类比的建议
阶段四：检验和修改	A. 根据参与者共享的文化背景检验共建的观点
	B. 根据共建观点检验现有认知模式
	C. 根据共建观点检验个人经验
	D. 根据共建观点检验数据
	E. 根据共建观点检验文献中相互矛盾的证据
阶段五：应用	A. 协议综述
	B. 新知识的应用
	C. 参与者元认知的陈述，说明其对理解自己的知识和思维的影响

将课程第一期讨论模块的讨论内容作为分析对象。采用内容分析法将帖子作为分析单元，根据 Gunawadena 的知识建构 5 阶段分析框架，每个学习者的知识建构水平由其所发帖子的平均知识建构水平表征，即将不同阶段帖子的数量与阶段层级相乘，再除以帖子总数（胡勇，2011）。如表 3 所示，学生的知识建构水平的计算公式为 $(1 * a + 2 * b + 3 * c + 4 * d + 5 * e) / (a + b + c + d + e)$ 。

表 3 知识建构水平统计表

阶段	阶段 1	阶段 2	阶段 3	阶段 4	阶段 5
分值	1	2	3	4	5
帖子数量	a	b	c	d	e

经分析发现，第四层次与第五层次知识建构频率较低，学习者在检验和修改、应用阶段构建较为困难。知识构建多发生在第三层次，表明学习者的知识建构多停留于中低层次。

4.2. 在线评论文本的情感倾向分析

课程质量体现课程价值，MOOC 质量与学习者对课程有效性的感知密切相关。与传统课程不同，MOOC 课程学习者的关注点和质量诉求潜藏于在线评论的大数据中，在线评论蕴含学习者丰富的情感，而情感直接反映学习者对课程质量的感知（张新香和段燕红，2020）。判别词语的情感极性是文本情感分析的基础，情感倾向分析是指对文本的情感正负面即褒义、贬义进行分析判定，主要有基于情感词典和基于机器学习两种方法。由于机器学习依赖语料库，不利于对在线评论文本分类，因此使用词典匹配。

使用八爪鱼采集器进入“学习分析技术与方法”第一期课程评价页面爬取评语，即打开网页、点击元素、提取列表数据和确定采集字段四步，导出为.csv 文件。再对评论进行筛选，去除与评价课程无关、复制的内容，得到 82 条有效评论，直接进行情感值计算。采用 SnowNLP 库，基于情感词典进行情感分析。将文本中的词句与词典配对，计算它的情感数值。为了定量表示词语的情感程度，设定情感分值在 [0.60,1) 为正向情感，在 (0,0.60)

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

学习分析的理解,对课程产生了浓厚兴趣,拓展了学科视野,也提高了他们将理论与实际相结合解决问题的能力。

5. 结语

数据驱动下的教育研究和实践亟须系统而完善的计算分析技术赋能,学习分析作为数据密集型研究范式在教育领域的应用,致力于“测量、收集、分析、报告学习者及其学习环境数据”,助力教育研究从宏观群体走向“每一个体的真实”,使得规模化教学过程中提升学习者的学习绩效以及个人成就成为可能,成为教育领域极具热点和潜力的实践领域。在中国大学 MOOC 运行的学习分析技术与方法线上课程有助于促进学习者理解学习分析,受到了校内外师生普遍好评,认为该课程适合学生线上学习,或用来进行 SPOC 教学,能够取得良好教学成效。课程建设是专业建设的核心任务,课堂教学是实施一流课程建设的重要阵地,建设高水平一流课程,对加快建设高水平本科教育和全面提高人才培养质量具有重要意义(黄宗媛、吴臻和蒋晓芸,2021)。学习分析技术与方法作为教育技术学专业本科生和研究生的核心课程,打造体系全面、虚实结合、交互性强、富媒体的配套微课、案例与电子资源,已取得了良好的教学效果,未来应持续扩大课程试点范围,进一步总结经验,完善课程。

参考文献

- Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of educational computing research*, 17(4), 397-431.
- 胡钦太,林晓凡.面向服务的 MOOCs 分析与教学设计研究[J].中国电化教育,2015(01):39-43.
- 胡勇.虚拟学习社区生生交互对网络学习效果的影响[D].北京:北京师范大学,2011.
- 黄宗媛,吴臻,蒋晓芸.大学数学一流课程建设与实践[J].中国大学教学,2021(03):27-31+2.
- 李运福,杨晓宏,周效章.2018.我国在线课程评价研究热点可视化分析与启示[J].中国远程教育(7):70-78.
- 卢锋,方丽雅,黄宇星.一流学科建设背景下教育技术学学科发展:挑战、机遇与路径选择[J].中国远程教育,2022(07):50-58.
- 张琪,王红梅,庄鲁,赖松.学习分析视角下的个性化预测研究[J].中国远程教育,2019(04):38-45+92-93.
- 张新香,段燕红.基于学习者在线评论文本的 MOOC 质量评判——以“中国大学 MOOC”网的在线评论文本为例[J].现代教育技术,2020,30(09):56-63.
- 周海涛,郑淑超.“四新”学科建设的优化路径[J].中国电化教育,2022(04):9-15.

虚拟探究场景促进学习迁移的设计研究——基于多模态数据的分析

A Study on the Design of Virtual Inquiry Scenarios to Promote Learning

Transfer —— Analysis based on multimodal data

代思琦¹, 范友惠¹, 张琪^{1*}

淮北师范大学, 教育学院

*zqzqhata@sina.com

【摘要】 在数字化时代, 教师作为教育发展的支撑性力量, 提升教师数字化能力尤为重要。为了使职前教师利用虚拟现实技术, 提高其学习迁移能力, 以及为了设计出有效的虚拟现实场景, 本研究使用设计思维对虚拟现实场景进行了多次优化, 将 20 名小学教育和教育技术专业的学生分为两组, 分别采用传统教学方式和虚拟现实技术使职前教师学习探究教学相关知识和操作。运用脑电记录、皮肤电数据记录和问卷以及视频记录的多模态数据测量手段对职前教师的学习专注度、自我效能感、内部动机、认知负荷以及学习迁移进行了分析, 为优化虚拟现实场景提供了建议。

【关键词】 虚拟现实; 场景设计; 学习迁移; 多模态数据

Abstract: In the digital age, teachers as a supporting force for educational development, it is important for them to enhance their digital capabilities. In order to enable pre-service teachers to make full use of virtual reality technology and improve their learning transfer ability and design an effective virtual reality scenario, this study uses design thinking to optimize the virtual reality scenario several times, and then divides 20 elementary education and education technology students into two groups, using traditional teaching methods and virtual reality technology to enable pre-service teachers to learn inquiry teaching-related knowledge and operation respectively. Multimodal data measures of EEG recordings, electrodermal data recordings and questionnaires, and video recordings were used to analyze preservice teachers' learning concentration, self-efficacy, internal motivation, cognitive load, and learning transfer to provide suggestions for optimizing the virtual reality scenarios.

Keywords: virtual reality; design scenario; learning transfer; multimodal data

1. 引言

近年来, 推动教育的数字化转型、加强培养学生的数字素养成为国际组织和世界各国教育改革的重要趋势。教师作为教育发展的支撑性力量, 是教育数字化战略落地、教育理念创新与教育模式深刻变革的关键。虽然, 大部分教师普遍可以将技术迅速地融入教学实践以应对变化, 但是这种应对的层次较不平衡。因此, 为教师提供专门的数字能力发展知识, 帮助他们适应数字化教学的身份转变, 提升知识迁移的能力显得尤为重要。

虚拟现实 (VR) 作为一种具有沉浸感、交互性、想象性等特征的新兴的数字技术, 其被运用于多种教育教学活动中, 包括教师教育。它可以帮助职前教师在 VR 的环境中重复

练习,提升其教学能力,促进其学习迁移。然而,目前的研究主要关注的是VR能否提高职前教师的教学能力。很少有研究关注如何设计VR场景来帮助职前教师学习探究式教学的知识。此外,如何优化VR中的培训一直是一个悬而未决的问题。因此,本研究主要基于库伯的经验学习圈和VR场景构建的原则对探究式虚拟场景进行多次迭代设计和优化,评估VR场景对职前教师探究式学习的影响,为VR场景的设计提供建议。

2. 文献综述

2.1. 虚拟现实及其教育应用VR是以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成与一定范围真实环境在视听、触感等方面高度近似的数字化环境。目前,其被广泛应用于各行各业。在教育领域中,学习者利用虚拟现实技术学习,可增强其学习动机、学习参与感,提升其迁移能力,增强合作意识。对于职前教师来说,VR环境有可能通过为他们提供大的机会来提升他们的能力。目前研究者们主要集中于研究VR技术对教育对象产生哪方面的影响以及如何产生影响,而缺乏研究以用户为中心的VR产品和服务,导致VR中的教学设计较难满足学习者的学习需求。因此,有效的VR场景教学设计是需要研究者关注的,它可以实现与学习者的共情,确保学生成功参与到课堂中,实现课堂的目标。

2.2. 虚拟现实促进学习迁移的研究学习迁移是指一种学习活动对另一种学习活动的影 响,或者是指已有的知识经验对其他活动的影响。在信息化时代,学校教育不可能将一切知识交给学生,学生只有提升学习迁移的能力才能不断适应社会(高楠,刘革平,谢涛,2023)。已有研究表明,VR是一种具有促进学习迁移能力的沉浸式技术,其对促进学生学习的多方面具有巨大潜能。然而,VR技术对用户的各方面的发展并不都是有利的。有研究表明,学习者在虚拟场景中很有可能会因为一些精美的动而导致注意力分散,从而增加学习者的认知负荷,降低学习效果(张慕华等,2022)。因此,优化VR的设计场景,减少学习者的认知负荷,提升学习者的学习效果是值得进一步研究的。

3. 理论基础

3.1. 虚拟现实环境构建原则Quintana和Fernández(2015)提出VR学习场景的建立需要遵循教学、资源、技术和教师四个方面的原则。教学是指虚拟现实培训环境中的教学要素,资源是指在教学过程中提高教师教学效率的一切辅助性资源和工具,技术指虚拟现实培训环境中使用的技术组件,教师指在培训过程中帮助职前教师进行训练的指导教师。基于此,本实验场景设计原则具体如下:

一是教学。这方面在本研究中主要指的是探究式教学过程。在VR环境中,职前教师利用教学内容《小树林的秘密》实施探究式教学。探究式教学过程包括创设问题情境、设计探究方案、实施探究活动、评价和总结反思。这个过程有可能提高职前教师的教学技能和表现。

二是资源。在这个VR环境中,资源涉及自然环境资源、社会环境资源、文化资源和人力资源。自然环境资源主要是指树木、森林和山脉。社会环境资源主要指职前教师与VR环境的互动,职前教师与指导教师的互动,以及学生和教师通过语音提示或者NPC得到的反馈。文化资源涵盖了广泛的学校文化。虚拟教师和学生被归类为人文资源。

三是技术。技术方面包括未来教师技能培养系统、分布式虚拟现实系统、头盔和手柄、虚拟手写板、视觉和语音提示功能。技术可以帮助职前教师提高他们的教学技能,为他们应对信息时代的教学挑战和要求做好准备。

四是教师。教师遵循公平民主的理念,有效地引导学生。在探究式教学之前,他们向职前教师介绍了VR系统。在教学的过程中,他们给职前教师提出了一些建议。之后,他们引导学生记录他们的教学实践,并对教学过程进行反思。

3.2. 经验学习圈理论 Kolb (2014) 指出学习者可以通过对日常事件的敏锐观察和感官体验, 将积累的经验转化为知识, 并从中学习和成长。这说明学生的学习是经验转化的过程。基于这一概念, Kolb (2014) 进一步提出了体验式学习周期, 分为四个阶段: 具体体验、反思观察、抽象概念化和主动实验。学习者可以通过具体的体验, 进行反思性的观察, 构建可靠的知识, 然后通过主动实验验证所获得的知识。这种方法已经被一些学者认为是一种有效的教学方法。基于此, 本研引导职前教师遵循这四个阶段学习步骤, 具体如图 1。

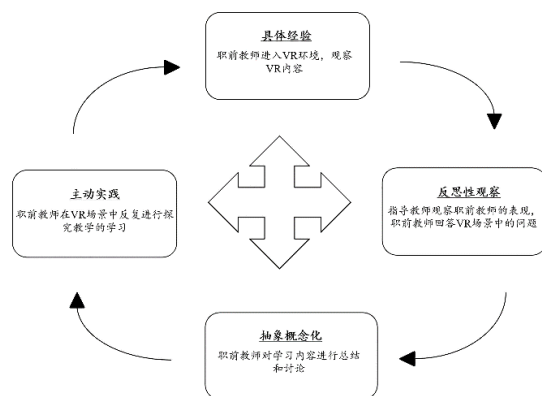


图 1 经验学习圈

3.2.1. 具体体验 在学习开始前, 指导教师介绍了 VR 系统、活动并教职前教师如何操作 VR 模拟系统。在指导教师的帮助下, 职前教师顺利进入 VR 环境, 通过佩戴头盔和操作手柄进行探究式教学。职前教师可以通过 VR 观察学习内容。

3.2.2. 反思性观察 职前教师单独学习的同时, 指导教师观察他们的表现, 并在学习过程中提供及时的反馈。职前教师进行教学时, 相关问题或教学建议在弹窗面板中呈现。在职前教师需要对 VR 系统中的问题进行回答。

3.2.3. 抽象概念化 在这个过程中, 职前教师需要对学习内容进行总结和讨论。此外, 他们需要结合在具体体验和反思性观察阶段所学到的东西, 对他们在 VR 系统中看到的東西进行抽象。

3.2.4. 主动实践 职前教师可以根据指导教师的反馈改变他们的教学行为。如果他们需要提高他们的教学技能, 使他们的教学表现更好, 他们也可以反复进入 VR 系统进行反思和练习。

4. 研究设计

本研究选择了用于培训职前教师探究教学技能的 VR 场景作为研究情境, 选择《小树林的秘密》作为教学内容, 设计了等组实验。对照组在传统课堂教学中学习探究教学相关知识。实验组在研究者利用设计思维对职前教师进行访谈后的优化虚拟场景中进行探究学习。每一位实验参与者均根据 VR 场景中的步骤提示进行探究式教学的学习和练习。

4.1. 研究对象 该实验共 24 人参与, 包括 20 名职前教师和 4 名指导教师, 实验组和对照组中职前教师分别 10 人, 指导教师分别 2 人。职前教师分别为大三教育技术和小学教育专业的学生, 他们均学习过探究式教学的理论知识, 但缺少实践技能培训的经验。4 名指导教师均为教育技术和小学教育专业的资深教师, 在教师技能培训方面经验丰富。

4.2. 虚拟现实场景设计 虚拟现实场景设计主要依据 20 世纪诞生于美国斯坦福大学的设计思维来进行设计的 (Wolniak R., 2017)。设计思维是一个过程, 共有移情、定义、构想、原型、测试五个阶段, 它体现了解决方案的共情设计以及思维 and 创新的迭代。移情过程是设计思维的核心, 其目的是为了确保设计始终关注学生。本研究主要使用设计思维进行了三次迭代, 将虚拟场景进行了优化, 具体设计步骤如下图 2。



图2 虚拟现实场景设计过程

在移情阶段，研究者主要运用访谈的方法收集数据，找到职前教师的需求。确保课程材料的顺利开发。在定义阶段，研究者通过移情所得的数据，定义人物角色、场景和课程材料。在构想阶段，研究者讨论了场景创建的几个选项，考虑真实记录场景和动画版本。在评估之后，选择了动画场景样式。在原型制作阶段，研究者制作了每个场景所需要场景材料，包括每一个探究场景的步骤提示词、记录板以及场景所需的语音提示。在测试阶段，职前教师对原型制作内容的功能进行测试，提供了反馈。设计者对VR场景进行了修改，以满足职前教师的学习需求。关于迭代过程中场景设计要素变化如图3所示。

场景设计 \ 迭代次数	一轮	二轮	三轮
教学方面	教学内容：树林中的秘密 教学流程：创设问题情境、设计探究方案、实施探究活动、评价和总结反思	教学内容：树林中的秘密 教学流程：创设问题情境、设计探究方案、实施探究活动、评价和总结反思 在弹窗中增加一些提示内容	教学内容：树林中的秘密 教学流程：创设问题情境、设计探究方案、实施探究活动、评价和总结反思 在弹窗中增加一些提示内容
资源方面	树林、学校、教师、学生、教室	树林、学校、教师、学生、教室	树林、学校、教师、学生、教室
技术方面	未来教师技能培养系统、头盔和手柄	未来教师技能培养系统、头盔和手柄、虚拟手写板	未来教师技能培养系统、头盔和手柄、虚拟手写板、语音提示功能、协作功能
教师方面	专业教师观察职前教师的表现，并向他们提供一些建议	专业教师观察职前教师的表现，并向他们提供一些建议。专业教师对职前教师进行技术培训。	专业教师观察职前教师的表现，并向他们提供一些建议。专业教师对职前教师进行技术培训。

图3 迭代过程中虚拟现实场景设计要素变化

总的来说，VR场景设计主要根据 Quintana 和 Fernández (2015) 的原则从教学、资源、技术和教师四个角度设计的场景，具体场景主要有虚拟教室和虚拟树林两个。虚拟教室设计的目的是主要有两个方面：一是为探究活动的教师和学生提供创设问题的情境。探究活动中的教师和学生可以通过语音提示和视觉提示以及学习材料进入本课主题。二是为了提供探究活动成果评价、小组展示和反思的情境而设计的。探究活动中的教师和学生可以在探究活动结束后，可以在虚拟教室中进行小组讨论、分享探究结果、总结学习成果以及进行自我评价。虚拟树林的设计主要是为了提供较为沉浸式的情境，供师生进行探究活动而设计的。探究活动中的教师可以组织学生在虚拟树林中观察植物和动物，引导学生探究并记录观察到的内容，帮助学生自主探究以及解决所探究的问题。

4.3. 数据收集与量表工具 本研究中前测问卷主要包括职前教师的基本信息和先验认知水平。基本信息主要包括姓名、性别、年龄、专业等信息。为测量职前教师对探究教学相关知识的掌握程度，先验认知水平的测量主要采用自我报告的方式。在实验过程中主要采用 Muse2 脑电测试设备来实时监测职前教师的 EEG 脑电信号并转换为专注度指数，反映大脑注意力。采用皮肤电测试仪测试职前教师在实验过程中的心理负荷。后测问卷主要是测量职前教师的自我效能感、学习动机和认知负荷，以反映职前教师在虚拟环境中进行探究式教学的情感体验和心理学努力程度。自我效能感问卷的问题改编自 Pintrich (1991) 等人编制的学习动机策略问卷。学习动机问卷主要改编自 Eghrari (1994) 等人编制的内在动机量表。认知负荷的问卷主要源自 Liu (2011) 等人的编制的心理努力程度的问卷。问卷共有 15 题，其中自我效能感、学习动机和认知负荷各 5 道，Cronbach's Alpha 系数分别为

0.82、0.78 和 0.88，均通过一致性检验。此外，知识迁移的测量主要是通过探究式教学相关的测试题和探究式教学的实际操作表现来进行测量。

4.4. 实验流程 本次实验主要在 VR 教室中进行，具体步骤如图 4。在实验开始前，研究人员向实验组参与实验的职前教师介绍了此次实验的基本情况以及 VR 设备的相关操作。实验前测主要包括收集实验组和对照组职前教师的基本信息，了解职前教师的先验知识水平。实验过程中，对照组职前教师在传统课堂中学习探究教学相关知识及操作，实验组在 VR 场景中按照具体体验、反思观察、抽象概念化和主动实验四个步骤学习探究教学的相关知识及操作。两组的学习时间均为 30 分钟。实验后，两组职前教师填写自我效能感、内部动机以及心理努力问卷。接着，两组职前教师完成探究式教学的学习内容测试以及实践操作的任务。

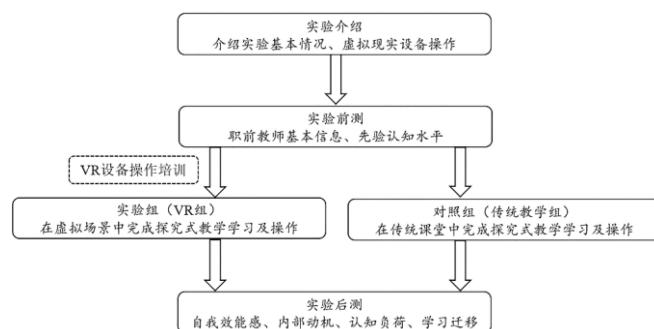


图 4 实验过程

5. 实验结果与讨论

5.1. 问卷数据 本研究在实验前使用了独立样本 t 检验，以分析对照组和实验组的先验知识水平是否存在显著差异。结果表明，两组在知识水平方面不存在显著性差异 ($t = 1.24, p = 0.23 > 0.05$)。

后测结果中，首先，研究者使用协方差分析对两组学生的自我效能感进行了分析，如表 1 所示，结果显示实验组和对照组的探究教学自我效能感有显著差异 ($F = 11.84, p = .003 < .01$)。VR 场景中学习的职前教师的自我效能感 ($Mean = 3.73; SD = .66$) 优于对照组 ($Mean = 3.06; SD = .71$)。由此可得出，VR 场景可用于提高职前教师探究教学的自我效能感。这可能是 VR 给了职前教师一个学习新经验的机会。与传统方法相比，真实的情境体验有助于职前教师理解探究式教学是如何进行的，从而增强了他们的信心。其次，研究者使用方差分析对两组学生的内在动进行分析，如表 2 所示，结果显示实验组和对照组之间的内部动机有显著性差异 ($F = 12.16, p = .008 < .01$)。在 VR 场景中的职前教师内部动机 ($Mean = 4.52; SD = .09$) 明显强于传统教学情境中的职前教师的内部动机 ($Mean = 3.87; SD = .12$)。这与之前 Mouatt (2020) 等人的研究结果一致。研究者分析，职前教师的内部动机增强很可能是 VR 场景中的设计要素吸引了职前教师，使职前教师在 VR 场景中学习感受到乐趣。再次，研究者对两组学习者的认知负荷进行了独立样本 t 检验，如表 3 所示，结果表明，两组的认知负荷程度存在明显的差异 ($t = 3.172, p = 0.003 < 0.01$)。实验组职前教师的认知负荷 ($Mean = 6.95; SD = 0.76$) 高于对照组职前教师 ($Mean = 6.45; SD = 0.69$)。由此可得出，实验组的职前教师比对照组职前教师在学习过程中认知负荷更高，这与 Parong (2018) 等人的结论一致。这可能 VR 场景中的设计要素过于丰富，从而导致了职前教师将精力放在了一些与学习不相关的要素上，增加了其认知负荷。最后，研究者使用协方差分析对两组职前教师的知识迁移进行分析，如表 4 所示，实验组和对照组在探究教学的迁移性上有显著差异 ($F = 4.16, p = .047 < .05$)。使用了 VR 场景的职前教师迁移能力 ($Mean = 14.06; SD = .54$) 优于对照组 ($Mean = 21.35; SD = .63$) 迁移能力。此外，研究人员对实

验参与者的实操视频进行了评价打分，并且利用协方差分析对两组实验参与者的实际操作迁移能力进行了分析，如表 4 所示，结果显示，实验组和对照组在探究教学的迁移性上有显著差异 ($F = 5.38, p = .036 < .05$)。使用了 VR 场景的职前教师迁移能力 ($Mean = 12.08; SD = .43$) 优于对照组 ($Mean = 18.37; SD = .57$) 迁移能力。由此可得出，VR 方法可以用来提高职前教师探究教学的迁移能力。这可能是由于职前教师在 VR 场景中重复练习探究教学操作，使得实验组职前教师能更加熟悉探究式教学相关知识及操作程序。

表 1 自我效能感分析

组别	N	M	SD	F	p
实验组	10	3.73	0.66	11.84*	0.003
对照组	10	3.06	0.71		

注: * $p < 0.01$

表 2 内部动机分析

组别	N	M	SD	F	p
实验组	10	4.52	0.09	12.16*	0.008
对照组	10	3.87	0.12		

注: * $p < 0.01$

表 3 认知负荷分析

组别	N	M	SD	t	p
实验组	10	6.95	0.76	3.172	0.003
对照组	10	6.45	0.69		

注: * $p < 0.01$

表 4 迁移能力分析

迁移类别	组别	N	M	SD	F	p
知识迁移	实验组	10	14.06	0.54	4.16*	0.047
	对照组	10	21.35	0.63		
技能迁移	实验组	10	12.08	0.43	5.38*	0.036
	对照组	10	18.37	0.57		

注: * $p < 0.05$

5.2. 脑电数据 研究者通过 Muse2 采集了职前教师在探究教学学习时的脑电信号，将其进行了功率谱分析，由于在额叶区域的脑电数据能确定用户的参与度和注意力，因此研究者主要分析了额叶区域所测的职前教师的功率谱，如图 5 所示。结果表明实验组的 β 波和 θ 波的范围比对照组的高，实验组的 α 波与对照组的 α 波无显著差异。由于 β 波处于较高水平时，可以使用户的精力更加集中， θ 波反映的是用户的放松状态， α 波能使用户平静下来，促进更深层次的放松和满足感。因而可以得出，一是职前教师在虚拟场景下进行探究教学的学习时更加放松。这可能是由于虚拟场景中的设计要素更加丰富，更注重职前教师的课堂实施能力的提升，职前教师很容易在行动的过程中学到探究教学相关知识，因此学习状态更加放松。二是职前教师在虚拟场景中专注力更强，这与 Luo (2021) 等人的研究结论相符。研究人员分析，这可能是本实验中的 VR 场景满足了职前教师的学习需要，充分调动了职前教师的学习积极性。三是实验组和对照组的职前教师在情绪的自我调节方面无显著差异。研究人员分析，这可能是实验的时间较短或者次数较少，VR 场景对职前教师专注度的影响并未体现出来。

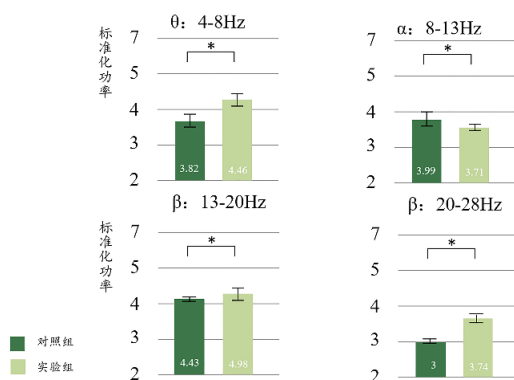


图 5 功率谱图

5.3. 皮肤电数据分析 皮肤电活动 (EDA) 与交感神经直接相关, 可以用来表征个体的心理负荷水平, EDA 指标皮肤电导水平 (SCL) 与皮肤电反映 (SCR) 伴随着心理负荷水平上升而增加 (Noordzij, M. L., Dorrestijn, S. M., & van den Berg, 2017)。本研究使用皮肤电测试仪收集职前教师的心理负荷相关数据, 皮肤电指标变化趋势如图所示。结果显示, 实验组的心理负荷比对照组心理负荷小。研究者分析, 其原因可能是以 VR 技术使职前教师进行探究式教学对职前教师来说较为有趣, 因而职前教师在虚拟场景中的情绪较为放松。此外, 结果显示职前教师在环节 1 和环节 2 中心理负荷水平较低, 而在后面环节心理负荷水平升高。这可能是由于探究式教学的前面两个环节较为简单, 对职前教师的要求不高, 而后面阶段需要职前教师花费更多的精力以应对探究教学学习中的问题, 因而职前教师的心理负荷随着探究教学环节的进行而增加。

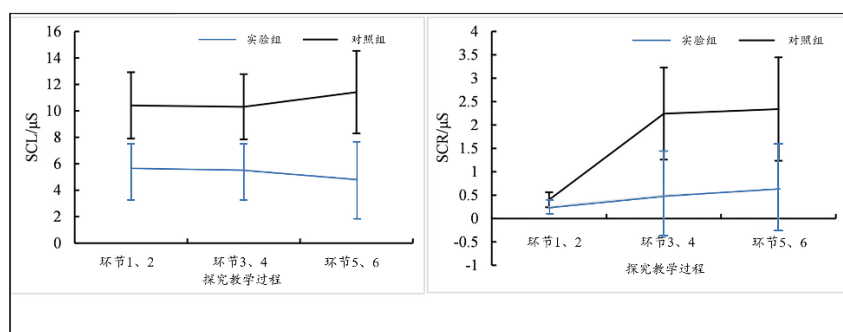


图 6 EDA 指标

6. 结论及建议

在本研究中, 基于设计思维的多次迭代设计并优化了一个 VR 场景, 供职前教师用来学习探究式教学, 促进其学习迁移能力的提升, 同时为 VR 场景设计提供参考建议。研究通过脑电记录、皮肤电数据记录、问卷以及视频记录的多模态数据测量手段对职前教师的学习专注度、学习心理负荷、自我效能感、内部动机、认知负荷以及学习迁移进行了分。结果显示, VR 场景对职前教师的专注度的提升、自我效能感的提升、学习动机的加强、学习迁移的提升是有帮助的。然而, VR 场景的设计的丰富性会增加职前教师的认知负荷。基于此, 本研究通过对职前教师的问卷分析, 为场景优化提出了以下建议: 首先, 在开始学习之前, 职前教师应该对如何利用 VR 场景有一个基本的了解。第二, 在学习过程中应提供虚拟学生的声音和指导教师的及时指导。第三, 在 VR 场景中需要一些工具, 如手写板和摄像头, 以帮助职前教师更好地学习和反思。

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

尽管本研究中设计的 VR 场景让职前教师能够很好地学习,但仍有一些局限性。首先,研究的时间和样本量都不够。其次,在硬件需求、VR 的流动性和可穿戴技术的灵活性方面仍有改进的余地。再次,由于男性和女性在不同的心理层面上体验世界,行为方式不同,不同性别的人可能会有不同的 VR 体验。基于本研究的讨论和局限性,建议未来的研究可能需要更大的样本量和更长的时间段进行深入研究。此外,在未来的研究中,有必要研究 VR 场景中男性和女性的不同认知和行动的差异。

参考文献

- Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., & Leone, D. R. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of personality*, 62(1), 119-142.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Liu, H. C., & Su, I. H. (2011). Learning residential electrical wiring through computer simulation: The impact of computer-based learning environments on student achievement and cognitive load. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 598-607.
- Luo, H., Li, G., Feng, Q., Yang, Y., & Zuo, M. (2021). Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 887-901.
- Mouatt, B., Smith, A. E., Mellow, M. L., Parfitt, G., Smith, R. T., & Stanton, T. R. (2020). The use of virtual reality to influence motivation, affect, enjoyment, and engagement during exercise: A scoping review. *Frontiers in Virtual Reality*, 1, 564664.
- Noordzij, M. L., Dorrestijn, S. M., & van den Berg, I. A. (2017). An idiographic study into the physiology and self-reported mental workload of learning to drive a car. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Europe*.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 785.
- Pintrich, P. R. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*.
- Quintana, M. G. B., & Fernández, S. M. (2015). A pedagogical model to develop teaching skills. The collaborative learning experience in the Immersive Virtual World TYMMI. *Computers in Human Behavior*, 51, 594-603.
- Wolniak, R. (2017). The Design Thinking method and its stages. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, 6(6), 247-255.
- 高楠,刘革平,谢涛等.沉浸式虚拟现实对学习知识迁移效果及效率的影响研究[J].远程教育杂志,2023,41(01):91-101.
- 张慕华,祁彬斌,黄志南,朱永海,李云文.沉浸式虚拟现实赋能学习的内在机理——沉浸感和情感体验对学习效果的多重影响[J].现代远程教育研究,2022,34(06):92-101.

沉浸式探究场景下生成性学习策略的效果研究

A study of the effectiveness of generative learning strategies in immersive

inquiry scenarios

范友惠¹ 杨燕¹ 张琪^{1*}

淮北师范大学, 教育学院

*zqzqhata@sina.com

【摘要】 在技术环境下, 运用有效的生成性学习策略, 能够帮助学习者积极主动的参加并完成认知过程, 促进学习的进行。然而, 以往大多数研究都集中在 VR 的环境下, 沉浸式探究场景却很少有研究关注。因此本文主要探究沉浸式探究场景中运用生成性学习策略的效果。基于此, 将 100 名大学生随机分配至“IVR”和“IVR+自我解释”“IVR+想象”“IVR+教学”四个实验组中, 借助脑波设备和相关量表, 跟踪和测试学习者的大脑认知过程、学习体验和学习效果, 深入探究生成性学习策略的效果影响。结果表明, 在沉浸式探究场景下, 生成性学习策略能够有效地促进学习者的学习效果和学习体验。

【关键词】 IVR、生成性学习策略、学习效果

Abstract: *In a technological environment, the use of effective generative learning strategies can help learners actively participate in and complete cognitive processes and facilitate learning. However, most previous research has focused on VR environments, and immersive exploration scenarios have received little attention. Therefore, this paper mainly explores the effect of using generative learning strategies in immersive exploration scenarios. Based on this, 100 college students were randomly assigned to four experimental groups: "IVR" and "IVR+ self-interpretation", "IVR+ imagination" and "IVR+ teaching", and tracked and tested learners' brain cognitive processes, learning experiences and learning effects with the help of brainwave devices and related scales, and deeply explored the effects of generative learning strategies. The results show that generative learning strategies can effectively promote learners' learning effect and learning experience in immersive inquiry scenarios*

Keywords: IVR, generative learning strategies, learning effects

1. 引言

随着 5G、人工智能、云计算、物联网、区块链等新技术与虚拟现实技术的加速融合, 虚拟现实产业迎来了新的发展窗口期, 催生了虚拟现实产学研平台的兴起与应用。诸多研究表明, 在沉浸式虚拟现实环境中, 学习者可以获得与现实环境十分接近的体验, 从而取得更好的学习效果。但是也有研究发现, 只依赖于 VR 环境并不能给学习者带来很好的学习提升 (Smith P C, Hamilton B K, 2015)。这是因为 VR 在提升学习者的沉浸感和自我效能感的同时, 也带来了较高的外在认知负荷, 从而对学习效果造成了消极影响 (Meyer O A, Omdahl M K, Makransky G, 2019)。梅耶 (R. Mayer) 教授曾提出, 技术在教学中应用的策略与方法才是促进学习的重要原因 (王雪, 王志军和韩美琪, 2019)。生成性学习理论

(Generative Learning Theory) 也认为, 运用合适的教学策略和技术, 能够促进学习者主动理解教学内容, 对信息进行选择、组织和整合, 从而获得良好的教学效果。因此, 我们提出把沉浸式虚拟现实场景与生成性学习策略相结合, 借助脑波仪和多种量表, 评估沉浸式探究场景下生成性学习策略的学习效果和影响, 以期发现适合的生成性学习策略, 既提升学习体验又提升学习效果。

2. 文献综述

2.1. 生成性学习策略 菲奥雷拉 (L. Fiorella) 等人在生成性学习理论的基础上, 提出了八种“促进技术情境下生成性学习发生的策略”: 总结、制图、绘画、想象、自我测试、自我解释、教学和扮演, 如表 1 所示 (Fiorella L, Mayer R E)。当学习者在面对复杂程度较高的学习材料时, 需付出较多的心理努力和投入更多的学习精力, 这会对其情绪和学习效果产生消极影响 (尚晓青、许佳和陈明璋, 2020)。而生成性学习策略可有效促进生成性学习的发生, 并在学习过程中扮演着引导角色, 帮助学习者合理分配认知资源, 避免不良情绪的产生。

表 1 八种生成性学习策略

名称	解释	适用情况	IVR 场景中应用
总结 (Summarizing)	学习者用自己的语言, 简明扼要地说明所学的内容	适用于简单的概念性学习材料	学习者在 IVR 场景中, 将之前的知识与现在的相关知识连接整合, 搭建完整的知识框架
制图 (Mapping)	学习者将印刷或口头文本转换为单词和单词之间的链接的空间排列, 包括概念图、知识图和图形组织者	适用于文本材料的学习	在 IVR 环境中, 学习者将文本知识转化成课程结构空间排列的概念图
绘画 (Drawing)	学习者通过手工或使用计算机工具创建一幅图来描绘课程的内容	适用于有教师指导或参加过预训练的学习者	在 IVR 探究场景中, 学习者用绘画阐释核心的文本知识和相关联系
想象 (Imagining)	学习者创建描述课程内容的心理图像	适用于先前知识经验水平高的学习者	IVR 场景中, 学习者在脑海中构建内容图像
自我测试 (Self-Testing)	学习者回答与所学知识相关的问题	适用范围广, 可促进学习者对学习材料的长期记忆	IVR 场景中, 学习者根据老师的指导, 来回答场景中的相关问题
自我解释 (Self-Explaining)	学习者在学习过程中向自己解释课程内容	适用于帮助学习者理解复杂的概念性材料	IVR 场景中, 学习者主动描述自己的学习过程
教学 (Teaching)	学习者将学习材料组织成他人能够理解的连贯结构, 并通过整合先前知识来讲述材料	适用于小组协作学习	在 IVR 场景中, 学习者将自身客观的探究过程转化成主观的知识经验, 传授给他人
扮演 (Enacting)	学习者在学习过程中模仿学习任务中的相关动作	适用于用身体动作促进生成性加工和学习能力的场合	学习者通过操纵手柄等, 进入到场景中,

			用虚拟化身进行探究学习
--	--	--	-------------

国内外诸多研究者对生成性学习策略的应用效果进行了探究。例如，道劳比 (A. A. Darabi) 等人的研究表明，在学习者通过 VR 学习排除工厂装置故障的技能时，加入自我测试策略，可有效促进学习者对装置故障排除技能的长期记忆，因此，自我测试策略是促进复杂技能学习的有效途径之一 (Darabi A A Nelson DW, Palanki S, 2007); 还有一些研究者借助生理指标测量手段，深入探究了生成性学习策略对学习的作用机制问题。皮忠玲等人进一步采用脑电设备，对学习者的使用生成性学习策略时的脑认知过程进行探究发现，学习者采用生成性学习策略进行学习时，表现出了更高的 θ 和 α 频段振荡，说明生成性学习策略可激活学习者的记忆活动、改善其注意力 (Pi Z, Zhang Y, Zhou W, Xu K, Chen Y, Yang J, Zhao Q, 2021)。

想象策略、教学策略和自我解释策略是三种较为常见且有效的生成性学习策略。想象策略具体是指学习者通过在脑海中想象画面来加工所学的知识；教学策略则强调学习者脑海中的知识内化并进行主观传授给他人；自我解释策略虽然也要求学习者将脑海中的内容外化出来，但与教学形式不同，其外化形式是要求学习者把内容进行自我理解，以口头或者书面文字的形式表达出来。这三种策略均强调关注知识的体系描述 (Model Focused)，要求学习者能够将信息组织、整合并赋予一定的意义，也就是生成知识。因此在本实验之中，将自我解释策略、想象策略和教学策略应用于 IVR 探究式场景中，学习者在探究场景中完成学习后，运用想象策略对刚刚所学习的教学过程在脑海中形成知识的建构框架，对框架内容进行进一步分析、解释和内化，最后运用教学策略，将学习到的知识，主观内化，同时传授给他人。结果表明，想象策略、自我解释策略和教学策略，三者形成知识环，帮助学习者搭建框架，内化知识，并促进知识的迁移运用。

2.2. 沉浸式探究场景对学习者的影响 IVR 环境下学习者能够产生更好的学习体验，从而达到学习效果提升的作用。实验研究表明，以大学生为研究对象，IVR 环境不仅能够提高学习者的学习兴趣，还能促进其在学习活动中的参与程度 (Shih Y C, 2015); 也有实验表明，母语非英语的学习者在 IVR 技术构建的伦敦城市环境中，具有较好的沉浸感，其学习动机和学习效果也得到了显著提升 (沈夏林和杨叶婷, 2020); 沈夏林等人发现在沉浸式 VR 环境中学习地理，学习者的学习体验 (沉浸感和学习满意度) 和认知效果都能得以提升 (Slater, M., & Wilbur, S, 1997)。

2.3. 理论基础

2.3.1. 多媒体学习认知理论 CTML (Mayer, 2009) 认为，人的信息加工系统包括图像(视觉)加工和言语(听觉)加工双通道，每个通道的加工能力都是有限的;主动的学习要求对学习过程中各种认知加工过程进行协调。在多媒体教学过程中可能发生三种类型的认知加工：外部加工、基本加工和生成加工，其中生成加工旨在理解材料的认知加工，由学习者努力的动机引起。从一个角度来看，理论表明，身临其境的 IVR 可以通过提供更真实的体验来促进生成性处理，从而产生更高的存在感 (Milk, C, 2015)。这将导致学习者付出更多的努力，积极参与认知处理，以构建材料和经验的连贯心理表征，从而产生能够更好地支持解决问题转移的学习结果。这种期望与杜威 (1913) 最初提出的学习兴趣理论一致，杜威认为学生通过积极与环境互动，在生态环境和任务中的实践经验进行学习。沉浸感的增强可能会导致学习，这一预期可能与 IVR 特别相关，因为用户体验到的存在感会产生非常强大的情感影响 (Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R. B., & Chen, J, 1999)。萨尔兹曼的模型也表明，沉浸式环境会产生更强的存在感，从而提高参与度和动机，并对教育材料进行更深

的认知处理。因此，基于这些动机论点，预计沉浸式虚拟现实将提供更高水平的存在感和生成性认知处理，这将导致更高级别的学习和迁移。

2.3.2. 生成性学习理论 生成性学习理论认为，生成性学习过程是指学习者对重要信息（如，图像、文字、声音等）进行选择后，在工作记忆中将其组织成连续的新的心理表征信息，最终与先前知识整合并存储在长时记忆之中（Mayer R E, 2016）。其中，组织和整合过程是进行生成性学习的重要标志。在沉浸式虚拟现实探究场景中，使用生成性学习策略最重要的一点就是需要学习者积极主动的进行组织、整合，既对于知识有一个内化的过程，真正把新学习的知识通过与自己原有知识进行联结，使新信息更有意义，从而促进对新信息的理解和记忆。考虑到处理能力是有限的，如果学习者参与了过多的无关处理，那么就没有足够的的能力进行必要的生成处理。因此，实验中教学设计的一个目标是减少学习者的外来加工，另一个目标就是培养生成性加工，所以选择沉浸式虚拟现实教室作为学习环境，因为在高度沉浸式环境激励学习者更深入地加工材料的程度上，他们将增加学习。

3. 研究方法

3.1. 实验材料 本研究的实验材料主要分为前测问卷和后测问卷。

前测问卷包括两类知识问卷。（1）先前知识问卷。与事实性知识紧密相关的知识内容，用来测试被试对即将要学习知识的了解程度，包含5道测试题。（2）阅读理解能力问卷。采用 PISA 中的一篇测试项目《小陶土》作为测量被试的前测材料。阅读内容的字数为1191字，阅读理解测试题为10道包含排序、简答和选择三类题型的测试题。

后测问卷包括两类问卷。（1）存在感测试。采用了舒伯特、弗里德曼和雷根布莱希特的问卷(2001)（2）兴趣与投入量表。采用了帕龙的兴趣与投入量表（Parong J, Mayer R E, 2018）。测量被试对学习过程的兴趣与投入度。（3）学习效果测试材料。为事实性知识，10道测试题，类型均为选择题和填空题，保持测试题目5道，迁移测试题目5道。

3.2. 实验仪器 脑波仪一台：型号为 TobiiProX3-120，采样率为120Hz，允许被试的操作距离为50厘米~90厘米、被试头部在约50厘米*40厘米的区域内移动。沉浸式头戴显示器一台（HMD）。

3.3. 实验室构建 本实验中使用的虚拟模拟是关于《生物多样性》的主题，为学生创建虚拟教室和虚拟树林两种教学场景。虚拟现实教室提供教材等相关教学资源，学生在此学习探究式教学理论知识、熟悉探究式教学流程。虚拟树林则提供动植物等资源，学生在此进行实地观察和探究。在培训过程中，有关的教学建议将以弹窗的形式呈现，同时弹窗也会就教学实施情况向学生呈现相关教学问题，他们可以自主回答问题，系统会自动记录他们的答案和训练的过程。此外，系统配备视觉提示和语音提示功能，帮助指导教师和学生进行实时交流与互动。系统中嵌入的3D技术可创立一个精准的、可探究的场景，当学生佩戴虚拟设备（如头盔和手柄）时，他们可在虚拟和现实之间进行转换获得虚实融合的教学体验，增强临场感。

3.4. 被试 实验被试选定大学生共100名，所学专业大部分为教育技术学，少部分为汉语言文学、数学与应用数学，年龄分布在20~25岁之间，所有被试都填写过先前知识问卷，对沉浸式头戴设备有一定了解。100名学生平均分成四组，每组人数25人。被试被随机分配到四种实验条件：（1）重复学习组（n=25）：告知被试在学习完一段学习材料后，重复观看学习；（2）想象策略组（n=25）：被试在学习完一段学习材料后，要求在脑海中想象刚刚所学内容；（3）教学策略组（n=25）：被试在学习完一段学习材料后，将学习材料组织成他人能够理解的连贯结构，并通过整合先前知识来讲述材料；（4）自我解释策略组（n=25）：告知被试在学完一段学习材料后，写下对刚刚所学习内容的解释。

3.5. **实验设计** 本研究设计了三组实验组和一组对照组，分别为“IVR+自我解释”“IVR+想象”“IVR+教学”“IVR”，通过组间对比分析沉浸式场景中生成性策略对学生的产生的影响。实验设计如图 1 所示。

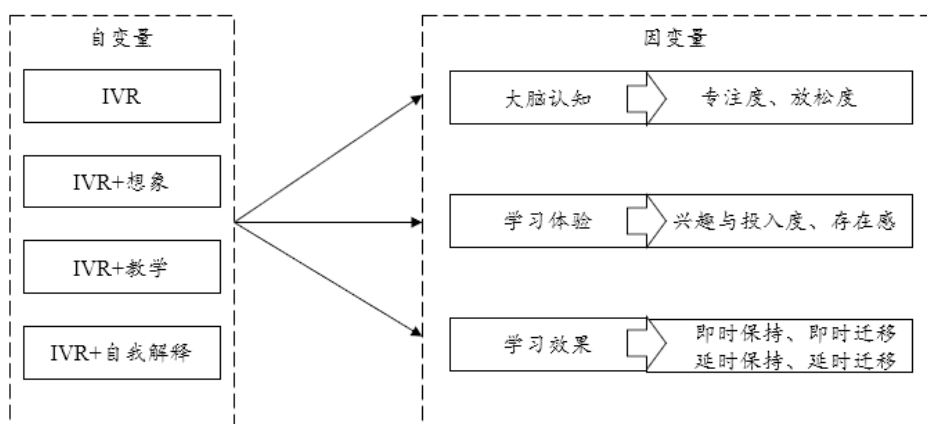


图 1 实验设计

3.6. **实验流程** 本实验在沉浸式虚拟现实实验室中展开，每位被试逐一进行测试，时间为 30 分钟。实验流程如图 2 所示。

1. 第一阶段：准备

被试进行 IVR 操作训练，填写基本信息以及先前知识水平问卷，进行理解能力测试。

2. 第二阶段：实验实施

100 名被试分为实验组和对照组，指导教师引导被试坐在设备前椅子上，并说明实验的流程和注意事项，然后为其佩戴 HMD、脑波仪等。佩戴完成后，被试按照实验设计进行学习。三组实验组的被试分别进行想象、教学和自我解释，对照组则是重复学习。

3. 第三阶段：实验后测

被试积极完成兴趣与投入量表、存在感量表的填写，导出脑波仪数据，完成学习效果测试，一周后进行延迟学习效果测试。

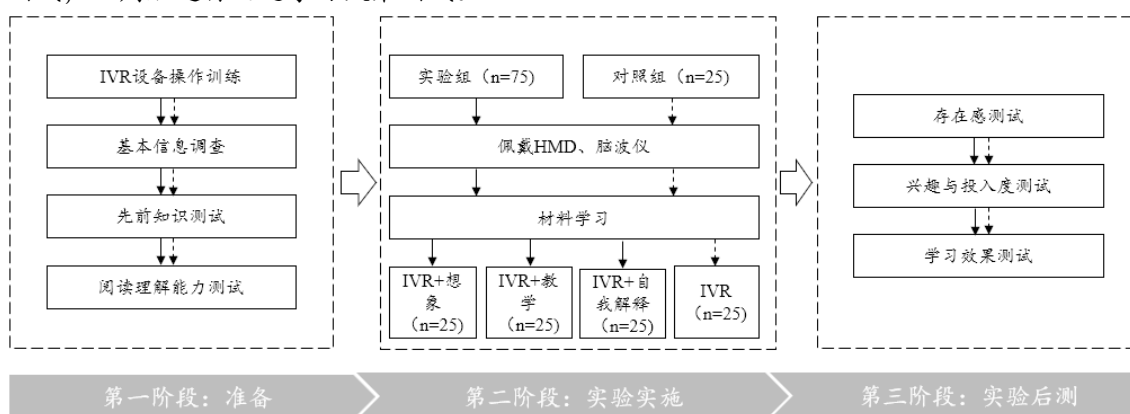


图 2 实验流程

4. 研究结果及讨论

4.1. **脑电数据分析** 我们的结果表明，在进行实验任务时， θ 功率增加， α 功率保持不变或略有下降。此外，“IVR+自我解释”“IVR+想象”“IVR+教学”条件下的这种增加比只有 IVR 条件下要大得多，这可能反映了使用生成性学习策略时有更高的专注度和投入度。实验数据表明，生成性学习策略更能显著促进 IVR 环境中学习效果的提升。当戴着 HMD 的同时采用生成性学习策略时，额中线 θ 波节律的认知反应会增加。这反过来可能表明用户

在虚拟环境中的参与度普遍增加。如果得到验证，这一发现将对那些目前在虚拟现实领域寻求电子学习机会的人产生重大影响。

4.2. 问卷数据分析 为了考察学习策略对学习者的学习体验和学习效果影响，分别以四种实验条件为自变量，以被试的存在感、兴趣与投入度和学习效果为因变量，进行单因素方差分析。各因变量的描述性统计结果见表 2。

表 2 描述性统计结果

实验条件	重复学习 (n=25)	想象策略 (n=25)	教学策略 (n=25)	自我解释策略 (n=25)
先前知识经验	5.15 (2.80)	5.72 (2.07)	5.52 (2.89)	6.37 (2.69)
存在感	4.40 (0.91)	3.83 (0.67)	4.65 (0.80)	4.47 (0.78)
兴趣与投入度	30.95 (4.58)	30.28 (6.47)	31.02 (6.02)	34.77 (4.62)
学习效果	-0.15 (0.76)	0.24 (1.04)	-0.35 (1.06)	0.26 (0.83)

注：括号中的数值为标准差

首先，对学习者的先前知识经验进行检验，结果发现，四组学习者在得分上无显著差异 $[F(3, 116) = 1.138, p = 0.337, \eta^2 = 0.03]$ ，即四组学习者均处于相似的先前知识经验水平，因此，可以排除被试先前知识经验水平对研究结果的影响。运用阅读理解知识问卷，测试当前学生的阅读理解能力。经测试，发现当前 100 名学生的阅读理解能力并无明显差异，由此将学生分为均等的四组。

4.2.1. 存在感 为探究学习策略对学习者的存在感的影响，对四组学习者的存在感进行单因素方差分析，结果发现组间有显著差异 $[F(3, 116) = 5.89, p = 0.001, \eta^2 = 0.13]$ ，LSD 事后检验发现，想象策略组、教学策略组和自我解释策略组都比重复学习组的学习者报告了更高的存在感(MD=0.57, $p = 0.007$; MD=0.82, $p = 0.05$)。结果表明，学习策略会影响学习者的存在感，具体表现为相比于重复学习组，想象策略组、教学策略和自我解释策略组的学习者表现出更加明显的存在感。

4.2.2. 兴趣与投入度 为探究学习策略对学习者的兴趣与投入度的影响，对四组兴趣与投入度进行单因素方差分析，结果发现，组间有显著差异 $[F(3, 116) = 4.02, p = 0.009, \eta^2 = 0.09]$ ，LSD 事后检验发现，想象策略组、教学策略组和自我解释策略组比重复学习组的学习者有更高的兴趣与投入度(MD= 3.82, $p = 0.009$; MD=4.49, $p = 0.002$; MD=3.75, $p = 0.010$)，其他组别没有显著差异($ps > 0.05$)。结果表明，学习策略影响了学习者的兴趣与投入度，具体表现为相比于重复学习组，想象策略组和教学策略组，自我解释策略组的学习者会有更高的兴趣与投入度。

4.2.2. 学习效果 为探究学习策略对学习者的学习效果的影响，对四组学习策略的学习效果进行单因素方差分析，结果发现，组间有显著差异 $[F(3, 116) = 3.16, p = 0.027, \eta^2 = 0.08]$ ，LSD 事后检验发现，相比于想象、教学和自我解释策略组，重复学习组的学习效率更低(MD=-0.59, $p = 0.015$; MD=-0.61, $p = 0.012$)，其他组别没有显著差异($ps > 0.05$)。结果表明，学习策略对学习者的学习效果有显著提升，想象策略组、教学策略组和自我解释策略组的学习效果显著高于重复学习策略组。具体而言，应用生成性学习策略，可显著增加学习者的心理努力程度，激发学习者在学习过程中的积极情绪，降低其学习过程中的消极情绪和对学习任务的感知难度，使学习者产生结果性积极情绪，进而带来愉悦的心流体验，最终取得更好的保持和迁移成绩。

综上所述，在 IVR 环境中使用想象、教学和自我解释的学习策略显著提高了学生在生物课上的学习存在感和投入度，他们会投入更多的认知资源到学习材料上，最终产生良好的学习体验和学习效果。

5. 结论与展望

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

上述研究表明,在沉浸式探究场景下应用生成性学习策略,对学习者的脑认知、学习体验和学习效果有积极地作用。研究通过构建虚拟生物实验室,采用脑波仪、问卷和量表等手段,对生成性学习策略的效果进行测试。具体来说,“IVR+自我解释”“IVR+想象”“IVR+教学”的策略可以激发学习者在学习过程中的积极情绪,有效引导学习者主动地完成选择信息、组织信息和整合信息的生成性认知加工过程,降低对学习任务的感知难度,进而取得更加的学习效果。

本研究中使用的生成性学习策略在实验环境中进行调查是复杂的,因为教学行为涉及许多因素。比如,时间的限制、样本量较少等问题。因此,未来的研究应该试图解决这些问题,在研究中探索学习策略的效果。虚拟生物课堂中,这种干预没有重复,因为这是生物课程的一部分,学生们在这门课程中只进行一次探究过程。未来的研究可以集中于纵向研究,以调查单一IVR课程或多个IVR课程作为扩展教育计划的一部分的长期影响。

参考文献

尚晓青,许佳,陈明璋.数学知识视觉化呈现原理、方法与实践研究——以“分数的初步认识”单元教学为例[J].电化教育研究,2020(9):123-128.

沈夏林,杨叶婷.空间图式:沉浸式虚拟现实促进地理空间认知[J].电化教育研究,2020(5):96-103.

王雪,王志军,韩美琪.技术环境下学习科学与教学设计的新发展——访多媒体学习研究创始人 Richard Mayer 教授[J].中国电化教育,2019(10):8-13+31.

王雪,杨文亚,卢鑫,王崑羽,张蕾,苏秋实.生成性学习策略促进VR环境下学习发生的机制研究[J].远程教育杂志,2021,39(03):65-74.

Darabi A A, Nelson D W, Palanki S. Acquisition of troubleshooting skills in a computer simulation: Worked example vs. conventional problem solving instructional strategies[J]. *Computers in Human Behavior*, 2007, 23 (4) :1809-1819.

Fiorella L, Mayer R E. Eight ways to promote generative learning[J].

Hellenbrand J, Mayer R E, Opfermann M, et al. How generative drawing affects the learning process: An eye-tracking analysis[J]. *Applied Cognitive Psychology*, 2019.

Lee, E. A.-L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 55(4), 1424–1442.

Mayer R E. Multimedia learning. second edition [J]. Cambridge University Press, 2009, 23 (20) :318. *Educational Psychology Review*, 2016, 28 (4) :717-741.

Meyer O A, Omdahl M K, Makransky G. Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment[J]. *Computers & Education*, 2019

Milk, C. (2015). Chris Milk: How virtual reality can create the ultimate empathy machine.

Parong J, Mayer R E. Learning science in immersive virtual reality[J]. *Journal of Educational Psychology*, 2018, 110 (6) :785.

Pi Z, Zhang Y, Zhou W, Xu K, Chen Y, Yang J, Zhao Q. Learning by explaining to oneself and a peer enhances learners' theta and alpha oscillations while watching video lectures[J]. *British Journal of Educational Technology*, 2021, 52 (2) :659-679.

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

Ponce H R, Mayer R E, Loyola M S, et al. Study activities that foster generative learning: Notetaking, graphic organizer, and questioning[J]. *Journal of Educational Computing Research*, 2020, 58 (2) : 275-296.

Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R. B., & Chen, J. (1999). A model for understanding how virtual reality aids complex conceptual learning. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(3), 293–316.

Shih Y C. A virtual walk through London: Culture learning through a cultural immersion experience[J]. *Computer Assisted Language Learning*, 2015, 28 (5) :407-428.

Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6, 603–616

Smith P C, Hamilton B K. The effects of virtual reality simulation as a teaching strategy for skills preparation in nursing students[J]. *Clinical Simulation in Nursing*, 2015, 11 (1) :52-58

Zhou Y, Ji S, Xu T, et al. Promoting knowledge construction: A model for using virtual reality interaction to enhance learning[J]. *Procedia Computer Science*, 2018, 130:239-246.

結合情境感知與環景導覽引導機制之遊戲式行動導覽學習模式對學

習者學習動機與成效之影響

Investigating the Impact of a Game-based Mobile Learning

Approach that Integrates Context Awareness and 720° 3D

Navigation on Learners' Motivation and Learning Effectiveness

陳君銘^{1*}, 葉鎮源¹, 徐典裕²

¹ 國立自然科學博物館營運典藏與資訊組

² 國立自然科學博物館科學教育組

* jackychen.academic@gmail.com

【摘要】 近年來，行動導覽和遊戲式學習等學習方式的快速發展為學習者提供了更多的學習選擇。然而，在博物館參觀學習過程中，時間限制常常成為學習活動的限制因素，因此如何提供一個有效的學習引導和輔助工具，已成為博物館學習中一個重要的議題。為此，本研究將情境感知和環景導覽結合，設計了一個遊戲式行動導覽學習模式，以加強學生對博物館展示內容的記憶與理解。研究結果顯示，本研究提出的遊戲式行動導覽學習模式能夠有效提升學生的學習動機和學習成效。

【關鍵字】 情境感知；環景導覽；遊戲式學習；博物館學習

Abstract: In recent years, the rapid development of mobile learning and game-based learning has provided learners with more opportunities to learn. However, the issue of providing effective guidance and assistance for museum learning activities under time constraints has become increasingly important. Therefore, this study combines context awareness and 720° 3D navigation to design a game-based mobile guiding learning approach that enhances students' understanding and memory of museum exhibits. The results of the study indicate that the proposed game-based mobile guiding learning approach can effectively improve students' learning motivation and effectiveness.

Keywords: context awareness, 720° 3D navigation, game-based learning, museum learning

1. 前言

過去研究指出，在核心素養和能力的養成方面，博物館扮演了不可或缺的角色，並對於發展學習者各方面的能力產生正面的影響 (Chen, Lee, & Hung, 2022; Kagan et al., 2022)。然而，傳統博物館由館員或老師進行講述式導覽學習，學習者只能被動聆聽，在缺乏足夠的學習引導及參觀時間有限的情況下，很難有效引導學習者觀察、探索及掌握學習概念與知識。這樣的情況下，學習者很可能會感到學習無所適從，進而影響學習動機及成效。

因此，為了提升學習者在博物館導覽學習的效率和成效，適當的引導策略或工具對於幫助學習者理解和學習博物館中的知識是必要的。研究也指出適當的引導策略有助於提高遊客的參與度和興趣 (Degner, Moser, & Lewalter, 2022; Hwang, Wang, & Lai, 2021; Nortvig,

Petersen, Helsinghof, & Brænder, 2020)。當遊客參與到學習活動中時，他們會更加投入學習，更願意學習更多的知識。因此，本研究結合情境感知與環景導覽引導機制，設計了一個遊戲式行動導覽學習模式，引導至博物館場域中進行觀察、探索與體驗，強化學習者對博物館展示內容的記憶與理解。期望在博物館導覽學習過程中，能對於學習者的學習興趣及成就有正面的影響。

2. 結合情境感知與環景導覽引導機制之行動導覽學習系統之建置

本研究結合情境感知之行動導航與 720° 3D 環景導覽引導機制，並建置出一套遊戲式行動導覽學習環境。透過闖關任務型態的遊戲式學習引導，搭配情境感知之行動導航功能引導學習者至學習點，並於闖關過程中先將綜觀的簡要知識概念導入各關學習活動中，再藉由環景導覽中引導學習者漫遊展場及透過遊戲過程中所提供的線索、學習提示及補充教材來解決問題，進而掌握更微觀的知識內容與架構，藉由學習者與實際環境及與學習系統間的互動，逐步建構出對環境生態的知識。

本系統包含：

- (1) 情境感知行動導航模組：結合闖關任務型態的遊戲式學習方式，提供學習者更精準的自主學習路徑指引及快速融入遊戲情境，除節省找尋學習物件時間外，透過掌握學習者位置及目前學習進度，主動引導學習者探索各關及觀察展場的學習主題、目標及進行學習活動，從而讓學習者更好地理解及記憶所學內容。

- (2) 環景導覽引導及回饋模組：

運用 3D 環景掃描所建構 720 度虛擬場景，進一步延伸教學場景，提供學習者虛擬實地了解不同環境與生態間知識脈絡，並基於情境感知行動導航模組所獲得的知識概念，進一步引導學習者統整、建構學科知識與發掘學習者理解的真實情形，進而有效診斷出學習者問題點，引導相關的提示及補充教材。

本系統介面及流程如圖 1 所示。在遊戲過程中，系統即時掌握學習者目前位置並繪出導覽路徑，引導學習者於各個學習點間進行闖關，並結合情境感知與環景導覽引導機制，在真實環境下進行環境議題的觀察、回答遊戲中的問題及釐清相關概念，讓學習者透過系統化的學習及評量，進行學習和補救教學，進而增進學習者的學習興趣，更讓學習者加強較弱的概念，提升學習成就。



圖 1 學習系統介面及流程

3. 實驗設計

本實驗流程如圖 2 所示，研究對象為某大學一年級的學生。控制組使用傳統行動導覽學習模式，沒有導入實驗組的結合情境感知與環景導覽引導機制，但與實驗組一樣有相同的行動導覽、學習教材及評量內容。活動前，兩組學生先於學校端進行通識課程及學習系統操作教學、前測與前問卷，接著，於博物館環境中，實驗組採用情境感知與環景導覽引導機制之遊戲式行動導覽學習模式、控制組採用傳統行動導覽模式進行博物館學習。活動

結束後，進行後測學習成就測驗及後問卷。

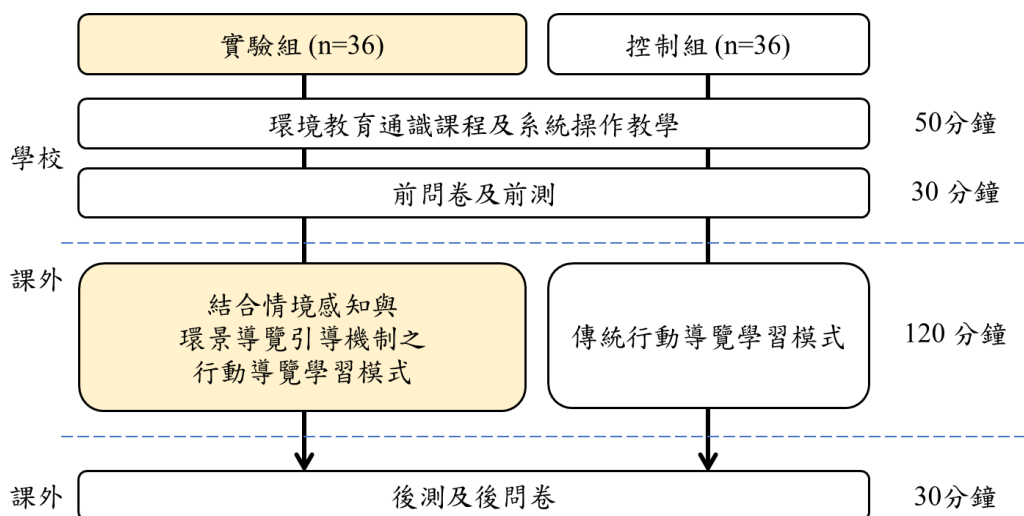


圖 2 實驗流程圖

4. 實驗結果

4.1. 學習動機分析

本研究評估學習者使用「結合情境感知與環景導覽引導機制之行動導覽模式」前、後的學習動機是否有所差異，採用 Wang 及 Chen (2010) 所開發的學習動機 5 點量表 (Cronbach's alpha 為 0.79)。首先針對兩組學習前、後學習動機問卷結果進行成對樣本 t 檢定分析，實驗結果發現實驗組在學習前、後學習動機達顯著差異 ($t=-6.33, p<0.001$)，顯示實驗組使用「結合情境感知與環景導覽引導機制之行動導覽模式」在學習後的學習動機顯著優於學習前的表現。相反地，控制組學習前後的學習動機未達顯著差異 ($t=-0.44, p>0.05$)，這結果顯示控制組使用「傳統行動導覽學習模式」學習後，並沒有因為在真實情境中導入行動導覽學習模式而產生更好的學習動機。

4.2. 學習成就分析

本研究針對兩組前測成績進行 t 檢定分析，用以評估學習者使用「結合情境感知與環景導覽引導機制之行動導覽模式」對於學習成就是否有顯著影響。實驗結果指出控制組在前測平均數及標準差分別為 58.47 和 5.19；實驗組則為 58.75 和 6.47。t 檢定結果 ($t = -0.201, p > 0.05$) 也說明活動前實驗組與控制組之間沒有明顯的差異。

接著，本研究採用單因子共變數分析 (ANCOVA) 方法驗證兩組學習者對於學習成就上的差異，並以前測成績為共變量、後測成績為因變數進行分析。為符合共變數分析之基本假設，以兩組成績進行變異數同質性檢定與組內迴歸係數同質性檢定。變異數同質性檢定得到顯著性為 .116 ($F=2.54$) $>.05$ ，未達顯著水準，表示兩組成績之變異數具有同質性，符合共變數分析之基本假設。迴歸係數同質性檢定分析得到顯著性為 .112 $>.05$ 亦未達顯著水準，表示兩組迴歸線之斜率相同。本研究實驗組與控制組具有同質性，符合共變數分析之基本假設，可進行共變數分析。實驗結果指出後測調整平均數及標準誤在控制組分別為 66.11 和 1.157，實驗組則為 70.15 和 1.157。其結果 ($F = 6.09, p < 0.05$) 發現兩組在學習成就上有顯著差異，這也隱含使用「結合情境感知與環景導覽引導機制之行動導覽模式」的實驗組，比使用「傳統行動導覽學習模式」的控制組更有助於提升學習成就。

4.3. 認知負荷

為評估不同學習方法是否對學習者的認知負荷產生不同的影響，本研究採用 Hwang、Yang 及 Wang (2013)發展的認知負荷 5 點量表，其問卷包含 5 題心智負荷及 3 題心智努力面向，對應的 Cronbach's alpha 分別為 0.88 和 0.84。實驗結果指出實驗組的平均數及標準差分別為 2.51 和 0.56；控制組則為 2.89 和 0.32。t 檢定結果($t = -3.89, p > 0.01$) 顯示兩組心智負荷面向達顯著差異，這也隱含了結合情境感知與環景導覽引導機制之行動導覽學習模式，有助於降低學習者的認知負荷。

5. 結論

本研究提出了一種結合情境感知和環景導覽引導機制的行動導覽學習模式，以探討新的學習模式對博物館導覽學習之學習動機及成效上的影響，並透過實驗評估其方法有效性。研究結果發現，與傳統行動導覽學習方式的學習者相比，使用結合情境感知和環景導覽引導機制，有助於學習者在學習過程中能更好地掌握學習概念和促進知識整合，進而有更好的學習表現及學習動機。而本研究因時間及對象因素限制，建議未來可進一步探討不同年齡與學習風格對學習者的影響、在不同學科領域及學習目標下的適用性，以滿足多元教學場域及行動需求。

參考文獻

- Chen, T. L., Lee, Y. C., & Hung, C. S. (2022). A Study on the Effects of Digital Learning Sheet Design Strategy on the Learning Motivation and Learning Outcomes of Museum Exhibition Visitors. *Education Sciences, 12*(2), 135.
- Degner, M., Moser, S., & Lewalter, D. (2022). Digital media in institutional informal learning places: A systematic literature review. *Computers and Education Open, 3*, 100068.
- Hwang, G. J., Wang, S. Y., & Lai, C. L. (2021). Effects of a social regulation-based online learning framework on students' learning achievements and behaviors in mathematics. *Computers & Education, 160*, 104031.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education, 69*, 121-130.
- Kagan, H. J., Kelly-Hedrick, M., Benskin, E., Wolffe, S., Suchanek, M., & Chisolm, M. S. (2022). Understanding the role of the art museum in teaching clinical-level medical students. *Medical education online, 27*(1), 2010513.
- Nortvig, A. M., Petersen, A. K., Helsinghof, H., & Brænder, B. (2020). Digital expansions of physical learning spaces in practice-based subjects-blended learning in Art and Craft & Design in teacher education. *Computers & Education, 159*, 104020.

運用創新多元數位內容提升大學生自主學習能力與動機之實踐與研究

Using Multiple Innovative E-Learning Content to Promote Self-Directed Learning Skills and Motivation for College Students

陳信助¹, 楊政穎², 賴阿福³

¹ 中國文化大學 教育系

² 臺北市立大學 資訊科學系

³ 臺北市立大學 資訊科學系

cxz4@ulive.pccu.edu.tw

【摘要】 隨著社會經濟快速變遷，復加數位網路科技的蓬勃發展，「自主學習」是未來人才必備的能力。後疫情時代中，如何培養學生自主學習能力，更是各級學校重要議題。本研究旨在運用多樣且創新的數位內容，提供學生自主學習上，具有適性修習的彈性與空間，藉以提升大學生自主學習能力與學習動機，同時觀察在學習者適性學習與成效上產生的影響。

【關鍵字】 後疫情時代、自主學習、數位學習、適性學習

Abstract: With the rapid social and economic changes and the vigorous development of digital network technology, "self-directed learning" is an essential ability as future talents. In the post-epidemic era, how to cultivate students' self-directed learning skill and motivation is an important issue for schools at all levels. This research aims to use a variety of innovative E-Learning content to provide students with flexibility and space for adaptive practice in autonomous learning, so as to improve college students' self-directed learning skill, and at the same time observe the impact on learners' adaptive learning and effectiveness.

Keywords: Post-Epidemic Era, Self-Directed Learning, E-Learning, Adaptive Learning

1. 前言

資訊爆炸的時代，社會經濟快速變遷，復加數位網路科技的蓬勃發展，人類為了生存與成長而必須不斷的學習，甚至要終身學習。在學習歷程中，妥適地自主選擇學什麼與安排如何學，更是把學習轉換成正向發展而非重重負擔的重要元素(陳茂祥, 2001; 方瑀紳、李隆盛, 2014)。協助學習者養成正確的態度、能力與習慣，是社會健全發展與國家競爭力的展現。

近年來大學的高錄取率，導致學生素質差異擴大，過去的大學菁英教育已轉變為全民教育。青年學子有接受大學教育的機會，對個人生涯發展有正面功用與意義(Pascarella and Terenzini, 1991)，但是也有部份大學生素質不理想，學習意願低落，缺乏積極的學習動機，沒有學到應有的專業能力，畢業後，缺乏就業力，更沒有就業競爭力，這也是目前社會大

眾對當前大學生的普遍印象與批評(張小紅, 2006; 楊彩霞、謝發忠, 2009)。2015年起, 教育部在臺灣各大學推動為期四年的「大學學習生態系統創新」的先導計畫, 檢視過去十年臺灣高等教育發展和未來可以接續著力的地方(教育部, 2017), 便指出近代學校教育的改革, 「學生自主學習能力的培養」是一大關鍵。2018年起, 台灣「高等教育深耕計畫」績效指標之一, 亦強調學校應依學生自主學習需求, 提供適當的課程設計, 以「增進學生自主學習適性修習空間」(教育部, 2017)。自主學習能力的養成不僅為當前國家教育政策所重視, 亦是未來社會人才需求中必備的能力。

新冠疫情持續, 各大學紛紛啟動課程管理, 確保師生安全。拜科技之賜, 執行遠距教學與數位學習, 行動學習的概念受到極大地重視與廣泛地利用, 讓學校利用網路科技與透過多媒體介面, 盡義務, 完成教學任務。行動學習是讓學習者在不受時間與空間的限制下, 以行動裝置與網際網路獲得資訊或知識的學習方式, 通常具備: 以學習者為中心、學習者能夠自我掌控學習內容與進度、學習者可在任何時間或空間使用行動裝置進行學習等特性。行動學習讓學習者成為學習的主人, 傳統面對面的課堂上課多以教師講述式教學為主, 學生較無法選擇上課內容, 甚至課室的互動是少之又少。透過行動學習, 教師可以設計更多樣化的數位化教學內容與學習活動, 引導學生進行「自我導向的學習模式」, 學生也能夠依照自己的狀況調整學習速度進行「適性自主學習」, 讓學生有課後學習動機, 用最方便、最適合自己的方式充實自我, 提升自己的競爭力。自主學習能力的培養在後疫情時代的高教環境中, 又扮演了關鍵角色。

提升大學教育品質及學生學習成效是世界潮流; 近年來大學校院普遍實施對學習成效不佳之學生予以學習預警及補救教學等措施, 主要目的是期望透過各種機制之建立, 提升學生主動學習意願, 以維持高等教育品質, 大量科技媒體融入的數位學習內容, 便扮演著重要的角色。數位學習「個人化」的功能, 正對接到教育界常談的「適性化學習」, 妥善運用資訊技術以及教學科技的設計, 並提供完整的數位學習內容, 引導學生善用「自我導向學習」, 可以針對每個人的特性, 選擇不同程度的學習內容, 以及自我調節個人學習進度, 這不但是數位學習的重要功能, 更是為學習者想補強學習或自主學習時, 提供資訊傳遞的多樣選擇、給予時間與空間上的彈性、排除學習參與時的情境、態度或心理障礙, 有機會幫助學習者促進與延伸學習動機並提高學習成效。

2. 研究主題及目的

隨著社會經濟快速變遷, 復加數位網路科技的蓬勃發展, 「自主學習」是未來人才必備的能力。後疫情時代中, 如何培養學生自我導向的自主學習能力, 更是各級學校重要議題。

近年來, 在推展自主學習上, 有許多相關研究, 均指出年紀愈成熟的學習者, 愈適合於自我導向的自主學習(廖珮妏、劉妹廷, 2017), 而自我導向的學習模式亦非常適合導入於有技能訓練的專業課程(鄭增財、鄭靖國, 2014), 並可以自我導向學習準備度來反映學生自主學習能力(洪榮昭、孔令文、戴建耘、劉銘恩, 2022; 陳采秀, 2019; 鄭增財、鄭靖國, 2014; 梁麗珍, 2008), 自我導向學習有利於數位學習的利用與環境的建構, 已成為落實數位學習最佳途徑之一(張德永、陳柏霖、劉以慧, 2012)。顯見自主學習模式值得在大學推展, 並可對大學生的自主學習能力做一檢視。爰此, 本教學實踐研究, 設計運用多樣的數位內容, 提供學生自主學習上, 具有自我導向的彈性與空間, 同時探究學生自我導向學習準備度的變化, 觀察在學習者適性學習與成效上產生的影響, 以呼應當前高等教育資訊化、多元化及適性化, 來改善學生學習問題, 期以提升大學生自主學習能力、促進教師教學方式之彈性與活潑、增進學生學習效能, 進而提昇教育品質, 落實適性教育的教育理念, 或提供若干教育改革創新的參考。本研究其研究方向與目標分別如下:

一、 瞭解大學生自我導向學習準備度狀況。

- 二、 探討不同基本背景學生之自我導向學習準備度有無存在差異。
- 三、 比較使用不同功能性質的數位內容後，在學生自我導向學習準備度的變化上的差異。
- 四、 分析學生自我導向學習準備度與學習成效是否相關。
- 五、 解析其他可能影響學生自我導向學習準備度的相關因素。

3. 文獻探討

本計畫「運用創新多元數位內容提升大學生自主學習能力與動機之實踐與研究」，其「教學實踐」目標是善用多元數位內容，實踐「自我導向」的「適性自主學習」。本計畫的「研究」部分，則規劃在針對課程中導入之「自主學習」的多元數位學習資源，引導學生於課前、課中與課後適性使用後，檢驗學生在自我導向學習準備度的變化與學習成效上產生的影響，並觀察不同基本背景學生之自我導向學習準備度。故蒐集整理之相關文獻與資訊，探究的重點在於：自主學習的意涵以及多元創新的數位內容與自主學習。以下依序說明如下：

3-1 自主學習的意涵

「自主學習」在國外文獻中，常以「自我管理式的學習方式」解讀，有眾多闡述與定義，包含自我導向研究(self-directed study)、自我規劃學習(self-planned learning)、獨立研究(independent study)、個別研究(individual study)、自我教導(self-instruction)、自我教學(self-teaching)、自我研究(self study)、自我教育(self-education)、發現學習(discovery learning)、自主學習(autonomous learning)、獨立學習(independent learning)、自動學習(autonomous learning)、個別學習(individual learning)、發現學習(discovery learning)及自學(autodidacticism)等(Brockett & Hiemstra, 1991; Gerstner, 1992)，目前仍未有統一的說法，因研究角度的不同，其對「自主學習」所強調的重點也略有所差異，部分研究著重在動機層次，部分研究著重於學習者的自我效能，有些則強調學習者的認知能力，有些著重學習的策略方法，有些則重視教學者如何引導學生進行自主學習(龐維國, 2003)，在教育學領域中這些名詞常被與「自我導向學習」(self-directed learning, SDL)的名詞交互使用，而往往被視為同義詞(楊國賜, 2003)。SDL源自成人教育，著重於學習和教學方面，包含定義任務、設定目標及規劃、擬定策略、監測和反思等四個關鍵階段(Loyens et al., 2008)。在學習環境方面，因SDL起源於成人教育，較強調學校環境外的學習，涉及學習環境的設計。因此，SDL常被概念化為學習環境與學習過程設計的，甚至有時SDL被稱為是成人教育的教學方法，例如Fisher等人。在學習者特徵上，因SDL的學習者自己啟動學習任務，提供學生SDL的實踐機會，可以幫助學生改善學習的自律行為(Jossberger, Brand-Gruwel, Boshuizen, & van deWiel, 2010; Saks & Leijen, 2014; Greene, Bolick, & Robertson, 2010)。

其次，SDL強調整個學習軌跡的規劃，即一個SDL學習者能夠診斷自己的學習需求，決定接下來需要學習什麼(制定學習目標)，以及他的學習如何最好地完成(找到適合的學習資源和監督自己的學習活動)的歷程。SDL學習者在學習上可以較自由的決定學習目標、較自由的選擇教材，也較可以批判與評估自己的教材資源，並能夠且願意獨立地準備、執行和完成學習(Jossberger et al., 2010; Saks & Leijen, 2014)。

隨著科學研究的推進，SDL也凸顯具有充分的內在動機的學習者、才能積極參與學習，並根據以前成功的經驗面對未來新的挑戰，且不斷發展朝成果邁進的行為和策略，SDL是終身學習者應具備的能力。

一個自主學習者，經由個體的認知、動機和後設能力的作用下，在學習歷程中，會呈現出「前瞻式」的特質，例如，如果學習者的動機是自我驅動的，那麼他可能會對學習策略進行自我選擇，對於時間進行自我規劃管理，主動營造有利於自己學習的環境和條件，

做出自己的價值判斷等。這些特質外顯在學習過程上，即成為自主學習的表現，例如，學習者能夠在活動之前自己確立目標、訂定學習的計畫、做好學習的準備，在學習歷程中能夠做到自我監控、自我回饋，並且在行動後自我評價，自我檢查學習結果等；是屬於一種高層次的認知學習歷程，強調學生能透過自我調節能力來自我學習，改善學習表現，而成為有效的學習者。

3-2 多元創新的數位內容與自主學習

運用各種科技以支援各種學習活動，將科技本位學習發加以發揮至最高境界所建構的數位學習(E-Learning)環境稱為無所不在學習(Ubiquitous Learning, 簡稱 U-learning)。無所不在學習配合各種通訊科技的支援，讓教學者與學習者能夠在任何時間、任何地點進行的教學與學習活動。

學習過程不侷限在教室或特定地方，不受時間空間限制地進行學習。無所不在學習強調以互動、泛在、無縫學習的架構，來連結、整合以及分享三類主要的學習資源：學習的合作夥伴、學習內容與學習服務，聚焦於如何在適當的時間，以適當方式提供適當的資訊給學習者。在網路資訊科技無所不在的時代，「科技融入教學」已是必要且重要，其目的一直是藉由科技的運用，改善教師傳統教學方法，提升教學互動、學習動機、學習成效等，進而培養學生主動學習、探索與解決問題的能力。

數位內容需設計適當的行動裝置介面，乘載數位學習內容，藉由多媒體化、數位化、模組化課程內容與教材，提供教學者與學習者更便捷、更生動活潑的教與學的方式，營造無障礙且便利的數位學習環境，學生可運用自己的行動載具或電腦，聆聽教學者在課堂的授課，亦能看到教學者及其所使用之教材或多媒體教學內容轉化，以利重複研讀，方能進行時由學生「自主掌握」進度、時間與空間之「無所不在的學習」。

本案的數位內容，以不同的開發方式，撰寫行動應用程式，包含：原生應用程式(Native App)、網頁應用程式(Web App)與混合型應用程式(Hybrid App)等開發模式，建構在網站與數位平臺中，以提供「自主學習」者「無所不在學習」的機會與「自我導向學習」的彈性，呈現方式有三款，簡述如列：

- 一、課程直播錄影影片：透過影音串流技術，將每次上課的內容透過直播播送，並且側錄下載後，但不做任何後製編輯，直接將課堂上操課的內容，安裝在數位平臺上成 VOD(video on demand)，重新呈現，自主學習者可全權採用自我導向式的安排，依據「學習者自訂的節奏」，選訂特定 VOD 進行全程複習、重點練習、重複練習、補強學習、考前溫習，或缺課補救教學，還可依據自己的習慣與偏好，利用影音工具列加速、減速播放，拖曳時間軸來即時撥放特定時段。當課程直播錄影是數位學習平臺的內建功能時，教學者可幾近零成本的產出此類數位影音內容。此類數位影音內容，對學習者而言，自主學習上的選擇，應會從事知識基本功的建構，或重複型的練習，學習者投入之時間，與課程時間一比一，成本較高。
- 二、經後製編輯之多媒體影片：將每次課程直播錄影影片下載後，進行影音編輯，從過濾刪除與課程無直接關聯的內容，如點名、休息時間等，到加上重點提示與字幕，或對重點議題加特效，最後依據課程主題與節奏，將影片切割為每段十至十五分鐘的影片，安裝至特定網站，自主學習者亦可全權採用自我導向式的安排，選訂特定課程重點，依據「教學者上課主題與節奏」，進行全程複習、重點練習、重複練習、補強學習，或考前溫習，還可依據自己的習慣與偏好，利用影音工具列加速、減速播放，拖曳時間軸來即時撥放特定時段。經後製編輯之多媒體影片，此類數位影音內容的產出，雖不需高階編輯作業，但對教學者而言，是需要額外的成本，一般而言，有教學助理(TA)團隊之協助即可。此類數位影音內容，對先備知識或基本功備足的學習者而

言，自主學習上的選擇，應會從事知識點的串連或再建構，或重點型的練習，學習者投入之時間，成本較低。

- 三、強化互動之數位學習認證內容：需獨立開發的數位內容。從教學平臺建置、教學內容腳本規劃、數位教材的開發、互動元件或模組的設計、測驗評量的設定，以及學習資料的控管，需符合教育部認證指標的數位學習內容，品質極佳但成本極高，安裝在特定數位平臺，可支援全遠距教學。自主學習者可全權採用自我導向式的安排，依據「學習者自身的學習風格」，選擇另類「無實體教室與教師」，「強調互動」的數位學習劇集，進行全程複習、重點練習、重複練習、補強學習、考前溫習，或缺課補救教學，還可依據自己的習慣與偏好，使用經設計的互動元件或學習模組，以及各式影音工具，完全依據學習者自身步調，進行分段式或分散式學習。此類數位學習內容的產出，開發成本頗高，需要多個專業團隊的協助。此類數位內容，對學習者而言，自主學習上的選擇，應會從事知識點的串連或再建構，或重點型的練習，亦可進行知識基本功的建構，或重複型的練習，學習者投入之時間成本完全自訂。
- 四、本計畫教學實務部分即主要導入以上三款數位學習內容。在教學實施上，預計導入共十八週的課程內容，除了精緻化正規上課內容外，加強引導學生自主學習，期許從課程創新，逐漸累積能量，進而達到注重教學品保、因材施教，提供學生多元的學習方向。提供學生自主學習之機會，可選擇具有學習深度的項目轉化為具備課程內涵，配合多媒體教學設計的檢核，並以學習活動做為學生學習的誘因，引導學生在課外學習活動自主學習。

4. 教學設計與規劃

本計畫的「教學實踐」目標是善用多元數位學習內容，引導學生適性自主學習。搭配正規上課，產出多樣形式的多媒體數位學習內容，在平臺上開發與安裝適當教學內容，讓其成為師生運用數位科技與媒體教材，教學或學習時的方便工具，同時協助學生擁有多元的學習管道、強化自主學習之能力、掌握學習步調，期能提升整體教學品質，提升學習者自主學習能力，實踐無所不在學習。

實施課程為某校教育系必修課程「教育研究法」，該課程主要目的在探討教育研究之意義、特性及方法論。從研究問題之形成、文獻資料的搜集與分析，配合研究設計、研究過程的掌握、研究方法的應用，到研究結果的解釋與運用，以及研究內容的評析，培養學生構思研究計畫及撰寫研究報告等獨立研究的能力。教學目標包括：瞭解教育研究之意義、特性及方法論；應用研究的方法解決教育方面的問題；培養學生構思研究計畫及撰寫研究報告的能力。

本計畫設計適當的行動裝置介面，乘載數位學習內容，藉由多媒體化、數位化、模組化課程內容與教材，提供教學者與學習者更便捷、更生動活潑的教與學的方式，營造無障礙且便利的數位學習環境，學生可運用自己的行動載具或電腦，聆聽教學者在課堂的授課，亦能看到教學者及其所使用之教材或多媒體教學內容轉化，以利重複研讀，進行時由學生自主掌握進度、時間與空間之節奏與彈性。

本案數位學習內容，包含：原生應用程式、網頁應用程式與混合型應用程式開發模式，可進行教學直播，並產出行動電子書、教學錄影、教學互動元件、作業、測驗評量、與相關自學材料等，安裝至學校之新舊三款學習平臺(ICAN 課輔系統、moodle 學習平臺，與 Microsoft Teams 系統)，以利學生進行自我導向學習時的「近用」。

本教材研發產品將主要安裝在 Microsoft Teams 數位學習平臺中，數位化、模組化課程內容與教材，目的在提供教學者與學習者更便捷、更生動活潑的教與學的方式，營造「友善的」數位學習環境。Teams 數位學習平臺執行與採用之主要方法或功能如下：

- 一、直播或錄影雲端授課：老師通過 Teams 內建會議功能，就可以方便地進行雲端授課，不論是預先錄影、一邊上課一邊錄影，或是直接上課直播。
- 二、教材分享與指定閱讀：老師可以上傳上課所需的教材檔案與同學分享，指定閱讀。
- 三、即時通訊並掌握互動：老師與同學可以像使用 Line、Skype 等即時通工具一樣，在線上交談，同學清單會隨著選課資料變動，師生間可掌握即時互動。
- 四、建立頻道可靈活分組：除了預設的課程「一般」頻道，老師也可以自己依照需求建立各種頻道，例如將同學「分組」依據主題、組別，分別建立頻道，或是依照授課週次分別建立頻道。
- 五、師生共筆線上作業：雖然原本的校建 ICAN 課輔系統就有提供作業功能，但是 Teams 的平臺提供了更大的作業空間，方便「多媒體」型式的作業繳交，並且如果是 Office 檔，更可以「共筆」直接線上修改同學的作業，直接讓同學看到老師在作業上的修改。
- 六、跨平臺支援：不管是 Windows、Mac 電腦操作系統，還是手機 Android、iOS、iPad 平板電腦，各種載具都有對應的軟體 App 可安裝，可以讓師生隨時掌握即時資訊不易漏接。
- 七、本計畫在教學實施上，預計導入共十八週的課程內容，從課程創新，逐漸累積能量，進而達到注重教學品保、因材施教，提供學生多元的學習方向。提供學生自主學習之機會，可選擇具有學習深度的項目轉化為具備課程內涵，配合多媒體教學設計的檢核，並以學習活動做為學生學習的誘因，引導學生在課外學習活動自主學習。

5. 預期完成工作項目與成果

隨著社會經濟快速變遷，復加數位網路科技的蓬勃發展，「自主學習」是未來人才必備的能力。後疫情時代中，如何培養學生自主學習能力，更是各級學校重要議題。本研究旨在運用多樣的數位內容，提供學生學習上，具有適性自主學習的彈性與空間，藉以提升大學生自主學習能力，同時觀察在學習成效上產生的影響。

提升大學教育品質及學生學習成效是世界潮流；近年來大學校院普遍實施對學習成效不佳之學生予以學習預警及補救教學等措施，主要目的是期望透過各種機制之建立，提升學生主動學習意願，以維持高等教育品質，大量科技媒體融入的數位學習內容，便扮演著重要的角色。數位學習「個人化」的功能，正對接到教育界常談的「適性化學習」，妥善運用資訊技術以及教學科技的設計，並提供完整的數位學習內容，引導學生善用「自我導向學習」，可以針對每個人的特性，選擇不同程度的學習內容，以及自我調節個人學習進度，這不但是數位學習的重要功能，更是為學習者想補強學習或自主學習時，提供資訊傳遞的多樣選擇、給予時間與空間上的彈性、排除學習參與時的情境、態度或心理障礙，有機會幫助學習者促進與延伸學習動機並提高學習成效。

面對疫情艱難的威脅與挑戰，本計畫中將原本教師於教學現場教學之內容，進行遠距化、數位媒體化之發展與精進，若因疫情停課或為降低群聚風險時，提供安心就學措施與環境。本計畫的另一重要目標是使這個平臺成為教師運用數位科技與媒體教材教學時的方便工具，同時協助學生「培養自主學習能力」、掌握學習步調。

參考文獻

方瑀紳、李隆盛(2014)。臺灣數位學習的成效與研究：2000-2011 年間國內外研究文獻的回

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

顧與綜整。教育資料與圖書館學, 51, 27-56。

洪榮昭、孔令文、戴建耘、劉銘恩(2022)。在 COVID-19 疫情下自我導向學習策略和態度對於線上學習認知疲乏、全神貫注與感知學習效果之相關性研究—以大學生為例。當代教育研究季刊, 30(1), 119-147。

教育部(2017)。高等教育深耕計畫說明會相關資料。取自 https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=4F8ED5441E33EA7B&s=FCDBA184AAD87C22

梁麗珍(2008)。在職進修學生自我導向學習、學習動機與學習策略之結構方程模式。嶺東學報, 23, 149-179。

張小紅(2006)。當代大學生學習動機現狀與原因分析。成都資訊工程學院學報, 21(5), 755-758。

張德永、陳柏霖、劉以慧(2012)。自我導向學習在數位學習環境的實踐。T&D 飛訊季刊, 23, 64-73。

陳采秀(2019)。自主導向學習與數位學習準備度內涵之探究。明道學術論壇, 11(1), 43-53。

陳茂祥(2001)。自我導向學習理論及其在成人教育上的啟示。朝陽學報, 6, 65-89。

楊彩霞、謝發忠(2009)。當代大學生學習動機研究綜述。中國電力教育, 2009(6), 122-123。

楊國賜(2003)。新世紀、新思維、新使命—展望我國成人教育的新方向。2003 成人教育國際研討會。

廖珮玟、劉姝廷(2017)。自我導向學習準備度與職涯滿意度之探討-以工作熱情為仲介變項, 2017 第十一屆卓越管理國際學術研討會。

鄭增財、鄭靖國(2014)。中華科技大學學生自我概念及其相關因素。中華科技大學學報, 58, 239-264。

Brockett, R. G., & Hiemstra, R. (1991). *Self-direction in adult learning: Perspectives on theory, research, and practice*. London:Routledge.

Gerstner, L. S. (1992). What's in a name: The language of self-directed learning. In H. B. Long & Associates, *Self-directed learning: Application and research* (pp.73-96). Norman, Oklahoma: Oklahoma Research Center for Continuing Professional and Higher Education.

Greene, J. A, Bolick, C.M. & Robertson, J.(2010). Fostering historical knowledge and thinking skills using hypermedia learning environments: The role of self-regulated learning. *Computers & Education archive*, 54(1), 230-243.

Jossberger, H., Brand-Gruwel, S., Boshuizen, H., & van de Wiel, M. (2010). The Challenge of Self-Directed and Self-Regulated Learning in Vocational Education: A Theoretical Analysis and Synthesis of Requirements. *Journal of Vocational Education and Training*, 62(4), 415-440. <https://doi.org/10.1080/13636820.2010.523479>

Loyens, S. M. M., Magda, J., & Rikers, M. J. P. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with self-regulated learning. *Educational Psychology Review* doi:10.1007/s10648-008-9082-7.

Pascarella, E., and P. Terenzini. (1991). *How College Affects Students: Findings and Insights from Twenty Years of Research*. San Francisco: Jossey-Bass.

Saks, K., Leijen, Ä. (2014): Distinguishing Self-Directed and Self-Regulated Learning and Measuring Them in the E-Learning Context. *Procedia, Social and Behavioral Sciences* 112, 190-198.

穿戴式擴增實境結合遊戲化即時回饋系統進行不同學習活動對國小

學生的情境興趣與學習成效之影響：以數學課程為例

Effects of Incorporating Wearable Augmented Reality and Gamified IRS on Elementary School Students' Situational Interest and Learning Achievement with Different Learning Activities: The Case of a Mathematical Course

吳季蓉¹, 游師柔², 孫之元^{2*}

¹國立陽明交通大學理學院科技與數位學習學程

²國立陽明交通大學教育研究所

* jerrysun@nycu.edu.tw

【摘要】 本研究探討穿戴式擴增實境結合遊戲化即時回饋系統進行不同學習活動對於國小學生的情境興趣與學習成效之影響。本研究將 110 位國小學生分成穿戴式擴增實境組、穿戴式擴增實境即時回饋系統組以及穿戴式擴增實境遊戲化即時回饋系統組，學習者需完成先備知識測驗、情境興趣量表與學習成效測驗。研究結果顯示，穿戴式擴增實境使用於講述式教學能顯著提升情境興趣，而在合作學習中，學習者的先備知識程度將影響穿戴式擴增實境即時回饋系統對學習成效的顯著提升效果。本研究建議教師考量學生的先備知識程度予以提供適合的教學策略。

【關鍵詞】 穿戴式擴增實境；遊戲化；即時回饋系統；情境興趣；學習成效

Abstract: This study aimed to examine the effects of incorporating wearable augmented reality (AR) and gamified interactive response system (IRS) on elementary school students' situational interest and learning achievement with different learning activities. A total of 110 elementary school students were divided into wearable AR, wearable AR IRS, and wearable AR gamified IRS groups, who completed the prior knowledge test, situational interest scale, and the learning achievement test. The results indicated that wearable AR significantly improved learners' situational interest in didactic instruction. The wearable AR IRS significantly improved the learning achievement in cooperative learning, which is based on considering the prior knowledge levels. It is suggested that instructors can consider students' prior knowledge levels and choose suitable types of instructional strategies.

Keywords: Wearable augmented reality, Gamification, Interactive response system, Situational interest, Learning achievement

1. 前言

在 STEAM 教育中，數學是基礎，理解數學元素才有辦法透過藝術和工程解釋技術和科學 (Yakman, 2019)，因此數學在 STEAM 教育中扮演重要角色。數學學習成效與未來 STEM 人才息息相關，但數學整合於 STEM 教育的教學方法較容易被忽視 (Ring, Dare,

Crotty, & Roehrig, 2017)。國際數學與科學教育成就趨勢調查 (Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS) 根據不同國家學制差異，針對平均年齡至少為 9.5 歲學生進行數學能力評估 (Mullis, Martin, Foy, Kelly, & Fishbein, 2020) ，該年齡層依照本國學制顯示國小四年級為數學學習關鍵時期。

擴增實境(Augmented Reality, AR)能降低學習者學習數學的焦慮，提高學習動機，也讓學習者在幾何方面有更好的學習成效 (Chen, 2019)。穿戴式 AR 能提升人們的情境興趣與學習成效 (Yu, Sun, & Chen, 2019)。Buchner、Buntins 和 Kerres (2021) 建議探討穿戴式 AR 應用在個人學習以及合作學習對於學生的學習成效之影響。即時回饋系統 (Interactive response system, IRS) 能促進師生與同儕之間的交流、合作學習與提升學習成效 (Altwijri, Alsadoon, Shahba, Soufan, & Alkathiri, 2022)。Su 和 Cheng (2015) 提出在課堂教學結合遊戲化能夠提升學生的動機和學習成效。因此在穿戴式 AR 教學融入遊戲化 IRS 和合作學習策略或許能提升情境興趣與學習成效。本研究目的是分析國小學生在不同數學學習活動 (講述式活動、合作學習活動) 使用穿戴式 AR、穿戴式 AR IRS 和穿戴式 AR 遊戲化 IRS 對情境興趣與學習成效的影響。圖 1 為研究架構圖，以下為研究問題：

研究問題一：在數學課程中，國小學生使用穿戴式 AR、穿戴式 AR IRS 以及穿戴式 AR 遊戲化 IRS 進行不同數學學習活動 (講述式活動、合作學習活動)，對學習者的情境興趣是否有顯著差異？

研究問題二：在數學課程中，國小學生使用穿戴式 AR、穿戴式 AR IRS 以及穿戴式 AR 遊戲化 IRS 進行不同數學學習活動 (講述式活動、合作學習活動)，對學習者的學習成效是否有顯著差異？

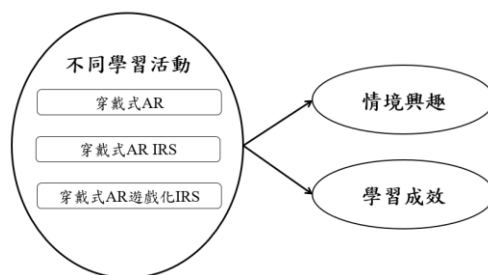


圖 1 研究架構圖

2. 文獻探討

2.1. 穿戴式擴增實境

AR 可以將虛擬影像疊加到現實環境中，而不是完全取代現實環境 (Azuma, 1997)。AR 可幫助學生理解幾何圖形的空間概念 (Enríquez & Martín, 2020)。Cabero-Almenara、Barroso-Osuna、Llorente-Cejudo 和 Martínez (2019) 建議未來研究可以將 AR 結合新興技術或是合作學習活動。Yu 等 (2019) 研究發現穿戴式 AR 能提升情境興趣與學習成效。İbili、Çat、Resnyansky、Şahin 和 Billinghamurst (2020) 指出使用穿戴式 AR 輔助幾何教學對學生的 3D 思維能力、辨別與創造 3D 形狀的能力皆有顯著的助益。

2.2. 遊戲化即時回饋系統

即時回饋系統能夠在螢幕上呈現問題，學生透過數位裝置輸入答案，根據即時分析結果了解學生學習狀況 (Balta & Tzafilkou, 2018)。遊戲化係指將遊戲元素用於非遊戲環境，是一種促進學生積極參與課堂的方法 (Hanus & Fox, 2015)。遊戲化被證明是呈現訊息最有效的方式，與課程教學結合有助於學習 (Tabolina et al., 2020)。Barrio、Muñoz-Organero 和 Soriano (2015) 指出遊戲化 IRS 與 IRS 相比，前者顯著提升學生的學習動機、注意力和學習成效。

2.3. 情境興趣

Hidi (1990) 提出情境興趣是在特定情境中所引發的興趣，可以透過教學者的安排與設計，讓學習者在學習過程中，看到新奇的事物而產生。根據過去研究，穿戴式 AR 能提升情境興趣 (Yu et al., 2019)，遊戲化即時回饋系統比一般即時回饋系統更受學習者歡迎 (Wang, Sun, Huang, & Swigart, 2019)。

3. 研究方法

3.1. 研究對象與流程

以便利取樣的方式以普通班四年級學生為實驗對象，有效樣本數共 110 (86.61%) 人，分為穿戴式 AR 組 (33 人)、穿戴式 AR IRS 組 (38 人) 和穿戴式 AR 遊戲化 IRS 組 (39 人)，男生 52 (47.27%) 人與女生 58 (52.73%) 人。平均年齡為 10.20 ($SD = 0.52$) 歲。研究流程為 110 位學習者及其法定代理人填寫實驗同意書後，進行先備知識測驗 15 分鐘，接著將學習者分為穿戴式 AR 組、穿戴式 AR IRS 組與穿戴式 AR 遊戲化 IRS 組，並練習設備操作方式 15 分鐘。首先，教師採用講述式教學法進行教學，全班進行課堂問答時，穿戴式 AR 組使用小白板回答；穿戴式 AR IRS 組使用即時回饋系統 Zuvio 作答；穿戴式 AR 遊戲化 IRS 組使用遊戲化即時回饋系統 Blooket 作答，共 40 分鐘。課堂活動結束後，學習者填寫情境興趣量表和學習成效測驗，時間為 10 分鐘。接著讓學習者進行合作學習活動，全班進行課堂問答時，穿戴式 AR 組使用小白板回答；穿戴式 AR IRS 組使用即時回饋系統 Zuvio 作答；穿戴式 AR 遊戲化 IRS 組使用遊戲化即時回饋系統 Blooket 作答，共 40 分鐘。三組學習者在課堂活動結束後，皆須填寫情境興趣量表、學習成效測驗，時間為 10 分鐘。

3.2. 研究工具

情境興趣量表修改自 Yu 等人 (2019) 所改編自 Chen, Darst 和 Pangrazi (1999) 的情境興趣量表，並根據學習主題修改活動名稱。情境興趣量表分成六個子構面，包含探索意圖(4 題)、即時享受(4 題)、新穎性(4 題)、注意需求(4 題)、挑戰性(4 題)和總體興趣(4 題)，總共 24 題，採用李克特式六點量表，由 1 至 6 表示非常不同意至非常同意。本量表採用專家效度，量表之 Cronbach's alpha 為 .84。先備知識測驗和學習成效測驗，先備知識測驗和學習成效測驗相同，參考自通過國家教育研究院編審之出版物之題庫，根據 Bloom 的認知歷程向度 (Anderson et al., 2001) 選題和更換選項順序，經由難度和鑑別度分析後，共保留 6 題。

4. 研究結果與結論

根據分析結果，三組在講述式學習活動的情境興趣有顯著差異， $F(2,107) = 3.67, p < .05$ 。透過 Scheffe 事後比較分析結果，穿戴式 AR 組 ($M = 118.18, SD = 11.39$) 顯著高於穿戴式 AR 遊戲化 IRS 組 ($M = 110.31, SD = 14.18$)。此外，根據詹森內曼法分析結果，在合作學習活動的前測平均分數大於 9.1 分時，穿戴式 AR IRS 組的學習成效顯著高於穿戴式 AR 遊戲化 IRS 組 ($t = -1.99, p < .05$)。因此本研究建議在講述式活動中使用穿戴式 AR，以及在合作學習活動中使用穿戴式 AR IRS 需考量學習者的先備知識程度。建議未來研究可探討不同的遊戲元素設計與穿戴式 AR 和 IRS 的整合方式，以及建議探討 STEAM 中的其他學科。

誌謝

本研究感謝國科會 (MOST 111-2410-H-A49-018-MY4、MOST 110-2511-H-A49-009-MY2、MOST 109-2423-H-009-001-MY2) 之支持。

參考文獻

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Altwijri, O., Alsadoon, E., Shahba, A. A.-W., Soufan, W., & Alkathiri, S. (2022). The effect of using “Student Response Systems (SRS)” on faculty performance and student interaction in the classroom. *Sustainability*, *14*(22), 14957. doi:10.3390/su142214957
- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., . . . Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives, abridged edition*. Cambridge, MA: Pearson.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *6*(4), 355-385. doi:10.1162/pres.1997.6.4.355
- Balta, N., & Tzafilkou, K. (2018). Using socratic software for instant formative feedback in physics courses. *Education and Information Technologies*, *24*(1), 307-323.
- Barrio, C. M., Muñoz-Organero, M., & Soriano, J. S. (2015). Can gamification improve the benefits of student response systems in learning? An experimental study. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, *4*(3), 429 - 438. doi:10.1109/TETC.2015.2497459
- Buchner, J., Buntins, K., & Kerres, M. (2021). The impact of augmented reality on cognitive load and performance: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, *38*(1), 285-303.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., & Martínez, M. d. M. F. (2019). Educational uses of augmented reality (AR): Experiences in educational science. *Sustainability*, *11*(18), 4990.
- Chen, A., Darst, P. W., & Pangrazi, R. P. (1999). What constitutes situational interest? Validating a construct in physical education. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, *3*(3), 157-180.
- Chen, Y.-C. (2019). Effect of mobile augmented reality on learning performance, motivation, and math anxiety in a math course. *Journal of Educational Computing*, *57*(7), 1695-1722.
- Enríquez, R. F., & Martín, L. D. (2020). Augmented reality as a didactic resource for teaching mathematics. *Applied Sciences*, *10*(7), 2560. doi:10.3390/app10072560
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, *80*, 152-161. doi:10.1016/j.compedu.2014.08.019
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *American Educational Research Association*, *60*(4), 549-571. doi:10.3102/00346543060004549
- İbili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin, S., & Billinghamurst, M. (2020). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students’ 3D geometry thinking skills. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *51*(2), 224-246.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 international results in mathematics and science-students assessed. Retrieved from <https://timss2019.org/reports/about/#students>
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, *28*(5), 444-467. doi:10.1080/1046560X.2017.1356671

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Su, C.-H., & Cheng, C.-H. (2015). A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. *Journal of Computer Assisted Learning* 31(3), 268-286.
- Tabolina, A., Salkutsan, S., Kozlovskii, P., Popov, D., Kunina, O., Yudina, I., & Ryushenkova, A. (2020, September 23-25). *Development and implementation of gamified technologies in the life long learning system (Based on a Multidisciplinary University)*. Paper presented at the 23rd International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2020), Virtual conference.
- Wang, W., Sun, R., Huang, L., & Swigart, V. (2019). Student perceptions of classic and game-based online student response systems. *Nurse Educator*, 44(4), E6-E9.
- Yakman, G. (2019). STEAM – An educational framework to relate things to each other and reality. Retrieved from <https://steamedu.com/k12digest/>
- Yu, S.-J., Sun, J. C.-Y., & Chen, O. T.-C. (2019). Effect of AR-based online wearable guides on university students' situational interest and learning performance. *Universal Access in the Information Society*, 18(2), 287-299. doi:10.1007/s10209-017-0591-3

小蓝星指尖游戏新样态

-----北京军区机关幼儿园启动小蓝星亲子模式实例分析

New style of Xiao Lan Xing Fingertips Game

An example of the model of the small blue star parent-child model launched in the Beijing Military Region Organ Kindergarten

段春梅¹, 钱媛媛², 高坤³, 王健⁴, 周翔⁵

北京军区机关幼儿园

* mary_612@163.com

【摘要】 《教育部 2023 年工作要点》提出“纵深推进教育数字化战略行动”，要求强化需求牵引、深化融合、创新赋能、应用驱动，积极发展“互联网+教育”，加快推进教育数字化转型与智能升级。北京军区机关幼儿园基于“互联网+”中文先导探索实证研究，连续三届实施“小蓝星先导行动计划”成效突出，探索“小蓝星指尖游戏新样态”，让幼儿在活动中主动有效接触信息科技，启蒙科技素养，习得与传承中华优秀传统文化，将提升数字化技能和传承发展优秀中华文化有机结合。今年更是启用亲子模式，在家园共育作用下，探索迈出新步伐。

【关键词】 指尖游戏；小蓝星先导；科技素养；家园共育

Abstract: "Key Points of the Ministry of Education in 2023" propose "In-depth promotion of education digitalization strategic actions", require to strengthen demand traction, deepen integration, innovation empowerment, application drive, actively develop "Internet+ education", accelerate the digital transformation and intelligent upgrading of education. Beijing Military Region Organ Kindergarten' three consecutive implementation of the "Xiao Lan Xing Pioneer Action Plan" has outstanding effectiveness, explore the Fingertip Game New Model, let children actively and effectively engage in information technology, enlighten science and technology literacy, acquire and inherit Chinese excellent traditional culture, combine to enhancing digital skills and inheriting excellent Chinese culture. This year, the parent-child model has been launched, and new steps have been explored under Cooperative Education of Kindergarten and Home.

Keywords: Fingertip game; Xiao Lan Xing pioneer; Science and Technology literacy; Cooperative Education of Kindergarten and Home.

1. 分析背景

1.1. COR 概述。 汉语在线移动(COR)是以创新科技学习中文的探索项目，旨在以生动有趣的教学形式提高新一代的好奇心和创造力。活动能有效提升学生的阅读效能并带出积极学习主动探索的良好风气。COR 更能将提升数字化技能和传承发展优秀中华文化有机结合，提升在线学习的独立性、探索性、合作性、创造能力等，引导学生实践继先贤，习经典，承传统，创未来，让学习者成为互联网时代主动挑战者。

1.1.1. COR 的概念: COR, 全称是汉语在线快速阅读饶宗颐著作读后随笔国际邀请活动，

以实证研究和行动研究为主要特点,立足于从不同群组的学习者角度出发,有效地进行互联网+汉语学和教常态有机结合探索实验研究,有效地将数字化网络技术学与教育学、语言学、认知心理学有机结合跨界整合。参加者在高效习得、主动探索、迈向卓越的良性循环操作过程中建立起自主善读乐读的良好网络文化习惯,同时,学校教师实验操作技能与教研水平得到了提升。

1.1.2. COR 研究宗旨:以培养好奇心与创造力,提高解决问题的能力为中轴,以互联网技术创新科学数字化技术右轴,以中文识读、阅读、写作在线习得为左轴,创立人字形三维立体数字化创新模式实施与发展。让学习者于习得过程中自觉提升认知、思维、道德、价值观等正面积的新时代素养,启蒙陶冶科技素养,促进超越自我主动探索过程中人格正态健康发展,加速时代优秀创新人才培养。

1.2. 小蓝星先导计划概述:小蓝星先导计划启动于2020年,由在线和移动创新学习纵横数码应用研究国际联席专家委员会组织,林小革总干事策划设计,平台技术支持研发。小蓝星先导计划,是基于互联网+中文先导探索实证研究 COR 汉语在线快读阅读国际邀活动中一项重点项目,这一新颖科学的先导项目,有益儿童提升科技素养和促进主动探索优秀时代素养提高。

1.2.1. 小蓝星先导计划的内容。科技小蓝星先导由四环节人机互动在线指尖游戏构成:a/红方块...观动画...习内容,特点:引导习得内容,感受多媒体数字阅读的熏陶且时间灵活掌握;b/小蓝星...动图文...瞧数码,规则:每次设置5分钟,系统自动提交并显示成绩;c/敲键盘...一数码...一回车;d/点汽球...对对碰...听朗读,规则:每次设置5分钟,系统自动提交并显示成绩。

1.2.2. 小蓝星先导计划的特点。科技小蓝星以图、文、声、像多种信息使孩子们清晰感知形象活动的精彩瞬间,并在轻松愉悦的氛围和充满学习活力的活动中,提升科技素养。

1.2.3. 小蓝星先导计划的优势。一是以幼儿为本,充分尊重幼儿身心发展规律;二是以文化浸润,有效促进孩子综合素养的提升;三是以互动为线,让孩子学习更加专注高效。

2. 我国启动小蓝星亲子模式实例分析

2.1. “小蓝星数字化先导”探索项目的实验数据分析

北京军区机关幼儿园坚持在幼儿阶段进行陶冶科技素养的 E 路实验,积极参加数字化先导创新实验已经超过十年。自 2020 年正式启动以来,历经 COR5/6/7 三届,北京军区机关幼儿园成为在线移动中文先导创新实验的先行优秀示范单位,始终坚持科技创新应用于幼儿园,实施指尖游戏促进幼儿思维语言认知发展的实证研究。在幼儿园段春梅园长的高度重视和亲自带领下,经过长期的积极努力探索,已成为互联网+中文先导实验精英队伍中一面亮丽的旗帜。其中,段园长就是铁杆旗手,作为全国学前教育学会资深专家,被教育部授予全国优秀教师荣誉称号,被军队评为全军优秀教师,被北京市评为优秀园长、北京市辛勤育苗先进个人,先后三次荣立个人三等功,……她带领全体老师积极学习小蓝星先导最先进的教育理念,使老师们充分认识到保护幼儿学习兴趣、养成良好学习习惯,树立终身学习理念,对孩子们的成长有着重要意义。

2.1.1. 在 COR5 小蓝星中达到的效果。2021 年 3 月小蓝星先导计划 COR5 启动了。以“左瞧右敲,点点汽球”指尖游戏为形式;以中华古诗词文和饶宗颐著作名篇内容。规则是:定时不定量,成绩不封顶,内容自选,每天 10 分钟登录专栏,在线独立完成,鼓励坚持不间断,在习得中体验积累提升认知思维品质,启蒙科技素养,迈向卓越。

2.1.2. 在 COR6 小蓝星中达到的效果

(1) COR6 小蓝星检验数据。2021 年 11 月,由段园长布署带领大班组老师启动小蓝星先导计划 COR6,北京军区机关幼儿园参加 COR6 经典累积(左瞧右敲)和“点汽球”游戏

两项 T 检验结果数据如下：

其一、经典累积（左瞧右敲）成绩均值前后比 T 检验：t 测试结果 $p=0.015601925$ 结论： p 值 <0.05 ，认为两组数值有显著差异；效应值（后平均-前平均）/平均标准差 $=3.298777878$ 结论：认为有大的增幅。

北京军区机关幼儿园幼儿组 COR6 小蓝星经典累积成绩 t 检验			
日期	平均值项:成绩	日期	平均值项:成绩
9月15日	10.80000007	12月13日	31.73275862
9月16日	18.55074027	12月14日	34.59633028
9月17日	30.15000007	12月15日	32.73774775
9月18日	31.85333333	12月16日	32.13175313
9月24日	41.59	12月17日	37.39
9月26日	13	12月18日	46.27229722
10月4日	77	12月19日	39.70454545
10月5日	16	12月20日	42.23895544
10月7日	34	12月21日	29.18032577
10月9日	19	12月22日	29.1
11月23日	30.62962963	12月23日	27.90384015
11月30日	40.62616922	12月24日	30.33333333
12月1日	41.87333333	12月25日	39
12月2日	55.33333333	12月26日	35.57142857
12月3日	34.285	12月27日	34.37681159
12月4日	55.82339441	12月28日	37.35
12月5日	39.3	12月29日	54.09045977
12月6日	35.30333333	12月30日	45.34322584
12月7日	25.24444444	12月31日	45.14035055
12月8日	27.925	1月1日	52.44444444
12月9日	21.71691418	1月2日	43
12月10日	31.44170477	1月3日	48.29411705
12月11日	30.40511658	1月4日	23.03421052
12月12日	40.98207463	1月5日	38.28409091

前三天 (9.15-9.17) 平均 21.8946932 标准差 7.246496374
 后三天 (1.3-1.5) 平均 46.75413969 标准差 7.814702178
 平均标准差 7.53595647

t 测试结果 $p=0.015601925$
 结论: p 值 <0.05 , 认为两组数值有显著差异
 效应值 (后平均-前平均) / 平均标准差 = 3.298777878
 结论: 认为有大的增幅

图 1 北京军区机关幼儿园幼儿组 COR6 小蓝星经典累积成绩 t 检验

其二、小蓝星点汽球游戏成绩 t 检验：t 测试结果 $p=0.029975013$ 结论： p 值 <0.05 ，认为两组数值有显著差异。效应值（后平均-前平均）/平均标准差 $=2.69322912$ 结论：认为有大的增幅。



图 2 北京军区机关幼儿园幼儿组 COR6 小蓝星经典累积成绩直方图

其三、经典累积直方图成绩均值前后比是：23.45...上升到 46.96...。

北京军区机关幼儿园幼儿组 COR6 小蓝星点汽球游戏成绩 t 检验			
日期	平均值项:成绩	日期	平均值项:成绩
9月15日	4	12月13日	10.67307692
9月16日	2	12月14日	8.34691438
9月17日	10.83333333	12月15日	13.47308421
9月18日	1.5	12月16日	6.97241375
9月24日	8	12月17日	15.8525941
9月25日	8	12月18日	17.27777778
9月26日	8	12月19日	17.0515
10月4日	86	12月20日	14.25673676
10月5日	4.5	12月21日	6.16037358
10月7日	28	12月22日	11.33333333
10月9日	32	12月23日	8.30681818
11月23日	28.83703703	12月24日	33.3
11月30日	23.11206597	12月25日	9.6
12月1日	17.35294118	12月26日	18.625
12月2日	28.31379947	12月27日	10.70530012
12月3日	20.07373738	12月28日	9.26984127
12月4日	25.83333333	12月29日	26.40212391
12月5日	15.05882353	12月30日	10.76435596
12月6日	14.12666667	12月31日	32.41918152
12月7日	12.32000004	1月1日	26.22173913
12月8日	12.83843304	1月2日	27.26313789
12月9日	11.68531469	1月3日	21.28888889
12月10日	17.8375	1月4日	23.05510638
12月11日	14.8490566	1月5日	14.45
12月12日	22.47		

前三天 (9.15-9.17) 平均 5.811111111 标准差 4.831814299
 后三天 (1.3-1.5) 平均 21.30799842 标准差 6.817913095
 平均标准差 5.82827773

t 测试结果 $p=0.029975013$
 结论: p 值 <0.05 , 认为两组数值有显著差异
 效应值 (后平均-前平均) / 平均标准差 = 2.69322912
 结论: 认为有大的增幅

图 3 北京军区机关幼儿园幼儿组 COR6 小蓝星点汽球游戏成绩 t 检验

其四、汽球指尖游戏直方图成绩均值前后比是：3.87...上升到 22.55...。



图 4 北京军区机关幼儿园幼儿组 COR6 小蓝星汽球成绩直方图

北京军区机关幼儿园小朋友参加人数由 COR5 的 222 人，到 COR6 参加 331 人，提升百分之 49%。每天可查询成绩榜上，宝宝们兴趣盎然，力争上游，可圈可点！

(2) COR5 与 COR6 参加人数与获奖情况的比对:

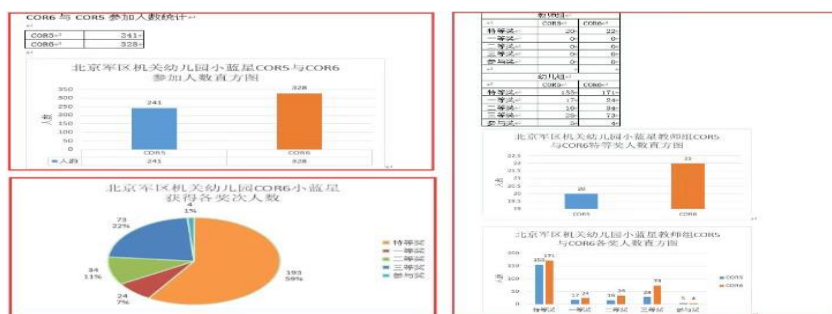


图 5 COR6 与 COR5 参加人数统计

COR6 和 COR5, 北京军区机关幼儿园在段春梅园长的亲自主持组织下, 以“重视”和“扎实”, 获取了这项坚持近十年在幼儿园阶段首个进行的“科技素养启蒙”和提升“时代优秀素养”培养主动探索的数字化中文先导探索, 并获得 350 份 COR6 获奖证书。

2.1.3. 在 COR7 小蓝星中达到的效果

2022 年 9 月 30 日, 正值国庆佳节来临之际, 林小革总干事应邀在中国香港特别行政区国际联席专家委员会, 连线北京军区机关幼儿园 12 个大班, 顺利地完成了报名参加 COR7 的 425 位小朋友在线研习。活动在北京军区机关幼儿园段园长亲自布置下, 高老师和 12 位大班带班老师精心组织安排完成“小蓝星先导行动计划”。从参加人数来看, COR5/COR6/COR7, 前后三届的人数, 分别是 222 人/331/425。如下图: 略

这节节增高的数据比对图表, 让我们看到“小蓝星先导”实验探索产生的正向反馈与传递的正能量。

2.1.4. 实验取得主要成效

小蓝星作为数字化先导探索项目, 获得我国小朋友的青睐, 设计者策划的“左瞧右敲·点点气球”指尖游戏过程中, 孩子们能主动有效地接触信息科技, 启蒙了科技素养, 习得与传承发展中华优秀传统文化, 激发了好奇心, 促进了良好阅读习惯的养成, 提升了专注力。而专注力是人生中智力因素的重要组织部分。调动视觉、听觉、触觉多种知觉运动, 让儿童眼、脑、手协同作用, 注视、点按、拖曳、对碰, 基于电脑网络系统的人机互动, 是创新模式前瞻式探索。借助在线和移动资讯技术优势, 可读内容丰富, 线上图文并茂, 让孩子从小养成爱阅读的好习惯, 成为一个学识渊博的人。处于敏感期里的早期阅读促进: 多、快、好、省地增长知识, 主动探索快乐成长。根据儿童语言能力认知发展的特点, 尝试引导儿童透过指尖游戏, 基于多功能平台的设计专栏。引导主动投入, 轻松愉快和有效地接触科技资讯, 让儿童能在多知觉运动中, 提升对汉语字词的综合感知, 并在指尖游戏内隐快乐习得中, 大数量地积累语言词汇。基于电脑网络系统的人机互动, 在于指尖击键游戏中, 实现儿童轻松个体资讯加工正强化。以综合、开放、富弹性的模式, 配合儿童的发展需要和兴趣, 促进儿童的语言思维认知能力发展, 提升优秀时代素养。

2.2. 实证研究中教师家长小朋友访谈实例分享

分享一: 北京军区机关幼儿园段春梅园长感言:

处在数字化迅速发展的新时代, 科技小蓝星先导项目以图、文、声、像多信息, 使孩子们清晰感知形象活动的精彩瞬间, 并在轻松愉悦的氛围中, 充满了学习活力的互动中提升科技素养。

一是以幼儿为本, 充分尊重幼儿身心发展规律。科技小蓝星先导项目在学习环节的设计上, 有效契合孩子们身心特点, “点汽球·拖碰听”等在线移动指尖游戏, 每次都让孩子们玩的不亦乐乎。同时, 小蓝星的“跳摘”机制产生了激励作用, 从而树立学习的信心, 由“要我学”变成了“我要学”, 从小养成主动探索的时代精神。

二是以文化浸润，有效促进孩子综合素养提升。文化自信从娃娃抓起，小蓝星先导把古诗作为一项重点内容，将中华优秀传统文化“美”的意境深植幼小心灵。学习中，孩子们高声朗读和忘情讲述，语言表达能力得到了很大的提升。以眼、脑、手、协调搭配为基础的操作设计，锻炼了孩子们的协同能力，孩子手指动作越来越精细，不但操作鼠标键盘更加熟练，制作手工作品、画画时的手控能力也明显提升。

三是以互动为线，让孩子学习更加专注高效。小蓝星的互动性很强，寓教于乐的激发儿童学习兴趣，“红方块”赏动画、“左瞧右敲，点点汽球”等环节设计，营造出了轻松愉悦的氛围，整个过程充满活力，孩子们深度参与其中，真正成为学习的主体，记忆力和专注力也得到很大提升。

分享二：北京军区机关幼儿园教师这样说……

1、听听来自钱媛媛老师感言：

从小蓝星先导开展以来，我们幼儿园坚持实验探索，成为了互联网+中文先导实验精英队伍中的一面旗帜。刚开始，我只是引导孩子们先记住小蓝星的帐号和密码，通过练习能熟练地自己输入。在幼儿园的电脑体验中，孩子们又不断地探索，坚持在家每天15分钟的练习，又将练习的视频发到班级群里分享。过了段时间，家长们纷纷告诉我，孩子们的主动学习意识和自控能力都有了明显提升。我又将小蓝星先导的特点，以及对孩子们如何全面发展提升，做了详细的介绍；引导孩子们通过探索---体验---分享---兴趣---主动学习意识--深入了解小蓝星，然后再体验、探索，分享。在我不断地鼓励幼儿的同时，也积极参与活动，并经常位于榜首，为我班孩子树立了榜样。因此，我们班在成绩单中，班级总成绩、幼儿个人成绩、教师组个人成绩一直是名列前茅。我觉得，做为老师就应该率先为孩子们做出榜样，这样孩子们才会有前进的目标和动力。

小蓝星助力提升“互联网+”教育，锤炼数字素养与技能，助力幼儿有效提升时代素养。小蓝星获得我们大十班小朋友的青睐，这种学习模式特别能激发孩子们的学习兴趣。气球碰碰等亲子互动模式，既能用古诗词磨耳朵，又督促家长和孩子共同学习，让学习古诗从“死记硬背”变成“寓教于乐”。

2、听听来自王健老师感言：

刚刚接触“小蓝星”活动时，对于作为教师的我来说，不太明白这里面的“秘密”，对于“左瞧又敲”，“默打古诗”，“气球对对碰”等不同板块，它们是做什么的？它们能给孩子带来什么？我要如何带领孩子进行操作？我要如何发动家长资源对幼儿进行家园共育等等疑问，从我的脑海里闪过。为了让老师们对“小蓝星活动”进一步了解，园里几次在线联络林小革总干事为我们介绍活动操作流程，教师如何引导幼儿活动，幼儿在活动中要注意什么等等。业余时间，自己打开电脑玩上几遍。我发现自己的手指好像更灵活了，对之前已经忘记的古诗在游戏中又得到了温习。

家长对于这个新鲜的游戏活动也很感兴趣，积极带领孩子们在家操作，有的家长向我私信询问操作中遇到的困难要如何解决，有的家长兴奋地把孩子操作时有趣的小瞬间和我分享，有的家长向我反馈孩子手指变灵活了，有的家长还向我反馈孩子突然间喜欢背古诗了，还有的家长告诉我这个小游戏让平时因工作忙碌的自己能踏实下来和孩子有更多接触机会了，促进了亲子的关系。

经过家园共育后，我们为幼儿创设宽松温馨的环境，幼儿一起讨论，一起说说自己是如何操作的等等，孩子们从不会到会再到感兴趣，这一连续的环节下来，发现孩子们在游戏潜移默化的影响下有很大进步。“小蓝星”中每一个小游戏都图文并茂，既符合幼儿的年龄特点又存在挑战性，充分调动幼儿参与学习的积极性。

分享三：北京军区机关幼儿园小朋友这样说……

1、听听来自大四班陈秋妍小朋友感言

我特别喜欢科技小蓝星，我喜欢它的古诗模块，输入数字就能变成古诗句子，我觉得很神奇，在玩的过程当中，我不知不觉地背会了很多首古诗，还认识了很多汉字，我妈妈也觉得科技小蓝星特别好，说通过寓教于乐的方式培养了我的学习兴趣，说它不但培养了我的专注力，还锻炼了我的记忆功能，谢谢幼儿园老师们给我提供这么好的学习平台，打卡小蓝星让我觉得是一件很快乐很有意思的事情，我还会继续努力的！

2、听听来自大五班李嘉逸小朋友感言

我参加了幼儿园举办的小蓝星比赛得到了第二名，我非常喜欢小蓝星，小蓝星教会了我怎么使用电脑，小蓝星让我看到一些古诗非常美的画面。

3、听听来自大三班常昕奕小朋友感言

我最喜欢学校的小蓝星游戏，它不仅让我学会了使用电脑，而且还学会了很多汉字，我最喜欢玩点点气球的游戏，两个气球一碰，混合成一句古诗，我超喜欢这个小蓝星游戏，我会坚持下来的！

4、听听来自大七班林书禾小朋友感言

有一个特别好玩的课程，是科技小蓝星，我最喜欢的就是左瞧右敲，每次输入一串数字按一下回车，就出来一句古诗，特别神奇，所以我每天都想要玩科技小蓝星，我的速度变得越来越快，读的古诗也越来越多。

分享四：北京军区机关幼儿园家长这样说……

1、听听来自大十班麻莘玥爸爸感言

一是寓教于乐、打好基础。兴趣是最好的老师，要让孩子喜欢做一件事，最好的办法就是让他（她）从中找到乐趣，并乐此不疲。科技小蓝星在学习中植入动画、声音、图片和文字等元素，声情并茂地呈现多维数字化信息，充分调动儿童学习兴趣，吸引孩子们在游戏中学习儿歌、古诗和散文，为学前教育打下了较好的文化知识基础。

二是培养习惯、提高素养。科技小蓝星锻炼了孩子们的视听、阅读和动手操作能力，提高了科技素养。而且每次学习时间都有一定要求和限制，并设置有练习和测试环节，通过一段时间学习训练，孩子的主动学习意识和自控能力有明显提升，身心素质得到全面发展。

三是陪伴学习、健康成长。现在的小朋友们都是新的网生一代，接触的电子产品很多，耳濡目染的网络信息繁杂多样，一旦家长们管控不当，使孩子陷入手机网络的困境，既毁坏了眼睛，更影响身心健康。科技小蓝星这个平台既给幼儿们提供了一个接触网络信息的渠道，引导孩子们科学正确地利用信息网络，又给家长们陪伴孩子学习、与孩子沟通交流提供了时机，让孩子们在家长的陪伴和监督下愉快地学习，健康的成长！

2、听听来自大六班李昕冉爸爸感言

李昕冉小朋友参与这个活动有一段时间了，这个活动不只是仅仅背诵古诗，还增加了键盘敲打数字来锻炼手指灵活度。“点点气球”这个环节是他最喜欢的，这个游戏是有很多五颜六色的小气球上面有很多古诗句，需要把两个气球上的古诗连接起来，虽然他还有很多字不太认识，但是他会很认真的去看气球上面的字，很认真的在记，要是认识的、会的，他会指出来并大声的说出来，连接对了，他会高兴的给自己鼓掌，玩的不亦乐乎。经过跟爸爸妈妈一起完成这个游戏环节，爸爸妈妈会给他念一些小气球里面的古诗句，这个过程中是很高质量的亲子互动。这里面最吸引我们的是小蓝星先进的教育理念，让作为家长的我们深深的认识到怎么提高学习兴趣，养成良好学习习惯，树立终身学习的理念对孩子成长的重要意义。

3、听听来自大二班韩佳茵妈妈感言

幼儿园组织大班小朋友参加“小蓝星先导”计划，作为家长一开始并没有太多关注，只是孩子有一天回家提起：“妈妈，你知道吗，今天老师又带我们玩“小蓝星”了，太好玩了！

我在家里也玩好不好？”看到她眼睛里闪闪发光的样子，我有些好奇的陪她开启了小蓝星学习之旅。通过一段时间练习，突然惊喜发现，她认识了很多字，学会了很多古诗，专注力记忆力也有了很大提升！这时才恍然意识到，小蓝星先导的确是帮助小朋友学习知识、提高能力的好帮手。

一是快乐学习，充分尊重幼儿身心发展规律。最吸引我的是小蓝星先进的教育理念，让作为家长的我们深深的认识到保护学习兴趣、养成良好学习习惯、树立终身学习理念对孩子成长的重要意义。科技小蓝星先导在学习环节的设计上，充分尊重幼儿身心发展的规律。佳茵最喜欢“点汽球·拖碰听”等在线移动指尖游戏，每次玩的不亦乐乎从“要我学”变成了“我要学”，觉得学习是一件有意思的事情，因为喜欢，坚持学习也不再是一件困难的事情。

二是全面学习，有效促进孩子综合素质提升。文化自信从娃娃抓起，小蓝星先导把古诗为一项重点内容，旨在让孩子们潜移默化浸润中华优秀传统文化，更将中华优秀传统文化“美”的意境深植幼小心灵。

三是课程设计互动性强，孩子学习更加专注高效。“孩子不仅仅是教育的参与者，更是教育的主体”，在一个多月小蓝星学习中，小蓝星的互动性很强，孩子深度参与其中，真正成为学习的主体，记忆力和专注力也得到很大提升。

3. 小结

国家教育部科技司司长雷朝滋指示：“互联网+”正在触发教育教学模式变革。人才培养目标的转变亟需课程教学内容体系重构，更重视创新思维和协作能力培养的内容将得到加强，推行跨学科内容整合成为必然趋势。探索亲子互动模式对小蓝星先导行动计划有十分重要的作用。家园协同育人，全面提升创新人才培养能力，方可发挥拔尖创新人才的引领作用。

参考文献

- [1] 林小革 (2022)。COR 知多少，我来告诉你。在线移动创新模式汉语学学习资源平台。2022/8/27.小蓝星，亮晶晶。<https://www.chxckc.com/2022/1/11>.惊艳！六龄童们特别的颁奖礼。<https://www.chxckc.com/>。2022/7/13.探索，小蓝星在线主动习得体验。<https://www.chxckc.com/>。2022/9/30.林小革 (2022)。倾听，来自 COR7 中校长园长老师家长的心声。<https://www.chxckc.com/>。2022/12/28.
- [2] 雷朝滋 (2022) “互联网+”正在触发教育教学模式变革

互联网+阅读写作激励小学生积极进展实证研究

卢青云 吴东杰 吴悦
江苏省南通海安市教师发展中心附属小学
173336353@qq.com

【摘要】科技不断赋予人文以更深的温度和力量。国际联席专家委员会林小革总干事主持组织的“互联网+中文先导探索实验”研究项目，通过网络课堂，充分激发学生的读写热情，探索海量阅读资源，专注创新写作学习，让创新和科技相融。坚持将科技与阅读写作相结合，两者相得益彰，让学习者更主动，更创新地投入知识的海洋。从“小蓝星先导”，到“四项读写”，再到“在线写作新序列”，学生动手操作的潜能得到最大化的开发，发展了创新思维，增强了合作意识。孩子们走进网络，积极参与国际联席会组织的COR活动，在快乐中学习，在创新中成长，乘科技之东风，登创新之快车，汲文化之素养，向卓越不断迈进。

【关键词】“互联网+”；科技与读写结合；网络课堂；COR系列活动

一、研究依据

时代召唤：

北斗组网，战机翱翔；蛟龙深潜，稻谷飘香。科技不断赋予人文以更深的温度和力量。国际联席专家委员会林小革总干事主持组织的“互联网+中文先导探索实验”研究项目，通过网络课堂，充分激发学生的读写热情，探索海量阅读资源，专注创新写作学习，让创新和科技相融。我们江苏省南通海安教师发展中心附属小学，抓住这一契机，积极参与，坚持不懈，至今已经有十五年个年头了，并多次评为全国先行示范学校，学生们在实验中获得自主学习新优势，读写能力有着飞跃提升。

学校宗旨：

坚持将科技与阅读写作相结合，让人文与科技相辉映，让学习者更主动，更深度，更创新地投入知识的海洋。从“小蓝星先导”，到“四项读写”，再到“在线写作新序列”，我校一直秉承着“落在指尖，优得习先；激发大脑，重在创新；立足素养，培养人才”的宗旨，十多年来，积极参与国际联席会组织的COR活动，让孩子们快乐地乘科技之东风，登创新之快车，汲文化之素养，向卓越不断迈进。

二、项目特点

项目由来：

互联网+中文先导创新模式探索研究实验项目，以实证研究和行动研究为主要特点，立足于从不同群组的学习者角度出发，有效地进行互联网+汉语学和教常态有机结合探索实验研究。有效地将数字化网络技术学与教育学、语言学、认知心理学有机结合跨界整合。以培养好奇心与创造力，提高解决问题的能力为中轴，以互联网技术创新科学数字化技术右轴，以中文识读、阅读、写作在线习得为左轴，创立三维立体数字化创新模式实施与发展。让学习者于习得过程中自觉提升认知、思维、道德、价值观等正面积积极的新时代素养，启蒙陶冶科技素养，促进超越自我主动探索过程中人格健康正态地发展，加速时代优秀创新人才培养。

中央人民广播电台大湾区之声专栏记者于2020年2月16日，关于在线学习专题内容电话专访林小革总干事，并于“央视大湾区”公众号推出。参加实验的学校教师实验操作技能与教研水平提升，学生在高效阅读、主动探索、迈向卓越的良性循环操作过程中，建

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

立起了自主善读乐读的良好网络文化习惯。近来组织国际活动和展评，经过 t 检验和标准差分析，说明取得显著的成效。

平台特色：

汉语学习资源平台 <https://www.chxckc.com/> [1]，由此应数字化时代而创立。平台多年来创设互联网+中文先导探索创新模式，特点如：“以人为本、自主习得、发现探索”，创立多项学生喜闻乐见自主探索计划，巧妙地将学生汉语自主习得之识读、阅读、写作等在线知识的获得、转化、评价化为个性化自主习得过程。为参加汉语学和教常态有机结合的不同文化背景、各年龄差异者、探索研究实验项目，提供了自主、层递、开放、融合的在线系统，和可浏览、易访问、易操作、乐习得的数字化直观介面和交互练习，系统还设置成绩自动统计即时反馈快速阅读提速等功能。使学习者在“愉快学习、自主探索”的前提下，眼、脑、手协同作用，习得汉语和发展语言能力，形成技能素养，激励主动探索促进卓越成长。

平台自主创新获得了中国国家知识产权局前后九项计算机软件著作权证书；中华人民共和国国家知识产权局于 2022 年 3 月 14 号回复：纵横数码在线移动创新模式汉语学习资源平台（创新模式）发明专利申请初步审查合格通知书。2021 年获中国香港创新科技署发明专利资助计划 PG/250/17 成功批复。获中国香港知识产权署授予原授标准专利项目。

COR 特点：

创设的创新活动模式，如 COR，全称为“汉语在线快速阅读饶宗颐著作名篇读后随笔展评国际邀请活动”，是以创新科技习得中文的探索项目，旨在以生动有趣的教学形式提升学生的中文水平，并提高新一代的好奇心和创造力。活动能有效提升学生的阅读效能并带出积极学习主动探索的良好风气。COR 能让不同年龄的学生在创新科技助力下，进行名篇、成语、阅读、随笔在线移动四项读写，并利用小蓝星先导指尖游戏等，体验愉快及有效的数字化学习。COR 更能将提升数字化技能和传承发展优秀中华文化有机结合，引导学生实践继先贤，习经典，承传统，创未来，成为互联网时代的主动挑战者。

三、研究过程

（一）广取博采—腹有诗书气自华

根据林小革总干事对 COR 各栏目的设计原型，针对如何有效提高阅读的速度专注力等问题，着力探索在线四项读写栏目的策划设计研发。“名篇累积…成语民俗…文本阅读…读后随笔”四大板块。设计将快速阅读速度、理解率与阅读材料、阅读者人机交互多元多维深度融合。

文本阅读设计着“初读…细读…复读”的层递式结构。“拖·打·答·写”“选中·拖黑·变绿”有趣的数字化快速阅读在增大识别间距，扩大视觉广度中提升时代素养。栏目设计“检测—匹配—反馈—提示”的动态整合策略，调控可持续可发展人机互动在线阅读操作和评测系统。对参加者进行时操作行为进行即时的评价，成绩即时发布可查询。勤奋者成绩必高，越努力，进步越快，成绩不封顶，已成为一股促进积极进取，力争上游的无形动力。激励学生在成长过程中的积极自我超越。

我校充分利用 COR 在线快速阅读中优势，为学生们提供一个可自主进行快速阅读信息化机制；使用动态监控整合，加以检测·匹配·回馈·提示，研发来实现可调控可持续发展的在线操作系统。

在线文本阅读平台中，学生通过眼睛、大脑、手指协同并用，图片、视频、音乐的精美呈现，优秀经典名篇逐步在他们的头脑中扎下了根，熟记着《弟子规》，咀嚼着《论语》，更懂得尊老爱幼、文明礼仪；吟诵着《望庐山瀑布》、《岳阳楼记》，产生无限遐想，领略祖国山河的雄伟壮丽，更加热爱自己的祖国了；品读着《悯农》，更懂“粒粒皆

辛苦”的含义，也更能自觉地继承中华民族优良的传统美德；聆听悠扬的琴声，观看视频《春江花月夜》，孩子们仿佛走进梦幻世界，陶醉在博大精深的中国传统文化之中。

（二）厚积薄发—小荷才露尖尖角

在线快速阅读注重“眼、脑、手”协同并用，过程可感可控，提升增大识别间距、扩大视觉广度。旨在形成自主专注、喜读、善读的良好阅读习惯，自主选择的“跳摘”机制的激励效能，促进在线阅读者在体验习得中感悟与发现，包括学习者在线和习得中独立性、探索性、合作性都得到充分的提高。

由于在线快速阅读平台上，收录了大量经典名篇古诗文，其中蕴含着丰富的中华民族优秀的传统文化精神，如“天下为公”的理念；“先天下之忧而忧，后天下之乐而乐”的胸怀；“无为而无不为”的智慧；“己所不欲，勿施于人”的道德原则；“高山仰止，景行行止”，“天行健，君子以自强不息。地势坤，君子以厚德载物。”经典诗词中的圣贤先哲，其至德至言，虽经过岁月的淘洗，至今读起来仍让人感到唇齿留香……。

这一切，对学生的启示是无声的、潜移默化的，都将成为孩子建立人生信念的重要精神资源，在他们幼小的心灵中播下种子，让他们受益终生，真可谓“诗句指尖飞，精华心中留。”

孩子们在“子不学，非所宜，幼不学，老何为”、“融四岁，能让梨”、“如囊萤，如映雪”的诵读声中，在一行行文字的输入过程中，对照自己寻找差距，辨别自己行为的对与错，应该如何做，为什么这样做，今后应该怎样做，让学生自己领悟，创造出良好氛围，深化养成。渐渐地，家长们开心地告诉老师：“我家孩子最近懂事多了！”看到学生爱学习、守纪律、尊师长、亲同学了，我校老师们也很欣慰呢！

古人云：为文之道在于厚积而薄发。小学生在诵读了大量的经典名篇，实现着“量”的积累，从而拥有了更多的写作素材，实现“质”的飞跃，真正达到“我手写我心”的境界。

（三）捷足先登—马不扬鞭自奋蹄

十五年来，我们学校一直积极主动参与林小革总干事创设的“科技与读写相结合”的研究项目，从“小蓝星先导”，到“四项读写”，再到“在线写作新序列”，一直是全国该探索领域的先行示范学校。

关于“在线写作新序列”的实验，以学习者为主体的在线自主快速阅读，实施着由阅读、探索、创造构成的创新模式，吸引着师生们愉悦地走进网络，畅游于数字化知识海洋。孩子们在高效阅读、主动探索、迈向卓越的良性循环操作过程中，反复推敲品味，理解其思想内涵和写作艺术，充分汲取其精华，养成自主乐读善读习惯，促进了人才潜能全面发展。

去年11月25日下午，我校根据实验情况，邀请林小革总干事给实验班的同学进行在线研习。在大家的共同努力下，顺利完成了16分钟的在线写作新序列新增内容新加功能的介绍，在线的小学生，用23分钟的时间，部分快速完成观察、表达的作文。

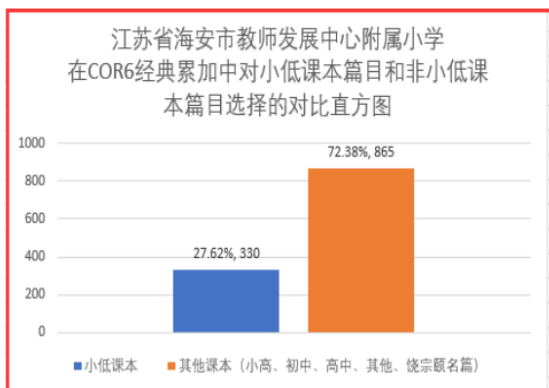
(1) 江苏省南通市海安市教师发展中心附属小学四项读写经典累积“跳摘”记录



本次实验新增了以“名人相片简介”和“名人珍贵相片”“香港地标建筑”为主题的图片。新增功能为观察时可以根据自己表达需要，多张并呈，灵活应用。我们看到小学生们兴趣盎然，爱不释手，反复端详。我们发现吉祥豪同学选择科学家“爱因斯坦”为观察表达内容，好奇心获得了直接激发。

技术组统计出来的图表示，让我们一目了然，领略着信息时代数字原住民对COR的特别情怀。正如我校卢青云校长在COR5总结说到：数字化先行探索是一项时代的挑战，校长与教师团队共同进行“互联网+”和汉语教学常态有机结合的探索研究，挖掘潜能优势，整合可共享、可持续发展的资源，“COR”还有多项实践探索，是从“破解难题，以‘趣’设单”入手，运用在线移动创新学习方式，创造一个有利于学生快乐成长的学习环境，培养学生兴趣及多元化的能力，让学生变成主动的知识建构者。超赞！继续！更上层楼！

25	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	田园田居	高中课本	陶渊明	经典累积	1
26	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	木兰诗	初中课本	佚名	经典累积	4
27	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	少年中国	初中课本	梁启超	经典累积	17
28	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	木兰诗	初中课本	佚名	经典累积	13
29	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	别董大	小高课本	高适	经典累积	10
30	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	望洞庭	小低课本	刘禹锡	经典累积	1
31	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	赠花卿	小高课本	杜甫	经典累积	1
32	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	二首古诗	初中课本	白居易	经典累积	2
33	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	十一月四日	初中课本	陆游	经典累积	23
34	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	静夜思	小低课本	李白	经典累积	20
35	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	登飞来峰	初中课本	王安石	经典累积	4
36	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	春望	初中课本	杜甫	经典累积	7
37	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	敕勒歌	小低课本	佚名	经典累积	83
38	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	登鹳雀楼	小低课本	王之涣	经典累积	6
39	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	二首古诗	高中课本	苏轼	经典累积	1
40	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	竹石	小高课本	郑燮	经典累积	1
41	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	三字经	小低课本	王应麟	经典累积	15
42	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	桃花源记	初中课本	陶渊明	经典累积	76
43	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	论诗	初中课本	赵翼	经典累积	1
44	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	虞翻说	初中课本	周敦颐	经典累积	56
45	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	梅花	小低课本	王安石	经典累积	12
46	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	地母	小低课本	李白	经典累积	13
47	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	田园田居	高中课本	陶渊明	经典累积	1
48	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	闻王昌龄	初中课本	李白	经典累积	2
49	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	门有杏花	初中课本	李益	经典累积	7
50	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	塞下曲	小高课本	李白	经典累积	2
51	江苏省海安市教师发展中心附属小学	小低组	水调歌头	初中课本	苏轼	经典累积	11



专栏系统设计中的“跳摘”机制，让孩子们自主选择自己喜爱的阅读材料。不局限自己学过的正在学的，未学的，有兴趣都可以选择阅读。正如全球著名数字化研究专家陈德怀教授所说：“让孩子自由选书（阅读），是培养兴趣的重要一环，此外还可以保持好奇心、满足感、成就感”。

(四) 思维流畅—为有活水源头来

正是林小革总干事创设的“在线写作新序列”实验，应合了孩子们的写作需求，使得那些远离学生现实生活的人、事、物，鲜活地呈现在面前，拉近了时空距离，更具动感地冲击学生的眼球，激发起写作兴趣。

在线写作过程中，学生因为理解了提供图文的思想内涵和创作艺术，充分汲取精华，得以浸润，所以他们动手操作的潜能得到最大化的开发，激活了创新思维，突显出传统文化软实力的价值，修炼了语文素养。

在线创新学习过程中，我们积极参与COR主题活动，不断探索适宜于小学生的在线读写结合学习模式，并根据小学生的认知规律、兴趣特长，将他们按高、低两个年级段来

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

分，采用学生喜闻乐见的形式，有计划、有步骤地指导他们自主阅读，达成“低耗轻负、自主轻松、高效快速、赏心悦目”的在线阅读新模式。同时，我们还发挥高年级组学生的学习优势，适时辅导低年级段学生，解决读写过程中遇到的疑难问题；这样，高年级组学生既帮助了别人，也促进了自己综合能力的提高。在跟踪实验中，我们发现无论是从眼脑手协同并用能力，还是自主阅读的习惯方面来看，实验班学生均明显优于非实验班学生。

自从学生置身于“在线写作新序列”实验后，他们主动利用网络资源，收集资料，积累写作素材，已成新常态。学生们经常将阅读平台中的精美图片，优美词句、精彩片断，制作成电子素材库，建立自己的“电子采蜜本”；尤其是颇有内涵的图画，更为他们提供了丰富的写作素材，引领着他们展开想象的翅膀，提高了习作能力，写出个性飞扬的文章来。我校还定期举行“阅读积累簿”和“电子采蜜本”选秀，激发写作热情。

“互联网+中文先导探索实验”平台，科技与读写相结合，使得我们在最前沿的科技设备上，与中国传统文化零距离。在这里，我们品读经典名篇，培养自身的文化气质，开拓人生境界，启悟生命的智能，发挥理性的功能；在这里，学生的脑海中烙上了热爱祖国、勤奋好学、孝敬父母的印迹；在“快速阅读”中提高了理解能力，搜集摘录中强化了认知效果；在“读后随笔”中，不断创新升华……

四、研究反馈

<https://www.chxckc.com/news/#/2575> 名篇累积 T 检验

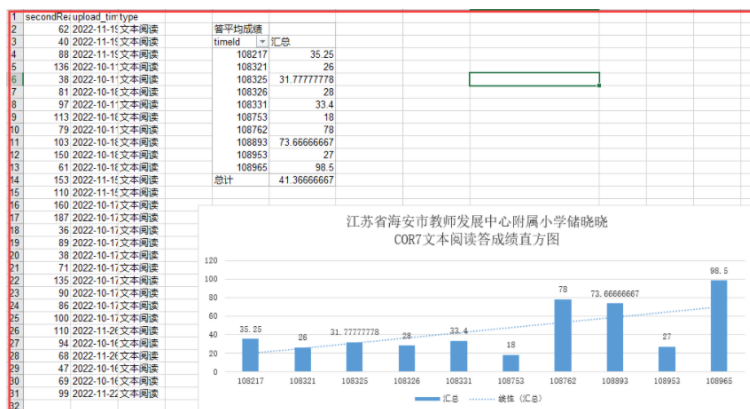
COR6技术组从小学组取样，选自实验优秀示范学校，江苏南通海安教师发展中心附属小学，t测试结果 $p=0.009332984$ ，结论： p 值 <0.05 ，认为两组数值有显著差异；效应值（后平均-前平均）/平均标准差 $=0.403100415$ ，结论：认为有中等增幅。我们为坚持在探索实验前列的优秀示范学校喝彩称赞，还愿百尺竿头更进一步！

<https://www.chxckc.com/news/#/2570> 四项读写跳摘机制

以上的表单和图示数据，让我们从实例中分享着这所一直位于优秀先行示范学校榜首的江苏省南通市海安教师发展中心附属小学。COR5创出优异的成绩，令人啧啧称赞，COR6报名人数也高达223人，又一次是小学组的佼佼者。在线研修，练习表单成绩都是棒棒的！孩子们对COR的感情和兴趣是浓浓的，他们从COR1到现在每每都捷足先登，连续几年从没缺席过COR。

<https://www.chxckc.com/news/#/2621> cor7 储晓晓“答”的直方图表

江苏省南通海安市教师发展中心附属小学储晓晓同学文本阅读“答”之成绩数据前后比对比直方图：



五、研究实效列举

• 学生感言

让我爱上阅读理解（节选）

海安市教师发展中心附属小学 四（1）班 陈毓熹

通过参加汉语在线快速阅读活动，我的语文成绩有了质的飞跃，而且凭借自己的努力，

在每一届的展评活动中，都能拿到可喜的成绩；更重要的是，从那之后，我就变得不再惧怕阅读理解了，相反，现在我的阅读理解基本都能拿到满分，老师对我赞不绝口，我高兴极了！

感谢林老师开发的纵横数码创新学习平台，有了它，让我深深地爱上语文、爱上阅读写作！

让我们收获满满！（节选）

海安市教师发展中心附属小学 四（4）班 仇俊杰

纵横数码在线移动创新模式汉语学习资源平台的项目设计新颖有趣，尤其是COR汉语在线快速阅读饶宗颐著作读后随笔国际展评活动。

其中的在线阅读，通过“初读”、“细读”、“复读”三个环节，激发我们对阅读理解的兴趣，提升我们的阅读技能与专注力，最后通过完成相应的题目来加深我们对文本的理解。帮助我们学会阅读，学会理解。

最后的读后随笔，通过阅读原文，理解原文所表达的含义，借题发挥，结合自己的生活实际、观点、感受及想法，各抒己见，表达自己内心的真实想法，让我们的作文行云流水、妙笔生花！

让我的语文 So easy.

海安市教师发展中心附属小学 二（9）班 储晓晓

今天，我有幸地参加了第五届汉语在线快速阅读饶宗颐著作读后随笔国际展评活动。里面有许多好玩的，譬如说读后随笔，它不仅可以让我的打字快一些，还可以让我的语文写作水平提高呢！默打古诗也能让我们了解有名的古诗与文学著作，并且还能熟练地打出来。有了它们的帮助，我的语文学习成绩一定不会差，肯定会越来越好。

有了纵横创新学习平台，我相信，我的语文成绩一定不会差，因为语文就是要靠积累，多读书。

让我的生活变得丰富多彩！（节选）

海安市教师发展中心附属小学 四（9）班 董梦晶

我很高兴能够参加汉语在线快速阅读饶宗颐著作读后随笔国际展评活动，让我的语文成绩提高了很多。

这里告诉大家一个小诀窍吧，积累词汇量的最有效方法就是坚持，坚持登录纵横创新学习平台练习趣味成语，还可以把自己在纵横创新学习平台上看到的不明白的成语，用摘录本摘抄下来，通过查阅字典了解它的含义，日复一日的坚持下去，你会发现你的词汇量会有质的飞跃，这就是我们参加国际展评活动的真正意义所在。

阅读讲究的是方法，只要运用正确的方法坚持练习，相信阅读理解的能力一定会有所提高。

让我变得会学习（节选）

海安市教师发展中心附属小学二（4）班 杜星忆

今天我们参加了汉语在线快速阅读饶宗颐著作读后随笔国际展评活动。在线阅读也是一个很重要的项目，我最喜欢的就数这个了，因为我最爱阅读，这个项目除了满足我的兴趣爱好之外，还能提升我对文章的理解能力，对我的语文学习有着很大的帮助。

汉语在线快速阅读饶宗颐著作读后随笔国际展评活动真的帮助了我许多，比如说，手指灵活、学习能力……

让我变得洋洋得意（节选）

海安市教师发展中心附属小学 四（1）班 范宇恒

在线阅读有古诗、短文等，提高了我的阅读，也提高了我们的理解能力。

最后就是读后随笔，读后随笔是写出读完文章后的启发，对文章的概括等，这也提高

了我的分析能力，以及写作能力。

通过学习纵横数码创新学习平台，我的毅力得到了提升，我的知识得到了积累，我的打字速度得到了提高，我希望让越来越多的人知道，并且登录纵横数码创新学习平台，与我们共同学习，共同进步。

让我更聪明了（节选）

海安市教师发展中心附属小学 二（3）班 付星泽

在线阅读可就不一般了，除了可以选择阅读古诗，还可以选择文章。首先，用鼠标拖动每一个小分句，让它变绿，直到全部选完。接着，在右边的方框内运用纵横码输入法输入文本，输完之后，还可以回答与原文对应的问题。

纵横数码在线创新学习平台真神奇，还很有趣，考验我的反应能力，还帮助我很好的学习语文，我爱纵横数码创新学习平台！

● 老师体会：

小学阶段利用“在线读写平台”，进行古诗阅读教学，开展读书报告会、网络展览等，不仅能够提高学生的审美能力、诗词理解能力，还能培养学生创造性，从而有效地提高小学语文古诗教学效率。（《当古诗阅读与在线读写平台相遇》节选 海安市教师发展中心附属小学教师 周娟）

“在线读写”平台，提供了适合小学低年级学生的读写内容，突破了小学语文教学中传统的教学方式，被我们学校的语文老师广泛应用，我也做了初步尝试，

1. 巧用在线读写平台中的视频呈现，能激发学生阅读兴趣。2. 读写结合，让体验在学生写话中升华。3. 想象性练笔。

（《读写结合，小学低年级写作能力培养的金钥匙》节选 海安市教师发展中心附属小学教师 张海霞）

“互联网+中文先导探索实验”研究项目评测系统的创设，以开发内隐学习能力，养成习得为优势，自主模式为在线汉字词自主发现式学习研究提供空间和平台。实践探索，真正提高了学生的学业效能，可谓“轻负担、高质量”为课程改革实施积极有益的探索。

（《破解难题，以“趣”设单》节选 海安市教师发展中心附属小学教师万久红）

COR系列活动，为开拓学生阅读市场奠定了良好的基础，为提高学生的阅读能力创设了良好的条件，也为促进学生的阅读积累铺设了宽阔的大路，更是为孩子们在网上阅读提供了一个实用性、趣味性、有效性集一体的高效平台。（《浅谈“在线古典与现代名篇美文赏读”有效促进小学生的阅读积累》节选 海安市教师发展中心附属小学教师 孙启春）

国际联席专家委员会林小革总干事主持开拓的实验课题，又让我们的创新学习提升到了一个新的层面，引领孩子们走进网络，在线读写，登上了更为广阔的展示平台。

乐于奉献、技术过硬的教师队伍，好学上进、主动探索的数字化创新一位由此组成。

COR1-7系列活动中，不断涌现了一批批敢于创新、勇于创新、善于创新的阳光少年。

学校多次获得优秀组织奖，一直成为该探索的全国先行优秀示范学校，卢青云校长获中文在线创新实验先导优秀示范集体奖和个人奖；在国际学术研讨会上分享学校开展项目研究的经验和成果。在国际联席会组织实验团队进行阶段评估中，吴东杰、许学工、吴悦多位老师荣获中文在线实验先导优秀示范个人奖。学生优秀时代素养个人综合素质显著提升。学校实验项目的效果在当地家长和社会产生了正面积良好的影响。

苟日新，日日新，又日新”来自中国儒家经典——《礼记·大学》，该章为《大学》的第三章，意思是如果能够一天新，就应保持天天新，新了还要更新。

在快乐中学习，在创新中成长，乘科技之东风，登创新之快车，汲文化之素养，向卓越不断迈进。

六、参考文献：

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

1. 纵横数码在线移动汉语学习资源平台 <https://www.chxckc.com/>
2. 周娟 《当古诗阅读与在线读写平台相遇》
3. 万久红 《破解难题,以”趣”设单》
4. 孙启春 《浅谈“在线古典与现代名篇美文赏读”有效促进小学生的阅读积累》

基于四维学习理论的游戏化教学设计与实践

Constructing Gamification Teaching Model Based on four-dimensional

Learning Theory

张孟婷¹, 袁柳²

¹陕西师范大学 计算机科学学院

* mengtingz2000@163.com

【摘要】 游戏化教学能激发学生学习动机, 促进学生积极参与课堂活动, 而针对教学内容进行游戏化设计又是组织游戏化教学的关键环节。本文在游戏化学习的认知、动机、情感、社会文化四个维度的理论基础上, 提出了学习动机激发、游戏化形式选择、设计游戏机制和内容呈现形式、设计游戏中的社会文化因素四步游戏化教学设计流程。并以信息技术学科《走进二进制》为例, 阐明游戏化设计过程, 丰富了游戏化教学案例设计, 并从学生学习和教师教学两个层面, 通过问卷调查、习题测试、访谈等结果分析验证了该设计模式的有效性。

【关键词】 游戏化教学; 四维学习理论; 游戏化教学设计; 信息技术教学

Abstract: Gamification teaching can encourage students to actively participate in teaching. Gamification design is a key link in organizing gamification teaching. Based on the theoretical basis of the four dimensions of gamification learning, namely cognition, motivation, emotion and social culture. The following four-step gamification design process is proposed: stimulating students' learning motivation, choosing gamification forms, **designing game mechanics, and designing social and cultural participation in games.** Taking the information technology subject "into Binary" as an example, the gamification design process is clarified, the gamification teaching case design is enriched, and the effectiveness of the design mode is verified by questionnaire survey, exercise test, interview and other results from two levels of students' learning and teachers' teaching.

Keywords: Gamification teaching, Four-dimensional learning theory, Gamification teaching design, IT teaching

1. 前言

在信息技术学科教育实践过程中发现, 课堂上存在学生注意力不集中、参与课堂积极性不高, 尤其是讲授复杂抽象的理论知识时, 传统的讲授法更难吸引学生主动参与课堂。而游戏化教学能通过游戏元素的引入、在游戏创作中学习等教学形式吸引学生注意力, 创设问题情境赋予学生角色感和使命感, 激发学习兴趣。在开展游戏化教学实践时, 也不能止步于排行榜、积分等游戏元素的引入(巨晓山, 2022), 还应结合学习内容、学习目标进行贴合学生实际的游戏化教学设计, 帮助学生真正内化知识。

2. 游戏化教学

2.1. 游戏化教学研究与应用现状

目前游戏化教学的应用形式包括以下两种:一是“将游戏应用于教学活动”,即将某个游戏或游戏元素加入到教学中,游戏对教学起辅助作用。如小学信息技术课堂中教师通过金山打字游戏训练学生操作技能(花振亮, 2022),通过 SPOC 平台上学生参与讨论的情况发放积分、徽章,展示排行榜等(程佳铭和张力力, 2022)。二是“将教学活动设计成游戏”,即依照游戏理念对教学活动整体进行游戏化设计,使教学活动以游戏活动形式呈现(胡晓玲, 赵凌霄和李丹, 2021)。在具体的教学活动中,非电子游戏借助卡牌、乐高积木等进行,电子游戏则通过各学科已有平台进行游戏设计和教学,如 Kahoot!网络在线学习平台、百词斩、编程猫等。

游戏化教学能为学生学习带来积极影响,也逐渐被更多的教育工作者所接受,但“什么时候需要使用游戏化教学”、如何根据教学内容进行相应的游戏化教学设计等这些问题缺少相关研究(尚俊杰和裴蕾, 2019)。心理学众多理论都有助于指导游戏设计,包括认知、动机、情感和社会文化问题四个维度的理论和研究(Jan& Bruce, 2015)。从这四个维度出发,依次分析游戏化教学设计的目标和方法,归纳总结游戏化教学设计的流程,解决一线教师想在课堂中引入游戏化教学却不知如何下手的问题。

2.2. 游戏的四维学习理论基础

认知、动机、情感和社会文化视角的观点对于游戏化教学设计都是必要的,并且这四个维度是相关联系的。四种基于游戏的学习理论结合在一起,形成了一个系统的游戏设计观念,使学习游戏的设计更有效。

2.2.1 认知基础

从认知角度来看游戏化教学时,学生参与游戏学习的目标是“构建心理模型”,即学生首先选择游戏中呈现的内容,将这些信息进行加工处理,整合后与先前所学的知识相结合。促进学生认知处理也有四种方式,包括情境创设、促进学习迁移、提供脚手架、及时反馈评价。

2.2.2 动机基础

从学习动机的角度考虑游戏化教学时,强调游戏要为学生提供沉浸式体验。当代成就动机理论围绕三个学生在面对学习任务时会问自己的问题来构建:是否能做到、为什么要做、需要怎样做。游戏化教学非常适合解决这三个问题,游戏旨在让玩家能够实现成功的目标,为第一个问题“是否能做到”提供了肯定的答案。一般游戏过程中遇到困难可以提示,跟随游戏内的规则提示,玩家明确知道自己要怎样做,最终获得成功,这样也就回答了“需要怎样做”的问题。但要回答第二个问题,让学生知道为什么学,往往侧重于学习者的内在动机、独特兴趣以及成就动机。

2.2.3 情感基础

从情感的角度来,游戏化教学更关注玩家的情感体验、态度和信念,考虑游戏如何通过情感参与影响学习者的情感状态,设计目标是提高学生游戏参与度。在游戏中融入情感一般借助特定游戏元素,如通过美学设计、游戏机制、叙事性、背景音乐等影响学习者的游戏体验。

2.2.4 社会文化基础

从社会文化基础来看,游戏化教学的目标侧重于学习的社会和文化方面。如学习者如何参与小组活动,如何利用社会和文化影响作为学习的动力。游戏化教学设计是通过创造有意义的、社会支持的学习环境,努力让社会和文化要素去促进学生学习。

3. 基于四维学习理论的游戏化教学设计

3.1. 基于认知基础的游戏化教学设计

在促进学生认知处理的方法指导下，总结具体的游戏化教学设计流程包括学习内容分析和内容呈现两大环节。在对教材内容分析时，首先对授课内容进行分类，我国现代心理学的奠基人之一潘菽在《教育心理学》一书中将学习分为知识、技能、社会行为规范的学习。分类之后以减轻学生认知负荷为目的，突出关键信息并充分利用多媒体工具呈现，使学生能在较短时间内快速获取有效信息。在游戏化形式选择时，教师可结合教学内容及已有资料，选择轻游戏化模式，在教学某一环节中引入游戏元素或小游戏，游戏元素的分类采用的是目前学界较为认可的 DMC 分类框架(王春丽,李东阁和张焱娜, 2021)(WERBACH& HUNTER, 2012),如表 1 所示。

表 1 游戏元素分类

动力	约束、情感、叙事、进展、关系
机制	挑战、机会、竞争、合作、反馈资源获取、奖励、回合、胜利状态
组件	成就、头像、徽章、打怪、收集战斗、内部解锁、赠予、排行榜、等级点数、任务、社交底图、团队、虚拟商品

3.2. 基于动机基础的游戏化教学设计

在激发学生内在学习动机理论指导下，针对“为什么要学”的问题进行游戏化教学设计，主要包括内在动机激发、学习兴趣转化、根据成就动机分类并提出相应游戏化教学方法三部分。首先，游戏设计的好奇、挑战和幻想等元素能激发学生的内在动力。例如，游戏的难度要随着玩家游戏的状态改变为玩家提供最佳体验。其次，在游戏化教学中，学生的兴趣包括对游戏情境的兴趣和对学习内容的兴趣，游戏化教学希望能随着时间的推移，使学生对游戏情境的兴趣能转移到学习内容上，从而在感兴趣的学科中进行深入思考和研究，结合学生特点设计恰当的游戏机制。最后，学生根据成就动机不同可分为两类：一类是目标取向，这类学生通过学习掌握知识技能而获得成就感。一类是表现取向，这类学生通过他人对自己的好评而获得成就感。针对不同取向的学生教师可采取不同的游戏化设计。如在学习数学的乘法分配律时，针对目标取向的同学可以发放“您已掌握乘法分配律”这一技能徽章，而针对表现取向的同学则发放“您的正确率已击败全班 94%的人”这一徽章来激发他的学习动机。

3.3. 基于情感基础的游戏化教学设计

在情感理论的指导下，教师可以从信息呈现方式和游戏机制两方面进行游戏化设计。在信息呈现方面考虑美学设计的因素，如游戏线索与操作反馈的呈现方式，研究表明圆形和暖色会诱发学生的积极情绪，促进知识理解和迁移 (Um& Hayward, 2012)。也可以根据游戏情节添加背景音乐渲染游戏情境。在游戏机制设计中，通过角色扮演类游戏让学生感受游戏内角色受到奖惩后的情绪变化。还可以添加故事背景贯穿游戏，增强叙事性，吸引学生参与游戏，主动学习。

3.4. 基于社会文化基础的游戏化教学设计

在社会文化理论的指导下，信息时代的学生很在意和同伴、游戏内外角色的关联性，因此可以成立相关论坛或群组，方便学生交流。除此之外，即便是课后独自通过各平台进行巩固练习，也可以提供排行榜、徽章数量等等，让学生看到自己当前在群组中所处的位置。在动作控制类游戏中，通过控制角色完成操作，学生也会观察习得角色行为，如控制游戏角色进行垃圾分类也是学生自己学习垃圾分类的过程。

4. 游戏化教学实践及效果分析

4.1. 游戏化教学的实践

通过初中信息技术教学中《走进二进制》的游戏化教学案例进行实践，验证了游戏化教学模式对培养学生学习兴趣、提高学习效果的有效性。具体的教学过程见表 2。包括情境导入、知识新授、巩固提升、交流分享、课程总结五个环节。

表 2 游戏化教学过程

环节	设置目的	教师操作	学生活动
情境导入	明确课程主题	猜生肖游戏	参与体验游戏
知识新授	掌握二进制基本运算	十进制与二进制对比讲解二进制的概念及基本运算;	对比十进制学习; 总结规律完成练习
巩固提升	挑战任务 拓展思维	猜数字游戏引导学生分析猜测方法	总结分享猜测规律
交流分享	积累学习经验	引导学生总结反思	互相交流讨论, 分享学习经验和成果
课程总结	巩固所学知识	通过提问引导学生梳理巩固所学知识	跟随教师引导, 进行复习和总结

从四维学习理论出发进行游戏化设计。从认知基础出发, 分析教学内容为知识的学习, 为了减轻学生的认知负荷, ppt 制作过程中引入了大量动图帮助学生理解。在课前导入时赋予学生读心专家的角色, 通过猜生肖的游戏吸引学生参与课堂。游戏过程如图 1 所示, 规则为猜测者要通过四个“有没有”的问题推断出被猜者生肖。同时, 在课程结尾补充另一二进制游戏——猜数字, 通过提问该数字的奇偶性及其除二的商的奇偶性, 得到对方所想数字, 引导学生分析猜测方法, 实现知识从易到难的过渡, 符合学生认知规律。



图 1 猜生肖游戏用图

从动机基础出发, 猜生肖游戏导入激发了学生学习兴趣和好奇心, 通过引导学生揭秘, 又将注意力转移到学习内容上; 在过程中的习题练习环节进行小组 pk, 男生女生 pk 等进行竞争, 在挑战的过程中学习, 并对表现突出的学生积分奖励。从情感基础出发, 在信息呈现上 ppt 使用圆形和暖色; 教学导入时赋予学生读心专家的角色; 在讲解计算机使用二进制的原因时, 穿插小故事讲解“bug”的由来。从社会文化基础来看, 每节课都会更新积分记录。设计了从青铜、黄铜、白银、铂金、钻石、星耀、王者等近百级的升级排行榜。班级成立小组, 针对课上的问题组内、组间进行讨论交流, 反思不足。

4.2. 实践效果分析

对初一共 16 个班级的学生进行游戏化教学后, 随机挑选一个班级学生, 分别从学生和教师两个层面进行效果分析。从学生学习的层面进行效果分析, 主要包括课堂表现, 课后问卷调查及习题测验、学生访谈三部分来评价学生课堂行为表现和学习效果。

其中课堂表现包括回答问题情况记录、课中习题练习、课堂参与度三部分, 表现记录如表 3 所示。分析学生课堂表现, 能明显看出游戏化教学激发了学生学习动机, 尤其是在“竞争”环境中更能激发学生潜力。

表 3 学生课堂表现记录表

《走进二进制》学生课堂表现		
回答问题记录	课中提问时, 大多数学生积极回答问题甚至能够抢答, 学生能根据教师提示自己总结出规律。	
课中习题练习	二进制数转换为十进制数	十进制数转换为二进制
	两名同学上黑板练习均迅速计算出结果。还有同学总结出了	两名同学上黑板练习都快速得出结果, 但在使用短除法时格式不

	口诀“8421”。	标准。
课堂参与度	大多数学生都能积极参与课堂，但仍出现个别学生打盹、完成其他学科作业的情况。	

问卷调查参考周红梅游戏化教学满意度问卷设计(周红梅,2021),结合研究特点进行改编,包括游戏化教学满意度、知识技能掌握度两部分。习题测验包括七道选择题、三道计算题,每道题10分共计100分。通过对问卷结果分析发现,92%的学生对本节游戏化教学非常满意,对设置的知识技能目标掌握度分析得出,96%的学生认为自己已经掌握了本节课内容。对问卷结果进行分析发现,大多数学生很喜欢游戏化教学模式,并且能促进知识学习,但考虑不同学生的学习风格不同,在教学过程中还应结合演示法、讲授法等辅助游戏化教学实施。

从教师教学层面分进行效果分析,主要考虑课后主讲教师访谈、听课教师访谈两部分来评价教学目标完成度及教学效果。通过对访谈结果分析得出,教师很认可在课堂中引入游戏化教学的效果,能感受到学生更积极主动参与课堂,提高了课堂教学效率,并希望能有更多信息技术学科的游戏化教学案例以供参考。

5. 小结

实践证明在教学中引入游戏化教学模式能激发学生学习动机,吸引学生主动参与课堂,提高了教学效果,促进了学生知识内化和迁移应用,基于四维学习理论提出的游戏化设计流程为一线教师提供了可参考的游戏化教学设计方案,之后的研究会将该游戏化设计方案应用于其他学科中进行实践,丰富游戏化教学案例。希望今后能有更多的教师将游戏与教学相融合,通过线上平台进行资源共享,展示优秀的设计范例,吸引更多教师参与游戏化教学实践。

参考文献

- 巨晓山(2022)。中小学教师游戏化教学胜任力研究。*教师教育论坛*, 35(08), 34-36。
- 花振亮(2022)。游戏化教学在小学信息技术教学中的应用。*试题与研究*, (31), 162-164。
- 尚俊杰和裴蕾(2019)。重塑学习方式:游戏的核心教育价值及应用前景。*中国电化教育*, (05), 41-49。
- 周红梅(2021)。应用游戏化教学原则培养小学生计算思维。湖北:华中师范大学。
- 胡晓玲,赵凌霞和李丹(2021)。游戏化教学有效性的系统评价与元分析。*开放教育研究*, 27(02), 69-79。
- 程佳铭和张力力(2022)。游戏化设计对在线异步讨论生生互动的影响研究。*现代远程教育*, (02), 12-23。
- Jan, L., Bruce, D., & Charles, K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*, 50(4), 258-283.
- Um, E., Hayward, E. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 104, 485-498.
- Werbach, K., Hunter, D. (2012). *For the win: how game thinking can revolutionize your business*. Philadelphia: Wharton digital Press.

小游戏 大空间

——游戏化教学在小学低年级数学教学中的实践研究

郝建萍 北京市海淀区八里庄小学

haojp1366@sina.com

【摘要】 数学课程标准指出：“注重幼小衔接，基于对学生在健康、语言、社会、科学、艺术领域发展水平的评估，合理设计小学一至二年级课程，注重活动化、游戏化、生活化的学习设计。”在低年级学生数学学习中，教师可在教学的不同环节恰当运用游戏化教学，提升数学学习实效。可以开展激发学生动机的热身游戏、深化课程内容的模拟游戏、辅助学生理解课程内容的体验游戏以及巩固知识的练习游戏，使学生的数学学习在游戏活动中真实发生。

【关键词】 游戏化教学；低年级；数学教学；

《义务教育数学课程标准（2022年版）》（以下简称《数学课程标准》）指出学生通过数学课程的学习，掌握适应现代生活及进一步学习必备的基础知识和基本技能、基本思想和基本活动经验；激发学生学习数学的兴趣，养成独立思考的习惯和合作交流的意愿；发展实践能力和创新精神，形成和发展核心素养。此次教育部颁布的《数学课程标准》，与以往有了五方面的变化，变化之一明确指出：“注重幼小衔接，基于对学生在健康、语言、社会、科学也、艺术领域发展水平的评估，合理设计小学一至二年级课程，注重活动化、游戏化、生活化的学习设计。”

“兴趣是最好的老师”。数学教育的结果，不仅要让学生学会数学知识和技能，更要发展学生对数学学习的积极情感，激发学生学习数学的兴趣，让他们喜欢学数学。而要达到这一目标，就需要对传统单调、机械的学习方式进行变革，通过丰富的小学数学学习的有效载体，体验数学学习兴趣，建立学好数学的信心，引导学生多领域、多角度地认识数学、感受数学、应用数学，进一步体会学习数学的价值，发展核心素养。其中“数学游戏”就是一种有效的载体。特别是对于小学一、二年级学生而言，这一学段是学生进入小学学习的开始，要充分考虑学生在幼儿园阶段形成的活动经验和生活经验，而“数学游戏”不仅能遵循这一阶段学生的思维特点和认知规律，为学生提供生动有趣的活动，促进学生更好的适应小学阶段的学习。同时，“可以利用游戏具有趣味性的特点，将游戏运用到教育中，让学习更有趣。学生通过游戏“做中学”不仅能够增强学习动机，学习知识，提升问题解决能力、创造力、协作能力等高阶能力，还能够培养情感态度与价值观”。

笔者多年从事低年级数学教学，在教学实践中，致力于“游戏教学”的实践与研究，力图让学生爱上数学，从小培养数学学习的兴趣。如何让数学学习既富有趣味性，又能保障教学质量，关键在于教师的设计与引导。将数学与游戏相结合，又与现实实践生活相融合，将游戏教学引入小学数学教学，对于小学低年级学生的数学教学有着积极的影响。

一、游戏化教学的内涵

广义的游戏化教学指的是将游戏或游戏元素、理念或设计用到教学中。

学者吴春强指出，游戏化教学是指基于学校中的课堂教学、老师和学生在课堂中围绕教学目标开展的教学活动。它重视学生的实际感受和需求，并且对学生的实际所学进行及时考察，注重游戏化教学的实施与操作。活动中，游戏内容，或者说游戏主题就是学生应该掌握的知识点。教师在组织游戏的过程逐渐引导学生参与活动，发现问题，探究问题。这种教学模式适合以具体化思维方式为主的、注意力容易分散的低年级学生。

二、在教学的不同环节开展有效的游戏化教学

目前在新课改的背景下，有相当一部分教师课堂教学中正在运用数学游戏，来提升学生数学学习的素养。但令人遗憾的是有些课堂游戏的设计，与课堂教学目标发生了严重的偏离，课堂看似很热闹，但是缺少对数学核心本质层面的深入感知。数学课程标准指出：有效教学活动是学生与教师的统一，学生是学习的主体，教师是学习的组织者、引导者与合作者。在低年级数学学习过程中，教师应恰当的运用游戏化教学，使学生的数学学习在游戏活动中真实的发生。

根据所应用的教学环节不同，游戏化教学的“游戏”可以分为激发学生动机的热身游戏、深化课程内容的模拟游戏、辅助学生理解课程内容的体验游戏以及巩固知识的练习游戏。教师运用不同类型的游戏能增强师生、生生之间的课堂互动，学生的学习积极性在游戏活动中能够被极大的调动起来，这种积极情感体验下的数学学习，学生的综合能力和学科素养也会得到有效提升。

三、游戏热身，激发动机

小学低年级儿童由于神经系统发育不成熟，有效注意时间短，很容易受外界影响；他们好奇多问，对一切新事物都感兴趣、表现欲强、好胜心强。一年级孩子的年龄特点决定了他们不可能在整堂课上都能认真的听老师讲课，所以如何利用好学生有效听课时间，就需要教师更智慧的去分析和琢磨教材，合理的安排好教学的每一个环节。而热身游戏能很好的调动课堂气氛，还可以通过融入已学知识或者设置新的知识线索，即能激发学生兴趣，使学生很快的进入课堂学习的状态，又能起到承前启后的作用。

如北师大版一上《小猫钓鱼》一课学习时，鉴于一年级的小学生刚刚进入小学学习，为了激发学习兴趣，吸引学生的注意力，使其能够在有效复习前面所学知识的基础上，开启新课的学习，我利用“看谁摆的对又快”的课前热身游戏活动开启新课。上课伊始，教师播放小猫钓鱼后回家的视频。播放前向学生明确游戏活动要求：一群小猫去钓鱼，你们想知道他们每个人都钓到了几条鱼？请你认真观看视频，看到了几条鱼，就快速的把相应的数字摆在桌面上，看谁摆的又快又安静！学生边看视频边快速摆出相应数字。摆完后，教师出示每只小猫钓鱼的数量，及时让学生核对自己摆的是否正确。这样的一个小小的课前热身游戏，即在很短的时间内让学生复习巩固了前面刚学的数字 1-5，同时对本课要会写的数字 3 和在具体的情境中进一步感知 0 代表的意义，都做了很好的铺垫，为进一步的学习起到了承前启后的作用。通过游戏活动，不仅能够活跃课堂气氛，还能锻炼学生的反应速度，培养学生的注意力。

再如：北师大版一年级上册《认识物体》一课，为了能够让学生初步感知生活中的物品特征，我设计了“玩一玩”的小游戏：

一、游戏活动：玩一玩——感悟物体特征。

师：今天这节课，老师给你们带来了许多生活中经常见到的物品，大家看这是什么？

生：乒乓球、魔方、茶叶桶、牙膏盒、饼干盒……。

师：在你们每个小组的桌子上都有许多生活中常见的物品，现在大家可以把它们拿出来看一看、摸一摸、玩一玩。

生：学生拿出桌面上学具筐里的物品，边看边摸边玩。

师：同学们，这些东西你们都认识吗？

生：认识。

师：在刚才看和摸的时候你都有什么感受？

生1：（拿起一个牙膏盒）我摸这个牙膏盒的时候，感觉它有点滑，有的地方还尖尖的有点扎手。

师：你表达的真完整，声音也很洪亮。

生2：（拿起一个茶叶桶）我摸这个茶叶罐的时候，它上下是平的，而它的这里（指侧面）不平，有点弯。

师：哦，这个茶叶筒给你的是这样的感受，谁也有跟他一样的感受？看来很多同学都有这样的感受。还有哪些物品，也给你留下了很深的感受？

生3：（拿起一个乒乓球）我摸了乒乓球，它是弯弯的，有点滑，放在桌子上还能动。

师：同学们的这些发现都太宝贵了，今天这节课我们就来一起认识认识这些物体。板书课题：认识物体

从学生“玩一玩”生活中常见物品的游戏活动设计开启新课的学习，这样的游戏活动的设计，即让学生感受到数学学习和生活的密切联系，也让学生在放松、愉悦的氛围中，对生活中常见的牙膏盒、茶叶桶、乒乓球等物品的形状特征有了初步的感知，为后续进一步给熟悉的物品分类、发现立体之间的不同特征的学习打下了基础。

四、模拟游戏，深化对内容的理解

低年级的学生，思维过程往往依靠具体的表象，不易理解较抽象的经验。思维还带有很大的依赖性和模仿性，独立、灵活地思考问题的能力有待提升。而模拟游戏恰恰能够将抽象的学习内容具体化，通过模拟学习能够很好的促进低年级学生的数学学习效果。于是在北师大版二上《认识厘米》一课中，为了能够帮助学生更好地建立1厘米的表象，在学生知道了测量较短物体的长，可以用“厘米”做单位后，设计了“多层次的体验活动，建立1厘米的正确表象”这一教学环节：

师：1厘米有多长呢？（老师拿出一根1厘米的小棒）这根小棒的长就是1厘米。

师：请你也从学具和中拿出一根小棒。在学习单上画一画1厘米。你是怎么画的呢？（展示学生的一张学生的学习单）。

生：我是沿着这个小棒画出了1厘米。

师：同意他的画法吗？这位同学的画法，你同意吗？有什么好的建议？（出示只画出小棒左右两端两点的画法）

生：我不同意它的画法，它只画出了两个点，不是1厘米。

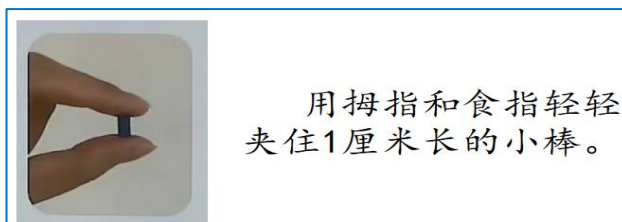
师追问：那你有什么好的建议帮他改一改？

生：把两个点之间连起来，就是1厘米了。

师：同意他的建议？（问这个画法的学生）

生：同意。

师：画完了1厘米，我们一起来做一个小游戏：



师：现在请你拿起一根小棒，像大屏幕展示的这样，将1厘米小棒用拇指和食指轻轻夹住。老师看谁做的又快又好！（出示课件）

师：然后请你慢慢抽出小棒，两根手指保持不动，再把小棒塞回去，再抽出小棒（教师此时语速放慢）。

师：请你闭眼想一想1厘米的长度，再睁开眼睛，用手比量1厘米长的缝隙，你比量的对不对呢，和你画的1厘米，比一比吧！

生：闭眼睛，再比量1厘米。

师：现在把你比量的1厘米和你画的1厘米在脑子里拍张照片。记住1厘米有多长了吗？

生：记住了！

师：现在再去我们的工具箱里找一找，看哪儿还有1厘米呢？

小学阶段图形的测量主要包括长度、面积以及体积的测量。本课所涉及的单元是定量刻画长度的起始单元，是学生第一次建立长度单位，是后续细分或聚合产生新长度单位的重要基础，更是测量并计算周长必不可少的前置性知识。因此，从长度测量的学习体系来看，本单元承载着让学生基于实际需求感受统一单位的必要性、经历标准长度单位的形成过程、建立清晰的长度单位（厘米和米）表象的价值。因此，本课的学习需要让学生在不断操作、想象和表达中，形成1厘米的正确表象，并寻求生活中的实物描述和表达图形，以此形成新的表象，发展空间观念。这里所设计的“拍照”游戏活动，即符合低年级学生年龄特点，能够激发学习兴趣，同时也有利于把建立“1厘米表象”这一教学难点很好的突破，游戏虽小，意义却大，更为学生的空间观念的发展，提供了“大空间”。

一个游戏的设计需要我们不断的尝试和反复的进行实践研究，力求使游戏的设计更好地承载数学学习的本质，因此在设计模拟游戏过程中也需要注意如下方面：1. 模拟游戏教学目标是让学生更好地理解教学内容，因此，模拟游戏的设计不是简单的还原和再现，其设计游戏的目的应该能够更好地为教学服务。2. 模拟游戏的参与主体是学生，教师可以作为指导者或参与者。只有让学生进行了充分的体验，其印象才能够更加深刻。3. 模拟游戏要尽可能充分直观地体现所要表达的内容，即想学会什么就模拟什么。因此我们在设计模拟游戏时，要考虑所要掌握的知识是什么，并以此为目标，这样的模拟游戏设计会更富有实效。

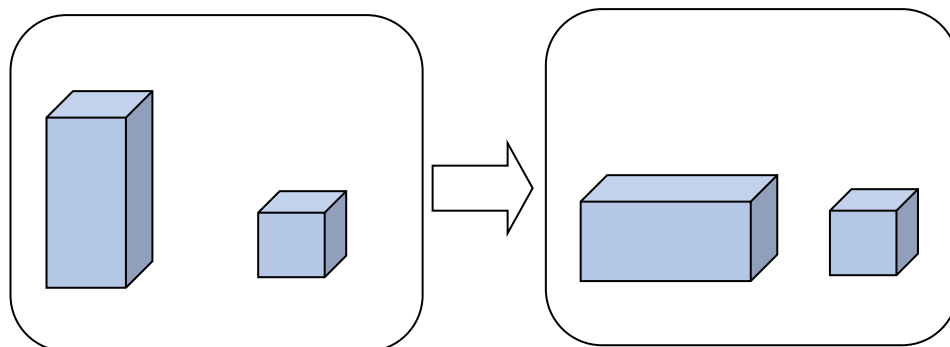
五、体验游戏，辅助理解

辅助学生理解课程内容的体验游戏，主要是根据课程内容设计与学生密切相关的游戏，让学生通过对比游戏和课程的相关内容，更深入的理解知识。⁹为了更好地通过游戏帮助学

⁹尚俊杰、曲茜美，游戏教学法[M]. 高等教育出版社，2019年7月，第49页。

生对学习内容有深入的理解，在游戏的设计时，可以选择能够体现学生的现实感受和教学内容之间的矛盾冲突，以使游戏辅助学习内容的作用更深远。如北师大版一上《认识物体》一课学习时，由于很多学生知道长方体和正方体，但对于长、正方体其本质特征需要学生进一步深入理解，因此我在学生知道了长方体、正方体、圆柱和球后，设计了体验游戏：

魔术游戏：比一比—感悟本质特征。



师：同学们，你们喜欢看魔术么？

生：喜欢。

师：一会老师就来给大家变个魔术，我还要选一个坐得最精神的同学来做我的小助手，和我一起来表演魔术。

师：你们看老师带来了什么？这个是什么？（教师出示长方体、正方体）。

生：长方体、正方体。

师：老师请一个同学到前面来，帮老师拿着托盘。

师：老师说一下游戏规则：一会儿请左面的三组同学把眼睛闭上，右面的三组同学看老师的魔术表演，老师变完魔术后，请闭眼睛的同学来猜，有什么变化。要求刚才睁着眼睛看到的同学，不要说话，能做到吗？

生：能！

师：好！请左面三组同学闭上眼睛。请右面的三组同学大家注意看老师这里，（老师边说边翻动长、正方体），这边三组同学看到了吗？

生：看到了。

师：刚才看到的同学我们千万不要出声告诉他们！好，请闭眼睛的同学把眼睛睁开，请你们看看你觉得刚才的这两个立体发生了什么变化？

生1：刚才长方体是站着的，现在它坐下了。正方体没变化。

师：还有不同意见？

生2：我觉得两个立体都发生了变化了。

师：有的同学说一个有变化，有的同学说两个都变了。那到底变了没有呢？请刚才睁着眼睛的同学来说一说，你看到了什么？

生3：刚才老师把长方体和正方体都翻动了一次。正方体还是跟原来一样，长方体变了。

师：是这样吗？大家看（教师拿着正方体），正方体无论老师怎么动，你看到的结果都是一样的，长方体是这样么？

生4：长方体不是，长方体翻动后就变了。

师总结：这是正方体一个非常重要的特点，根据这个特点我们就可以区分出哪些物体

的形状是长方体的，哪些物体的形状是正方体的。你们记住了么？

生：记住了。

通过“变魔术”的小游戏，不仅集中了课中学习期间学生的学习注意力，通过长方体和正方体是否翻动的讨论过程，逐步使学生明晰了长方体和正方体的特征的本质的区别，这样的游戏设计，提升了学习实效。

六、练习游戏，巩固所学

练习游戏的设计，主要是为了激发学生巩固所学知识。因此在数学学习结束后的课堂练习环节，可以根据教学内容适当开展竞赛等游戏活动。例如，在学生学习了“10以内加减法”的内容后，我设计了“夺红旗”比赛游戏，在规定时间内，计算正确最多的小组获胜。在这样的一个游戏中，学生练习加减法的积极性得到了很好的提升，同时也增强了学生的集体意识，在小组竞争中，使学生的学习能力及素养发展的带了锻炼和提升。

此外，在练习游戏的设计时，我还充分利用了信息化技术手段，利用“班级优化”大师软件，依据课程的学习内容，在练习环节设计了“闯关游戏”。学生完成不同层次的练习内容后，会呈现出不一样的精彩画面，极大的调动了学生学习的积极性，收到了良好的练习效果。

练习游戏的目的在于巩固所学，不论是运用班级小管家开展的“电子游戏”，还是传统的“夺红旗比赛”，教师在设置这些练习游戏时，一定要准确把握好这一方向，依照具体学习内容和教学环节设计的练习游戏。这样的游戏活动设计不仅符合儿童好胜、不甘落后、喜欢表现的年龄特点，也能调动学生学习积极性，达到练习巩固的目的。

综上所述，游戏化教学的关键不是游戏，而是教学。教师在学生学的过程中，在教学的各个环节都可以依据教学所需，借助游戏活动，提高低年级学生学习数学的实效，没有一个截然的划分，它是根据学生的学习的需要来进行适时的设计。在学生数学游戏活动中，教师可以通过游戏的目的和任务，让学生参与学习的过程并调动学生学习的潜能。但在游戏活动中教师不是完全放手，而是要根据教学内容进行设计并及时对游戏活动的实施环节进行调控。

有效的教学活动是学生学与教师教的统一，特别是小学低年级学生，刚刚开启数学学习的旅程，教师应该根据教学内容、学生学习实际困难、数学核心本质等多方面，一方面能设计好而有效的游戏活动，尽可能最大限度的让学生经历数学学习的过程，放手让学生成为学习的主人。同时又能在游戏活动的关键处进行必要的组织、点播、概括和提升，通过教学不同环节的游戏活动，让孩子们在玩中学、做中学，从而获取对所学知识的更深层次的理解，这才是游戏化教学的真谛。巧妙地应用游戏的课堂，一定可以让学生学在其中，乐在其中，小小的游戏活动，也定能够促进学生的大发展。

参考文献：

- ① 中华人民共和国教育部制定，义务教育数学课程标准（2022年版）[S]. 北京师范大学出版社，2022年4月，第1页。
- ② 中华人民共和国教育部制定，义务教育数学课程标准（2022年版）[S]. 北京师范大学出版社，2022年4月，前言第4页。
- ③ 尚俊杰、曲茜美，游戏教学法[M]. 高等教育出版社，2019年7月，第5页。

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

- ④ 尚俊杰、曲茜美, 游戏教学法[M]. 高等教育出版社, 2019年7月, 第47页。
- ⑤ 吴春强, 小学教学参考-游戏化教学在课堂中的应用[J]. 广西教育学院, 2019年, 第89-90页。
- ⑥ 尚俊杰、曲茜美, 游戏教学法[M]. 高等教育出版社, 2019年7月, 第49页。
- ⑦ 尚俊杰、曲茜美, 游戏教学法[M]. 高等教育出版社, 2019年7月, 第63页。
- ⑧ 尚俊杰、曲茜美, 游戏教学法[M]. 高等教育出版社, 2019年7月, 第49页。

The Development of the Dynamic Scaffoldings Enabled Learning

Environment: ScaffoldiaMyMaths

Sun Daner^{1*}, Jia Fenglin², Yang Lan³

The Education University of Hong Kong, Hong Kong SAR, China

*dsun@eduhk.hk

Abstract: *The research focused on developing a highly customized technology-supported learning environment with adaptive scaffoldings and responsive assessment mechanisms to facilitate student mathematics problem-solving anytime anywhere, with the particular aim of providing in-time cognitive support and facilitation for students with mathematics learning difficulties. The design provided important insights to lead to a profound shift in the functions and structure of mathematical thinking, from mechanical operations to problem-solving operations, for students with learning difficulties to better fit the real situation and unpredictable future.*

Keywords: technology-supported scaffoldings, learning difficulties, mathematics education, primary schools

1. Introduction

During the COVID-19 crisis, many concerns have been raised about the quality of online learning/e-learning and the reconfiguration of the technology-supported learning environment. It has become unavoidable for different parties in the school system, including principals, teachers, students, parents and communities, whether involved in e-learning before or after COVID-19 or not, to rethink the role of e-learning in and out of schools. As a key subject in Hong Kong curricula, mathematics education always attracts attention. In the current situation, students with mathematics learning difficulties, who have persistent low mathematics performance without a disability diagnosis, need more care and facilitations whether in or out of the complete e-learning environment (Swanson, Lussier & Orosco, 2013).

2. Literature Review

Technology-supported learning is an effective approach to providing appropriate intervention for students due to its adaptability. Empirical data suggests that it is effective not only in helping students with learning difficulties to solve mathematics problems (Weng, et al., 2014) but also beneficial to their learning how to solve word mathematical problems (Shin & Bryant, 2017) and it can promote inclusion for students with various difficulties (Fichten et al., 2009). Further research shows that the technology-supported learning environment in the absence of scaffoldings is relatively ineffective in regulating students' learning and helping them gain conceptual understanding (Azevedo & Hadwin, 2005). The literature review reveals a considerable range of research that has investigated the use of various types of scaffoldings in some key learning areas such as language, particularly reading, mathematics and science. Surprisingly, technology-supported scaffolding has seldom been used and examined in the context of mathematics learning difficulties (Belland et al., 2017). Therefore, we are developing the technology-supported dynamic scaffolding due to its cost-effectiveness, scalability, and appropriateness for maths problem-solving.

3. Demonstration of the ScaffoldiaMyMaths System

3.1. The key features of ScaffoldiaMyMaths

The main tasks involved in the design of the *ScaffoldiaMyMaths* system included website construction, LAN switching, local data storage, and transfer. Three development technologies are utilized to ensure the smooth implementation and operation of the system. Building on the existing design, the whole web-based learning management system: *ScaffoldiaMyMaths* has been developed to facilitate students' learning to solve math problems in primary mathematics in Hong Kong. The principles of context-specific scaffolding together with adaptive scaffoldings have been employed in the system (Figure 1), a rare design in the current learning environment. In *ScaffoldiaMyMaths*, the instructional lessons are composed of five sets of problems in Fractions: where each set consists of 10 tasks with the same underlying structure (i.e., solution rationale) but different surface characteristics (i.e., cover stories and values). For each task, we design the scaffoldings accordingly. To help the student identify a problem solution, the solution steps are visually represented and listed according to the nature of the task and the setup of the scaffolding condition below (Figure 2).

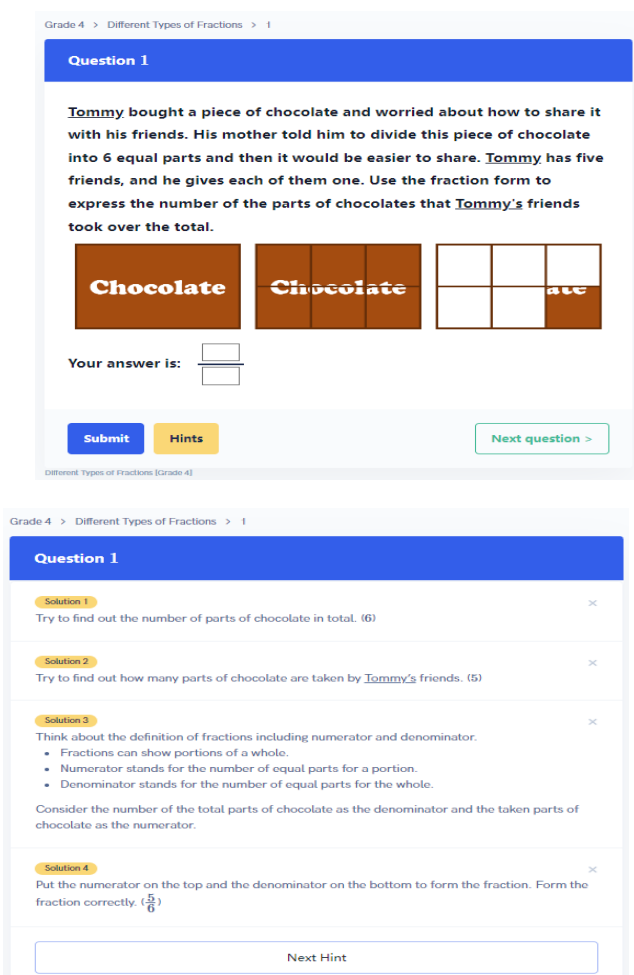


Figure 1 & Figure 2

The scaffolding is designed to be run in these four different conditions, which gives a certain range of scaffoldings to learners in the experiment. The elements of learning management and responsive assessment mechanism in the system will help them visualize students' individual performance and overall class performance, as well as identify the levels of students. Therefore, students' performance

can be effectively monitored and evaluated in the “pure” e-learning environment by the teachers. Moreover, the system can be used for facilitating teachers in addressing the unpredictable situation in the near future.

3.2. Workflow of the ScaffoldiaMyMaths

In the long run, we developed a cost-effective learning management system (LMS) featuring adaptive scaffoldings and responsive assessment for students so as to provide timely and personalized remedial intervention for those students in and out of the classroom. Apart from scaffoldings, we also embed the key elements of a learning management system involving teacher and student modules, particularly the responsive assessment with design elements of learning analytics. The rationale of responsive assessment is an AI-based design that provides activities that assess and develop conceptual knowledge by offering students differentiated tasks of increasing levels of difficulty as the student progresses (Luckin, 2017). The LMS have a built-in mechanism so it will adapt to students. And there will be a series of lesson packages created along with the development of the project, with the aim of facilitating more teachers in teaching Mathematics key concepts supported by this system so that more students will benefit from this innovation.

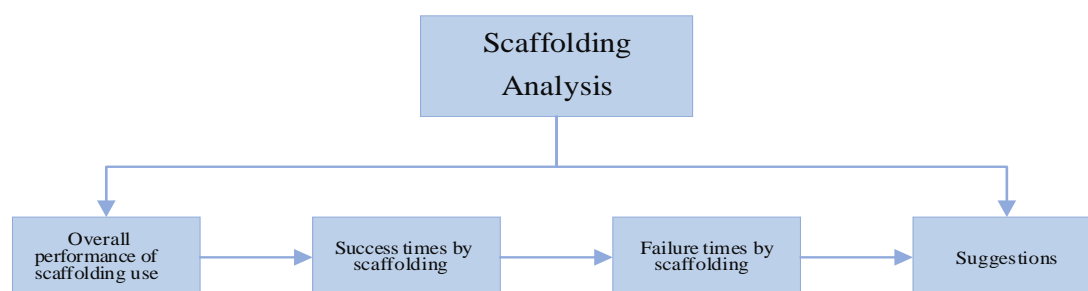


Figure 3. Scaffoldings analysis design flow

4. Conclusion

Diversity in the integration of technologies in the teaching of key learning areas exists. In such situations, a more interactive and tailor-made learning environment is urgently needed to accommodate diversified students and meet students’ different needs, particularly those with learning difficulties. Therefore, the *ScaffoldiaMyMaths* learning system for such a theoretical framework together with technology-supported innovation of adaptive scaffoldings is necessary and effective.

Acknowledgement

The study is a part of project work funded by General Research Fund, the Research Grants Council (RGC) of Hong Kong. The project is Preparation for Post Pandemic Society: Providing Technology-Supported Adaptive Scaffoldings for Students with Mathematics Learning Difficulties in Hong Kong Primary Schools (GRF 18609221).

References

Azevedo, R., & Hadwin, A. F. (2005). Scaffolding self-regulated learning and metacognition—Implications for the design of computer-based scaffolds. *Instructional Science*, 33(5/6), 367-379.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 87*(2), 309-344.
- Fichten, C. S., Ferraro, V., Asuncion, J. V., Chwojka, C., Barile, M., Nguyen, M. N., Klomp, R., & Wolforth, J. (2009). Disabilities and e-learning problems and solutions: An exploratory study. *Journal of Educational Technology & Society, 12*(4), 241-256.
- Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems. *Nature Human Behaviour, 1*(3), 0028.
- Shin, M., & Bryant, D. P. (2017). Improving the fraction word problem solving of students with mathematics learning disabilities: Interactive computer application. *Remedial and Special Education, 38*(2), 76-86.
- Swanson, H. L., Lussier, C., & Orosco, M. (2013). Effects of cognitive strategy interventions and cognitive moderators on word problem solving in children at risk for problem solving difficulties. *Learning Disabilities Research & Practice, 28*(4), 170-183.
- Weng, P., Maeda, Y., & Bouck, E. C. (2014). Effectiveness of cognitive skills-based computer-assisted instruction for students with disabilities: A synthesis. *Remedial and Special Education, 35*(3), 167-180.

Design and Develop a Scratch-Enabled Digital Storytelling Curriculum for Primary Students in Hong Kong: A Design-Based Research

Yunsi Tina Ma ^{1*}, Siu-Cheung Kong ², Daner Sun ³,

^{1,2,3}Department of Mathematics and Information Technology, The Education University of Hong Kong

^{1,2}Centre for Learning, Teaching and Technology, The Education University of Hong Kong

* yma@s.eduhk.hk

Abstract: *Digital storytelling is proved to be an effective strategy for EFL/ESL young learners to have a grasp of English language by integrating multimodal artefacts to develop language and communication skills. Through a design-based research approach, the present study designed and developed a set of digital storytelling curriculum enabled by visual programming platform Scratch which was implemented in an interdisciplinary course of English language and information technology (IT) subjects. The set of teaching and learning resources focuses on one English unit and was composed of six formal classes of 45 minutes, four English lessons and two IT lessons, plus one flipped classroom activity and four take-home assignments. Upon completion of the curriculum, students were expected to create a digital story on Scratch individually. Two English panel heads and four English teachers and three IT teachers joined this study. About 110 primary grade 4 students with an average of 9-10 years old participated in this research. To understand the effectiveness of this curriculum as well as students' and teachers' perspectives, pre- and post-tests, surveys and focus group interviews were conducted. Besides, students' writing works and digital stories were collected for content analysis. According to the feedback from teachers and students, the curriculum and pedagogy were well received. Teacher professional development and cross-subject meeting and coordination were important to ensure the smooth implementation. Based on the analysis of students' works, it was observed that the curriculum had a positive impact on developing students' English language skills, especially writing, and empowered them to use visual programming tool to express themselves. The curriculum also groomed students' self-regulated learning ability, which was an essential learning skill in the post-pandemic era. However, learner diversity still needs to be addressed in the future study.*

Keywords: digital storytelling, EFL/ESL, English writing, self-regulated learning, primary students

1. Introduction

Self-regulated learning (SRL) is a conceptual framework to understand learning through cognitive, metacognitive, behavioral, motivational, and emotional/affective aspects (Zimmerman, 2011; Sha et al., 2012). SRL is a context-specific cyclical process that steer people to achieve personal goals. These processes entail metacognitive knowledge and skill, affective and behavioral processes, as well as resilience and self-efficacy (Zimmerman, 2000). Digital Storytelling (DST) has been popular in education since the 1990s (Meadows, 2003; Robin, 2006). With integration and advancement of digital

technologies, digital storytelling has been evolved to enhance students' critical thinking, writing and digital competencies by facilitating a series of student-centred learning strategies, namely, student engagement, reflection for deep learning, project-based learning and effective integration of technology with learning and teaching by using technologies in a meaningful way in classroom settings (Barrett, 2006; Stale & Freeman, 2017). In Hong Kong, e-learning in EFL/ESL school education is advocated for not only "adopting a student-centred approach that provide ample opportunities for purposeful, integrative and creative use of the language", but also "enhancing language learning through the flexible use of a wide variety of quality resources and multimodal texts to develop students' new literacy skills" as well as "facilitating the development of information literacy" (Curriculum Development Council, 2017). With the advancement and popularization of visual programming tools, it is possible to design and develop a digital storytelling curriculum for primary students to develop their multimodal stories for cultivating their communication skills, digital competences and self-regulated learning abilities (Ma, Kong & Sun, 2022).

2. Research Purposes

This study aims to design and develop a scratch-enabled digital storytelling curriculum for primary students and investigate the impact and effectiveness of Scratch-enabled self-regulated digital storytelling (SRDST) approach on students' English writing in primary schools.

3. Literature Review

The goals of cultivating self-regulated learners are to groom their essential qualities for lifelong learning. After the pandemic, many educators advocated the importance of SRL and demonstrated willingness to support students' SRL through online teaching (Kong & Ma, 2022). Researchers believed that SRL is teachable and it can increase learners' motivation and academic achievement (Schunk & Zimmerman, 1998; Zimmerman, 2002).

As echoed by Del-Moral-Pérez et al. (2019), "Digital storytelling is an innovative narrative practice based on the creation of multimodal stories, which promotes communicative as well as digital competences". Multimodal is a term used by academia and teachers to emphasize on the design and process of a digital storytelling in the field of composition and rhetoric while multimedia is more of a layman term frequently used by the public to emphasize on the production of a text. Both terms are used frequently while Lauer (2009) pointed out that "multimodal is a term that is more theoretically accurate to describe the cognitive and socially situated choices students are making in their compositions".

In the past decade, visual programming languages are proved to be better than text-based programming in promoting programming education and computational thinking development for beginners and young learners thanks to the simplified syntax (Grover & Pea, 2013; Lye & Koh, 2014). Krалеva et al. (2019) assessed various visual programming tools and platforms in terms of their usability, user support, teaching materials, programming language capabilities, and they found that Scratch, which is widely used by Hong Kong primary students, is one of the most suitable platforms to be introduced to young learners who are also the digital natives of the 21st century.

With the multi-media features provided by Scratch, learners can create sharable interactive stories that can be accessed by the public anytime and anywhere (Weintrop & Wilensky, 2015). The Scratch online community provides an arena for programmers to share their works with one another, connect with peers and support others' learning (Resnick et al., 2009). Considering the proved evidence of Scratch's usability, the current study employed Scratch as a tool for young students to create their own

digital stories. Moreover, previous research also revealed that the integration of computational thinking via Scratch with English learning had a positive impact on enhancing learner's motivation and academic achievement (Parsazadeh et al., 2021). A few studies also found that digital storytelling on Scratch offers middle school learners the opportunity to better understand the process of developing a story from an idea to a digital story (Burke & Kafai, 2010).

Endorsing DST is a unique tool for connecting computational thinking and writing, Smith and Burrow (2016) suggested ways to integrate DST into the classroom to support reasoning, creative thinking and problem-solving. By partnering with teachers from language arts, technology and math subjects, Wolz, et al. (2011)'s study revealed that teachers can infuse CT in language learning in a technology-enhanced classroom setting to enrich the language arts curriculum. Burke and Kafai (2010) believed in the learning potential in the integration of formal writing practices and digital creation on Scratch. In addition, in order to maximize the effect of SRL, students should not only be able to choose and personalise the tools and content but also have access to the necessary scaffolding to support their learning, as a result, there is an urgent need for designing a curriculum and exploring pedagogies that are more personal, social and participatory (McLoughlin & Lee, 2010). Therefore, in the current study, the students used the curriculum under the guidance of their teachers throughout the learning process and meanwhile, they had the flexibility to develop their own digital story by selecting the topic, and multimedia artifacts they like. Further, students were given the opportunities to interact with peers, through in-class discussions, project presentations and peer assessments.

4. The Design and Development of the Curriculum

4.1. A Design-Based Research Framework to Guide Teaching and Learning Resources Design

Design-based research (DBR) is proved to be an effective methodology to research and design technology-enhanced learning environments (Design-Based Research Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005). Educational researchers and educators believe that the aim of DBR is to “develop transferable design principles that can then be used within other educational contexts” (Cochrane et al., 2017). The DBR studies conducted in the last decade have been focused on “designing, developing, and redesigning learning environments through interventions” for testing technological intervention (Zheng, 2015). As pointed out by Anderson and Shattuck (2012), “The selection and creation of the intervention is a collaborative task of both researchers and practitioners”. Previous research also supported the effectiveness of using DBR to innovate an English curriculum (Hung, 2017; Ozverir et al., 2017). The researchers of the present study closely worked with the teachers during the whole process of the 3-cycle iterative process (Figure 1).

In this study, the curriculum developmental process consists of four flexible and iterative design phases: 1) analysis phase where researchers in collaboration with the teachers identify and analyse the problem to-be-solved, in this study, the English curriculum topics to be taught; 2) design phase where the researchers develop solutions, i.e. the curriculum informed by the SRDST literature and theories; 3) implementation and evaluation phase where the teachers tested the curriculum in formal classrooms while the researchers evaluate and refine the solutions in iterative cycles; 4) reflection phase where the researchers consolidate and summarise the transferable design principles through reflection and publish the findings (Figure 1).

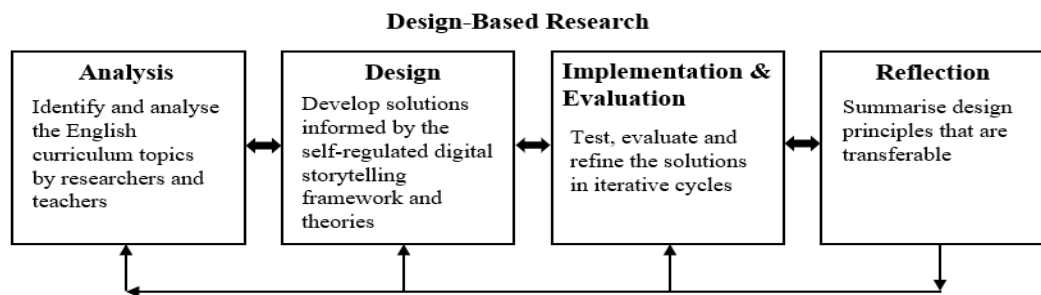


Figure 1. A Design-Based Research Approach to Guide the Design and Development of the Digital Storytelling Curriculum (adapted from Reeves, 2006, p.59; Huang, Spector, & Yang, 2019)

4.2 Key Features and Structures

The main course objective was to develop English writing skills in formal English class where vocabulary, grammar and various text types were introduced as scaffolding and preparation for the writing and digital storytelling processes. After meetings and discussions with the English teachers, a common topic in the primary English curriculum “Festival” was selected. The participating students and teachers in the experimental group used this set of resources, including booklets (Figure 2), Scratch stories (Figure 3), take-home assignments, flipped classroom activities, self-reflection checklists, peer assessment rubrics and writing assessment rubrics.



Figure 2. Self-Regulated Digital Storytelling Learning and Teaching Resources for Primary Grade

4.



Figure 3. A Sample Scratch Story “My Favourite Festival” for Students to Read

5. Findings and Conclusions

To understand the effectiveness of this curriculum as well as students’ and teachers’ perspectives, pre- and post-tests, surveys and focus group interviews were conducted. Besides, students’ writing works and digital stories were collected for content analysis. According to the feedback from teachers and students, the curriculum and pedagogy were well received. Prior to the curriculum design and

development phase, it is important to communicate with the teachers to understand the needs to innovate a certain section of their existing curriculum. In this study, teachers recommended the topic “Festivals” which they thought can arouse the students to express and write down their ideas and experiences of a certain festival. Once a prototype was ready, the teachers were invited to commend on the resources and they pointed out the overlapping or unnecessary parts of the resources so that the resources can be refined. For example, one activity was arranged to flipped learning to allow students to prepare the lesson beforehand. However, some content was kept although the teachers did not recognize the importance of it. For instance, the bullet points for reminding students of SRL steps were highlighted in each lesson. Moreover, teacher professional development workshops provided by the curriculum development team were essential to equip teachers with the knowledge to use the curriculum. Regular cross-subject meetings and timely coordination were important to ensure smooth implementation. With the support of IT teachers, English teachers can focus on students’ subject knowledge. Thanks to English teachers’ guidance, students’ work on Scratch were completed and of high quality. Based on the analysis on students’ works, it was observed that the curriculum had a positive impact on developing students’ English language skills, especially writing, and empowered them to use visual programming tools to express themselves. Besides, the curriculum also groomed students’ SRL ability, which was essential learning skills in the post-pandemic era (Kong & Ma, 2022; Pelikan et al.,2021). However, learner diversity still needs to be addressed in the future study.

Acknowledgements

We thank the school principal, English panel heads and teachers, IT panel heads and teachers and the students of Fung Kai No.1 Primary School, Hong Kong for providing unfailing support and valuable feedback for this research.

References

- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, 41(1), 16-25.
- Barrett, H. (2006, March). Researching and evaluating digital storytelling as a deep learning tool. In *Society for information technology & teacher education international conference* (pp. 647-654). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Burke, Q., & Kafai, Y. B. (2010, June). Programming & storytelling: opportunities for learning about coding & composition. In *Proceedings of the 9th international conference on interaction design and children* (pp. 348-351).
- Cochrane, T. D., Cook, S., Aiello, S., Christie, D., Sinfield, D., Steagall, M., & Aguayo, C. (2017). A DBR framework for designing mobile virtual reality learning environments. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(6).
- Curriculum Development Council. (2017). *English language education key learning area curriculum guide (Primary 1—Secondary 6)*.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher*, 32(1), 5-8.
- Del-Moral-Pérez, M. E., Villalustre-Martínez, L., & Neira-Piñeiro, M. D. R. (2019). Teachers’ perception about the contribution of collaborative creation of digital storytelling to the communicative and digital competence in primary education schoolchildren. *Computer Assisted Language Learning*, 32(4), 342-365.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- Huang, R., Spector, J. M., & Yang, J. (2019). Design-based research. In *Educational Technology* (pp. 179-188). Springer, Singapore.
- Kong, S. C., & Ma, Y. T. (2022). Principals' Perceptions of Online Teaching and Learning in School After the Outbreak of the Pandemic. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)*, 20(1), 1-18.
- Kraleva, R., Kralev, V., & Kostadinova, D. (2019). A methodology for the analysis of block-based programming languages appropriate for children. *Journal of Computing Science and Engineering*, 13(1), 1-10.
- Lauer, C. (2009). Contending with terms: “Multimodal” and “multimedia” in the academic and public spheres. *Computers and composition*, 26(4), 225-239.
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.
- Ma, Y. T., Kong, S.C., & Sun, D. (2022, November). Using Digital Storytelling on Scratch to Support Primary School EFL/ESL Students’ Writing: A Self-regulated Learning Approach. In S. Iyer, et al. (Eds.), *Proceedings of the 30th International Conference on Computers in Education ICCE 2022* (pp. 714-718). Kuala Lumpur, Malaysia: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- McLoughlin, C., & Lee, M. J. (2010). Personalised and self regulated learning in the Web 2.0 era: International exemplars of innovative pedagogy using social software. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(1).
- Meadows, D. (2003). Digital storytelling: Research-based practice in new media. *Visual communication*, 2(2), 189-193.
- Parsazadeh, N., Cheng, P. Y., Wu, T. T., & Huang, Y. M. (2021). Integrating computational thinking concept into digital storytelling to improve learners’ motivation and performance. *Journal of Educational Computing Research*, 59(3), 470-495.
- Pelikan, E. R., Lüftenegger, M., Holzer, J., Korlat, S., Spiel, C., & Schober, B. (2021). Learning during COVID-19: the role of self-regulated learning, motivation, and procrastination for perceived competence. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(2), 393-418.
- Reeves, T. C. (2006). How do you know they are learning? The importance of alignment in higher education. *International Journal of Learning Technology*, 2(4), 294-309.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Robin, B. (2006, March). The educational uses of digital storytelling. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 709-716). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (Eds.). (1998). *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice*. Guilford Press.
- Sha, L., Looi, C. K., Chen, W., & Zhang, B. H. (2012). Understanding mobile learning from the perspective of self-regulated learning. *Journal of computer assisted learning*, 28(4), 366-378.
- Smith, S., & Burrow, L. E. (2016). Programming multimedia stories in Scratch to integrate computational thinking and writing with elementary students. *Journal of Mathematics Education*, 9(2), 119-131.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Staley, B., & Freeman, L. A. (2017). Digital storytelling as student-centred pedagogy: empowering high school students to frame their futures. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 1-17.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development*, 53(4), 5-23.
- Weintrop, D., & Wilensky, U. (2015, June). To block or not to block, that is the question: students' perceptions of blocks-based programming. In *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children* (pp. 199-208).
- Wolz, U., Stone, M., Pearson, K., Pulimood, S. M., & Switzer, M. (2011). Computational thinking and expository writing in the middle school. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 11(2), 1-22.
- Zheng, L. (2015). A systematic literature review of design-based research from 2004 to 2013. *Journal of Computers in Education*, 2(4), 399-420.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). Academic press.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. New York: Routledge

基於知識翻新理論的合作論證教學

對國小高年級學生社會性科學議題議論文寫作表現之影響

The Effects of Knowledge-Building-based Collaborative Argumentation Instruction on Elementary School Students' Argumentative Essay Writing Performance regarding a Socio-Scientific Issue

劉怡萱¹, 吳穎洵^{2*}, 阮郁源³

¹² 中央大學網路學習科技研究所

³ 桃園市中壢區信義國民小學

* ytwu@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 本研究旨在探討「知識翻新合作論證教學」對於國小高年級學生社會性科學議題議論文寫作表現。本研究分別以國小六年級兩班學生為實驗組與對照組，分別進行為期6週的「知識翻新合作論證教學」與「傳統合作論證教學」，並在教學前後分別評估學生的議論文寫作表現。研究結果顯示：在接受「知識翻新合作論證教學」之後，實驗組學生在議論文寫作表現的「論文架構」與「論文內容品質」均顯著高於接受「傳統合作論證教學」的對照組學生 ($p < 0.05$)。

【關鍵詞】 知識翻新；議論文寫作；社會性科學議題

Abstract: The research purpose is to explore the effects of "Knowledge-building-based collaborative argumentation instruction" on elementary school students' argumentative essay writing performance. In educational settings and previous research has indicated that argumentative essay writing (AEW) is not easy for students. To solve this problem, Knowledge building (KB) through improvable ideas, community collaborative discourse and epistemic agency might be helpful. In this study, two classes of students in the sixth grade of an elementary school in northern Taiwan were divided into two groups. The treatment was two different cooperative AEW instructions for 6 weeks. The participant's AEW performance was assessed before and after the instructions. It was found that the KB-based instruction improved in AEW performance and it significantly benefited students more.

Keywords: Knowledge building, Argumentative essay writing, Socio-scientific issues

1. 前言

「議論文」(argumentative essay) 以發表意見及提出主張為主，透過文字以理論反映現實進而說服他人，其相較其他文體多了以客觀事實說服他人的目的性，在寫作的過程中包含了一些特別技巧(蔡柏盈, 2010; 羅仲凱, 2019)，因此，對國小學生來說是一件不簡單的事，因為他們生命經驗較淺薄、也較缺乏人生深刻印象與歷練。

為了突破目前學生「議論文」寫作的困境，楊裕賢(2011)主張教師在進行寫作教學時，可以多善用真實生活周遭議題，結合學生生活經驗，引導學生討論與發表個人見解，

此舉對於學生的議論文寫作將會十分有幫助，而「社會性科學議題」(Socio-scientific issues; SSI) 發生在生活周遭，與學生的生活息息相關，容易引起學生注意；再加上社會性科學議題通常沒有唯一或是最佳的解決方案，因為每一個解決方案都有其優點和缺點，所以學生較能針對議題提出自己的看法或反駁他人意見進行論證 (張緯文和林樹聲, 2014; Fang, Hsu, & Lin, 2019)，故有一些相關研究也以「社會性科學議題」作為議論文寫作的議題 (例如: Berland & Lee, 2012; Sadler, 2009; Wu, 2013; Wu & Tsai, 2007)。

蔡藻藻 (2009) 歸納出國小學生在「議論文」寫作上的困難，包括：(1) 確立論點的困難—學生無法針對主題理性思考並提出自己的想法；(2) 形成論證的困難—學生無法將想法有條理地寫出來；(3) 文章結構的困難—學生的文章段落開展往往沒有層次，且段落內容缺少安排，想到什麼就寫什麼；(4) 文句表意的困難—學生的文章表達經常缺少條理與次序感。由此看來，議論文寫作是以「想法」為中心，當學生沒有想法、想法不完整、無法清楚表達想法時，即會產生寫作挫敗經驗。

為了解決上述困境，重視「想法」(idea) 的「知識翻新理論」(Knowledge building; KB) 應該可以提供設計「社會性科學議題合作論證教學」所需要的新理論基礎與教學活動設計架構。「知識翻新理論」是 Scardamalia 和 Bereiter 所提出，目的在於透過協作的形式，針對真實情境中的議題進行問題解決探究，將個體想法經由社群對話逐漸堆疊成群體共識，藉此產生新知識、促進討論層次的提昇與想法的多元性 (Scardamalia & Bereiter, 2003; 2006; 2010)。

為使「知識翻新理論」在教學現場中可以被理解與使用，同時又能協助教師在教室環境中設計與營造利於學生知識翻新的學習環境與氣氛，Scardamalia (2002) 提出知識翻新教學的十二個原則，將知識翻新的理念描寫得更為具體；Scardamalia 和 Bereiter (2010) 進一步將十二個原則分為三大面向—想法 (idea)、社群 (community)，以及自主學習 (agency)，「想法」面向像是：關心生活中真實的問題 (real ideas and authentic problems)，學生透過理解周圍世界來辨識自己的問題，如此即可建立深刻想法和概念；「社群」面向像是：社群須對團體認知負責 (collective responsibility for community knowledge)，社群中的每位成員對於學習的過程與結果都有責任做出貢獻；「自主學習」面向像是：自主學習者 (epistemic agency)，學生需要對自己的學習成效與理解負責任。分類詳見下表 1。

表 1 知識翻新理論十二個原則分類一覽表

想法 idea	<ul style="list-style-type: none"> ● 關心生活中真實的問題 real ideas and authentic problems ● 不斷改善的想法 improvable ideas ● 想法的多元性 idea diversity ● 討論層次的提昇 rise above
社群 community	<ul style="list-style-type: none"> ● 社群須對團體認知負責 collective responsibility for community knowledge ● 民主化的創造知識 democratizing knowledge ● 知識上的共同成長 symmetric knowledge advance ● 以知識翻新為目的進行對話 knowledge building discourse
自主學習 agency	<ul style="list-style-type: none"> ● 自主學習者 epistemic agency ● 不受時空限制的建構知識 pervasive Knowledge building ● 不盲目使用權威性文獻 constructive uses of authoritative sources

● 內隱且即時的評量 embedded and transformative assessment

整理自 Scardamalia 和 Bereiter (2010)

綜言之，為了協助國小學生克服議論文寫作上的困難，本研究依據「知識翻新理論」的概念與原則，並以社會性科學議題—臺灣是否應大力推廣基因改造食品為題，設計與之相關的合作論證教學課程，也藉此探討上述教學是否可以幫助國小學生在議論文寫作表現。而本研究之主要研究問題為：採用「知識翻新合作論證教學」與「傳統合作論證教學」兩種不同教學方式的學生，在教學後的「議論文寫作表現」是否存有顯著差異？

2. 研究方法

2.1. 研究設計

本研究採取實驗研究法準實驗設計之不相等對照組設計，針對現有教學班級進行實驗分組，由兩位教師參與教學，其專業背景皆為教育大學畢業，並取得合格教師證（學士），且運用同樣的社會性科學議題教材—基因改造食品，分別擔任實驗組（知識翻新合作論證教學）與對照組（傳統合作論證教學）之授課者。

實驗流程，兩位教師於教學前先讓學生進行「議論文寫作前測（題目：臺灣是否應大力推廣基因改造食品？）」。接著進入合作論證教學，兩組學生皆經歷三個階段，惟實驗組採小組合作方式、對照組採個人探究形式：首先為「基礎知識背景建立」階段，讓學生針對基因改造食品進行相關資料查詢；其次為「想法激盪」階段，讓學生嘗試論證、教師介紹論證規則，進而練習提出正反論點；最後為「議論文架構認識」階段，教師介紹議論文體與架構。教學後讓學生再次以同樣題目進行「議論文寫作後測」。詳見下圖 1。

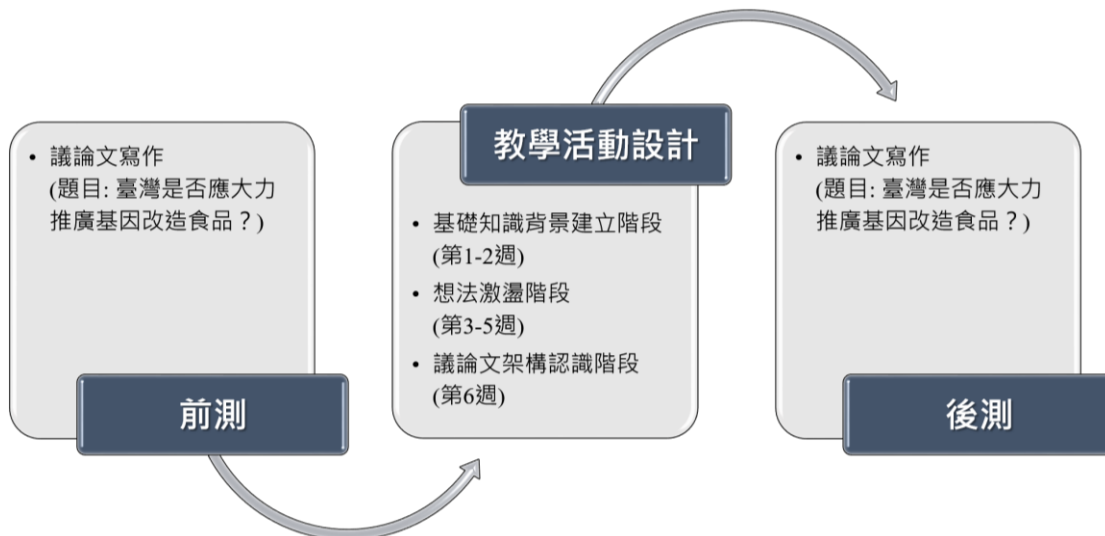


圖 1 實驗流程

2.2. 研究對象

研究對象為臺灣北部某國小六年級的兩班學生，各自為二十二人。在研究進行前，本研究先針對兩組學生的六年級上學期的國語科學期平均成績進行 t 考驗統計分析，結果證實：兩班學生在實驗處理前沒有差異存在 ($p < 0.05$)。

2.3. 教學活動設計

兩位教師分別進行為期六週、每週兩堂課、一堂課為四十分鐘，共十二堂課八小時的教學課程；分組方式為求學生方便討論與共同合作，採同一排為同一組之方式。

實驗組與對照組的教學過程採用不同的教學方式，實驗組為「知識翻新合作論證教學」，對照組為「傳統合作論證教學」。實驗組的教學設計目的在於，於課堂中融入知識翻新理論

原則，進行議論文教學的合作論證學習活動，藉此提升學生的想法層次、與他人協作、以及學習主動，讓學生成為知識的自主追求者，在學習的過程中與社群成員們共同建立對該議題的深刻「共識」；對照組則是按照一般傳統的議論文教學流程，以教師為知識的直接傳授者，學生被動接收對該議題的「認識」。兩組之具體教學進行方式詳見下表 2。

表 2 實驗組與對照組教學活動設計

	知識翻新合作論證教學	傳統合作論證教學
前測	議論文寫作(題目:臺灣是否應大力推廣基因改造食品?)	
基礎知識背景建立階段 (第 1-2 週)	1. 引起動機 KB 原則: 關心生活中真實的問題 Real ideas and authentic problems	1. 引起動機
	2. 介紹探究學習平臺 3. 小組合作搜索資料 KB 原則: (1)想法的多元性 Idea diversity, (2)社群須對團體認知負責 Collective responsibility for community knowledge, (3)知識上的共同成長 Symmetric knowledge advance	2. 介紹探究學習平臺 3. 個人獨自搜索資料
教學活動設計 想法激盪階段 (第 3-5 週)	4. 知識共享上傳至平臺	4. 相關資料上傳至平臺
	1. 介紹論證平臺 2. 練習線上論證 3. 論證規則介紹 4. 反思剛剛的練習 5. 使用探究學習平臺, 小組合作練習撰寫正、反論點 KB 原則: (1)以知識翻新為目的進行對話 Knowledge building discourse, (2)不斷改善的想法 Improvable ideas, (3)討論層次的提昇 Rise above	1. 教師統整與講述學生資料 2. 影片賞析 3. 完成學習單 4. 論證規則介紹 5. 使用探究學習平臺, 個人獨自練習撰寫正、反論點
議論文架構認識階段 (第 6 週)	1. 文章賞析(比較兩篇架構優與劣之議論文) KB 原則: 不盲目使用權威性文獻 Constructive uses of	1. 議論文體與架構介紹

authoritative
sources

2. 議論文體與架構介紹

後測 議論文寫作(題目:臺灣是否應大力推廣基因改造食品?)

2.4. 資料搜集與分析

就資料搜集方面,本研究針對社會性科學議題「臺灣是否應大力推廣基因改造食品?」為題,於教學實施前讓兩班學生先行撰寫作為議論文寫作表現初始點,目的在於確認兩組學生的議論文寫作表現是否有差異;待所有教學活動結束後,再次以同樣題目讓兩班學生進行議論文寫作後測,目的在於探究兩組學生在經過不同教學活動後的議論文寫作表現是否產生差異。

就資料分析方面,本研究採用王立仁(2018)改編自 Kathpalia 和 See (2016)的「議論文寫作評定量表」。量表向度分成兩類,分別為「論文架構」與「論文內容品質」,「論文架構」依照完整度分成五等級:(1)第一級,只有簡單的主張(論點)或理由(論據);(2)第二級,論點具備有效論據;(3)第三級,明確提出反駁;(4)第四級,提出反駁與清楚論點論據;(5)第五級,延伸論點並有反駁且該論點具備論據。「論文內容品質」則是分成三面向:(1)論點,亦即是否有符合主題的充分論點;(2)論據,亦即是否具有主客觀證據;(3)反駁,亦即是否提出相反觀點與進行批判。詳見下表3。

表3 議論文寫作評定量表

等級	評分指標	描述	
論文 架構	初階 第一級	只有簡單的論點論據	
	中階 第二級	論點具備有效的論據	
	高階	第三級	明確提出反駁,但僅有部分證據
		第四級	提出反駁,且提供清楚論點與論據
		第五級	有延伸論點,並有一個以上的反駁論點,且該論點具備論據

面向	評分指標	描述	分數	
論點	弱論點	未符合議論文主題且不充分之論點	1	
	強論點	符合議論文主題的充分論點	2	
論文 內容 品質	論據不完整	證據薄弱或有缺陷	1	
	論據	主觀證據	證據過於主觀	2
		客觀證據	證據與客觀事實相符	3
		主客觀兼具	同時包含主客觀證據	4
反駁	無反駁	無任何相反觀點	0	
	弱反駁	只有相反觀點,但沒提出反駁	1	
	強反駁	有相反觀點並提出反駁	2	

3. 研究結果

3.1. 基於知識翻新理論的合作論證教學對國小高年級學生議論文「論文架構」表現之影響

根據表4,兩組學生的「論文架構」表現在前測未達顯著差異($p < 0.05$),在後測則有顯著差異存在($p < 0.05$),進一步觀察:實驗組學生的高階比例從9%上升為91%,對照組學生則是從5%上升為78%,表示在經過六週不同的教學法後,兩組皆有所進步,惟實驗組

進步幅度較大。

表 4 知識翻新合作論證教學前後學生議論文寫作之「論文架構」比較

		初階	中階	高階	X ² 值
前測	實驗組	7(32%)	13(59%)	2(9%)	11.53
	對照組	8(36%)	13(59%)	1(5%)	
後測	實驗組	0(0%)	2(9%)	20(91%)	10.63*
	對照組	0(0%)	5(23%)	17(78%)	

* $p < .05$.

3.2. 基於知識翻新理論的合作論證教學對國小高年級學生議論文「論文內容品質」之影響

在「內容品質」方面，分成論點、論據與反駁三面向。根據表 5，兩組學生在「論點」面向上的前測無顯著關聯 ($p < 0.01$)，在後測則有顯著關聯 ($p < 0.01$)，進一步觀察：實驗組的強、弱觀點分別為 91%與 9%，對照組則為 86%與 14%，可知兩組在進行不同的教學活動後，於「論點」上的表現皆有進步，惟實驗組進步幅度較大。

表 5 知識翻新合作論證教學前後學生議論文寫作之「論文內容品質—論點」比較

		弱論點	強論點	X ² 值
前測	實驗組	20(91%)	2(9%)	10.47
	對照組	21(95%)	1(5%)	
後測	實驗組	2(9%)	20(91%)	13.93**
	對照組	3(14%)	19(86%)	

** $p < .01$.

根據表 6，兩組學生在「論據」面向上的前測無顯著關聯 ($p < 0.01$)，在後測則有顯著關聯 ($p < 0.01$)，值得注意的是，實驗組之客觀證據佔比相較對照組稍高，且論據不完整的下降幅度亦大於對照組，可知兩組學生在進行不同的教學活動後，於議論文寫作「論據」上的表現皆有進步，惟實驗組進步幅度較大。

表 6 知識翻新合作論證教學前後學生議論文寫作之「論文內容品質—論據」比較

		論據不完整	主觀證據	客觀證據	主客觀兼具	X ² 值
前測	實驗組	9(41%)	4(18%)	9(41%)	0(0%)	2.41
	對照組	9(41%)	5(23%)	8(36%)	0(0%)	
後測	實驗組	1(4%)	3(14%)	18(82%)	0(0%)	16.3**
	對照組	3(14%)	2(9%)	17(77%)	0(0%)	

** $p < .01$.

根據表 7，兩組學生在「反駁」面向上的前測無顯著關聯 ($p < 0.01$)，在後測則有顯著關聯 ($p < 0.01$)，進一步觀察：實驗組的無反駁、弱反駁、強反駁之佔比為 0%、23%、17%，

對照組則為 23%、59%、18%，實驗組的強反駁比例遠高於對照組，且無反駁佔比甚至下降至 0%，由此可知兩組學生在進行不同的教學活動後，於議論文寫作「反駁」上的表現皆有進步，惟實驗組進步幅度較大。

表 7 知識翻新合作論證教學前後學生議論文寫作之「論文內容品質—反駁」比較

		無反駁	弱反駁	強反駁	X ² 值
前測	實驗組	19(86%)	3(14%)	0(0%)	2.47
	對照組	20(95%)	2(5%)	0(0%)	
後測	實驗組	0(0%)	5(23%)	17(77%)	22**
	對照組	5(23%)	13(59%)	4(18%)	

** $p < .01$.

4. 結論

本研究初探「基於知識翻新理論的合作論證教學」對於國小高年級學生社會性科學議題的議論文寫作表現是否具有正向影響，透過教學前後的議論文寫作進行「論文架構」與「論文內容品質」的評估，研究結果發現：知識翻新合作論證教學確實可以有效提升學生的議論文寫作表現，且相較傳統合作論證教學的成果來得卓有成效。因此，現場教師在設計議論文寫作教學時，將知識翻新理論的概念與原則融入課程活動，應可以幫助學生精進想法、與他人形成社群共同合作、自主學習創造知識，改善與提升學生的議論文寫作能力。

參考文獻

- 王立仁 (2018)。電腦輔助知識翻新活動對於大學生英文議論文寫作表現之影響。中央大學網路學習科技研究所博士論文。
- 張緯文和林樹聲 (2014)。實施議論文寫作活動提升國小學生論證與寫作能力。《科學教育月刊》，368，2-19。
- 楊裕賢 (2011)。議論文讀寫整合教學對國小學童閱讀與寫作成效之研究。臺中教育大學教育學系博士論文。
- 羅仲凱 (2019)。淺談國民小學議論文寫作教學。《國語文教育電子報》，13，9-15。
- 蔡藻藻 (2009)。國小高年級議論文寫作教學模式之探究—以一個班級的行動研究為基礎。臺東大學進修部語文教育碩士學位(專)碩士論文。
- 蔡柏盈 (2010)。《從段落到篇章：學術寫作析論技巧 (Vol. 3)》。臺北：臺灣大學出版中心。
- Berland, L. K., & Lee, V. R. (2012). In pursuit of consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation. *International Journal of Science Education*, 34(12), 1857-1882.
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., & Lin, S. S. (2019). Conceptualizing socioscientific decision making from a review of research in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 427-448.
- Kathpalia, S. S., & See, E. K. (2016). Improving argumentation through student blogs. *System*, 58, 25-36.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67-98). Chicago: Open Court.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge building. In J. W. Guthrie (Ed.), *Encyclopedia of Education* (2nd ed., pp.1370-1373). Macmillan.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2010). A brief history of knowledge building. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 36(1), 1-16.
- Wu, Y.-T. (2013). University students' knowledge structures and informal reasoning on the use of genetically modified foods: Multidimensional analyses. *Research in Science Education*, 43, 1873-1890.
- Wu, Y.-T., & Tsai, C.-C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187.

運用自我調節學習平台輔助學生網際網路程式設計

張家榮^{1*}、陶淑媛²

¹元智大學資訊傳播學系

²德明財經科技大學資訊科技系

* ccj@saturn.yzu.edu.tw

【摘要】 本研究開發一個以自我調節為基礎的學習平台支援學生學習網際網路程式設計，並探討此平台對學生在程式設計學習表現、程式學習自我效能，以及對自我調節學習感知的影響。本研究採用單組前後測實驗設計，實驗對象為21位大學生。研究成果顯示學生參與學習活動後的學習測驗與實作能力有顯著性進步，學生程式設計的邏輯思考與控制能力有顯著性提升，而且對於自我調節在學習策略與尋求協助的感知有顯著性改善。

【关键词】 程式設計；自我調節；程式學習自我效能；資訊教育

Abstract: *The study developed an online self-regulated learning environment to support students Internet programming learning, and explored its effect on students in terms of programming achievement, programming practical skill, the perceptions of self-efficacy and self-regulated learning. The study used one-group pretest-posttest experimental design, and the participants were 21 undergraduates. The results showed that the self-regulated learning environment contributed to not only the enhancement of students' programming learning achievement and practical skills, but also the promotion of logical thinking and control in programming self-efficacy. Moreover, it also improved their perception of learning strategies and seeking help.*

Keywords: programming, self-regulated learning, programing learning self-efficacy, information education

1. 前言

過去程式教學主要是以教師為中心，著重程式語法、流程控制、邏輯、模組等認知層面，導致學生認為學好程式設計就是精熟語法。近期在 Chou、Tang、和 Tsai (2021)的研究結果發現許多理工學生學習程式語言仍使用低階複製和背誦記憶的方式，而且程式對於學生來說一大挑戰，許多學生對於程式學習沒有自信，因此常常尋求教師的協助或是導致學習意願低落(Tsai, 2019)。因此，如何促進學生程式學習是資訊教育重視的議題之一。

近期許多研究設計各種教學法(Menon, 2020)或是透過視覺化提升學生電腦程式語言概念理解(Tsai, 2019)。雖然這些研究結果顯示對多數學生有助於程式概念理解，但學生仍遭遇許多問題，例如對於特定的程式概念無法理解，無法轉換成為程式實作能力(Chao, 2016)。特別是面對複雜的網際網路程式設計，其涉及前端網頁、網路、後端伺服器與資料庫等多個概念，如何有效組織並轉換成可執行的網路程式服務更是一大挑戰。因此，有些研究建議程式學習環境需要設計合適的教學法引導學生解決學習問題。

自我調節學習可能是解決上述問題的有效方法，許多教育文獻證實自我調節對學習表現與學習動機有正向的影響，而且廣泛應用在寫作閱讀領域(Zimmerman & Pons, 1986)、科學學習領域(Ho, Liang, & Tsai, 2021)。在程式學習相關研究中也指出自我調節學習對於運算思維有顯著性正向關係(Tsai, Liang 和 Hsu, 2021)，而且學生有較高的自我調節能力，其程式學習表現也較好(Öztürk,

2022)。然而，這些研究中尚未釐清學習者採用的自我調節方法，而且評量程式學習主要著重在程式測驗，對於學習者自我學習感知的影響也不清楚。因此，本研究設計一個線上自我調節學習平台輔助學生網際網路程式設計學習，此平台以自我調節循環模型 (Zimmerman & Moylan 2009) 作為學習活動設計架構，並探討此平台對學生程式學習表現、程式學習自我效能與自我調節感知的影響。

2. 文獻探討

2.1 程式學習與自我調節學習

自我調整學習是指學習者能夠主動地參與自己的學習過程，其具有動機性運用認知與後設認知策略，如調整、控制、反思自我的學習歷程以達成學習目標 (Zimmerman, 1986)，此理論假設學生是主動參與個人學習歷程，並且根據需求適時調整。Zimmerman 和 Moylan (2009) 提出自我調節學習主要由三個階段組成，包含預思階段、表現階段以及自我反思階段。這樣的學習方式期望能夠培養學生成為主動的學習者，改善以往被動學習的問題，培養學生主動調節自我的學習過程。

近期程式教育相關研究也開始應用自我調節於程式學習活動，例如在 Menon (2020) 的研究設計教師實作與模仿循環自我調節學習活動，其研究結果學生認為模仿老師編碼過程能夠熟練程式能力，而問答活動與問題解決能力有關。而 Echeverry 等人 (2018) 探索程式學習表現與自我調節中動機與學習策略之間的關係，其結果發現僅有學習動機與學習表現有顯著關係，但學習策略與學習表現沒有關係。除此之外，這樣的學習促進學生監督自我學習過程、控制學習環境並付出努力，但學生很少選擇與組織自我的想法，而且較少使用尋求幫助策略。而 Öztürk (2022) 的研究發現自我調節學習有助於提升程式學業成就和學習動機。這些研究呈現自我調節與程式學習的正向影響，而且有較高的自我調節能力，其程式學習表現也較高。

2.2 程式自我學習效能

自我效能 (self-efficacy) 是指個人在事件或是任務中根據先前的經驗或是能力對任務進行評估，這樣的評估過程逐漸形成個人的效能感知 (Bandura, 1997)。在教育相關研究中證實學習自我效能會影響學業成就與學習表現 (Tuan et al., 2005)，因為學習者參與學習活動時，他們會評估完成任務時需要付出的努力、使用的策略以及所展現的行為。

自我效能在自我調節中扮演相當重要的影響，因為自我效能涉及對學習任務的決策、付出的努力以及持續性。換句話說，自我效能是自己認為是否有足夠的能力或是行為以完成任務。在 Wang、Shannon 和 Ross (2013) 研究中指出自我調節 (動機與學習策略) 越好，其學習自我效能也會較高。而 Joo、Bong 和 Choi (2000) 研究發現自我調節效能不僅會正向影響學業自我效能，也會影響學生在網路學習的自我效能。

雖然上述教育文獻指出自我調節與自我效能之間的緊密關係 (Ho, Liang, & Tsai, 2021)，但多數程式學習相關研究主要探討自我調節對學業成就與學習動機的影響 (Echeverry et al., 2018; Öztürk, 2022)，自我調節對程式學習自我效能的影響仍不清楚，因此本研究將探索學生在自我調節學習平台下對學生程式學習自我效能的影響，以幫助本研究進一步瞭解此平台對學生程式學習的成效。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究採用單一樣本實驗設計，實驗對象為台灣北部某大學選修網際網路程式設計課程的21位大學生，年齡範圍介於20到22歲，其中男同學17位，女同學4位。這些參與者皆有程式設計的經驗與網際網路的概念，因此適合作為本研究的研究對象。

3.2. 程式學習活動設計

本研究開發一個線上自我調節程式學習平台，此平台依據採用 Zimmerman 和 Moylan (2009)提出自我調節學習循環模式做為活動設計架構，以培養學生自我調節能力能夠主動參與並檢視自我學習歷程。此模式包含教學資料、準備階段、執行階段、自我評估與教師回饋。平台以序列式引導學生體驗每個學習階段，而且老師可以透過平台隨時監控學生完成進度。

- 教學資料：說明上週與本週學習目標，以及提供學生教學投影片，投影片中包含概念講解與操作範例，學生可以參考教學內容完成指定的學習任務。
- 準備階段：此階段學生根據教師設計的學習子任務選擇執行策略，包含環境結構、學習策略、時間管理、尋求協助和自我評估共五種，學生可以選擇一個或多個執行策略作為後續執行任務的方式。
- 執行階段：學生依據自己選擇的執行策略，規劃並說明如何進行，作為學習任務執行的方向。
- 自我評估：在規定的時間內，學生需要繳交程式，並自己評估學習任務的表現，檢查是否完成任務，若未完成需要說明原因，並填寫所花費的時間，最後給予自己學習表現的評價。
- 教師回饋：教師監督學生的學習進度，並給予學習建議。除此之外，教師會評量學生的程式執行狀況，給予學生回饋。學生也可透過此階段與教師進行討論。

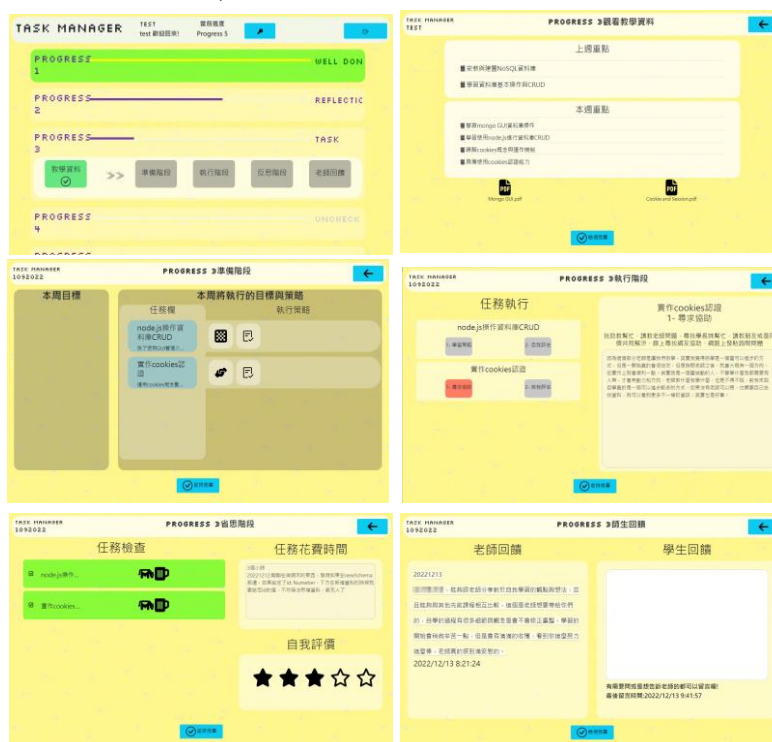


圖 1. 線上自我調節學習平台介面

此次的學習主題為網頁伺服器與資料庫串接，在教學資料頁面顯示上週已學習過的資料庫設定與 CRUD 的概念，並說明本次活動的學習目標與提供網頁伺服器與資料庫的連結與範例教學投影片。在準備階段，教師給予兩個學習任務於任務欄中，學生自行挑選任務欄

中的學習任務，並針對每個任務事先規劃採用的自我調節方式，例如任務 2 中採用尋求協助以及自我評估兩種調節方式。下一個執行階段中，學生根據所採用的調節方法說明如何完成任務。例如在尋求協助方面，學生說明對於自學很迷茫，但是可以詢問老師獲得一個方向，如果沒有老師可以問，也需要自己尋找資料可以看到更多資訊。在省思階段，學生自我評量是否完成兩個學習任務，並且評估此次的自我學習表現。若未完成，則反思說明沒有成功的原因。最後在師生回饋階段，老師會針對學生繳交的學習作品進行評量，並且給予學生建議與回饋。

3.3. 實驗流程

實驗開始前先進行程式測驗、程式實作並填寫自我調節與程式學習自我效能兩份問卷作為前測，活動初期教師會先說明平台操作方式以及給予學生練習操作時間，並且說明本次學習目標與任務。整個學習活動為期兩週，每週一次 3 小時課程，學生使用本研究開發的線上自我調節學習平台進行學習，課程時間教師會監控學生目前執行進度以及給予學生回饋。學習活動結束後，學生必須繳交學習任務程式作品，並且實施學習測驗以及兩份問卷的填寫作為後測。

3.3. 研究工具

本研究使用工具包含學習測驗、自我學習調節能力問卷和程式設計自我效能問卷。學習測驗為本計畫依據學習單元主題自行設計，其中選擇題包含概念性知識(網際網路概念)和程序性知識(前後端資料傳送)，作答題為應用性知識(程式與偵錯填寫)。

問卷方面，本研究採用 Zimmerman (1997)設計的自我調節學習能力問卷評量學生參與活動後的觀點，此問卷以李克特氏六點量表方式呈現，共計六個維度，包含目標設定(5 題)、環境結構(4 題)、學習策略(4 題)、時間管理(3 題)、尋求協助(4 題)、自我評估(4 題)。為了評量學生的程式學習的觀點，本研究使用 Tsai、Wang 和 Hsu 等人(2019)開發的電腦程式設計自我效能問卷，此問卷為六點量表共計 16 題，其包含邏輯思考、演算法、偵錯、控制、和合作等五個維度。由於本研究學習活動中未使用合作學習，因此此問卷未採用合作維度。施測後自我調節問卷整體信度值為 0.87，而程式學習自我效能問卷整體信度值為 0.90。這樣的結果顯示兩份問卷的皆具有可信度，可以用來評量學生對於程式學習以及自我調節的感知。

4. 實驗結果

4.1. 程式學習測驗與學習表現

表 1 顯示學生參與線上自我調節學習活動前後的程式學習測驗與程式實作分析，結果顯示學生參與學習活動後，不僅在學習測驗有顯著性地進步，而且在程式實作能力方面也有顯著性地提升。這樣的結果顯示這樣線上自我調節學習平台對於學生在程式設計的概念理解與程式設計能力皆有正向的幫助。

表 1 學生參與活動前後學習測驗與實作能力相依樣本 T 檢定結果

	前測		後測		t-value	p-value
	平均	標準差	平均	標準差		
學習測驗	35.20	13.77	69.75	15.28	-11.30	.000***
實作能力	57.89	43.27	88.68	13.00	-3.55	.002**

4.2. 程式學習自我效能

表 2 呈現學生參與學習活動前後的程式學習自我效能分析，結果顯示學生在自我調節學習平台支援下，他們在程式設計的邏輯思考有顯著性的提升($t=-3.33, p<.01$)，而且在控制能力方面也有顯著性的改善($t=-2.48, p<.05$)，而其餘的維度則沒有發現顯著性差異。這些結果顯示學生認為自我調節不僅有助於理解網際網路程式設計的邏輯架構，而且對於網際網路

程式的執行與編輯能力有所改善。然而，學生的偵錯能力則沒有差異，但是學生對於演算法方面仍有困難。

表 2 學生程式學習自我效能相依樣本 T 檢定結果

	前測		後測		t-value	p-value
	平均	標準差	平均	標準差		
邏輯思考	3.33	.96	4.04	.88	-3.33	.003**
演算法	2.62	.79	2.92	1.11	-1.38	.18
偵錯	4.00	.83	4.00	.82	.00	1.00
控制	3.76	1.37	4.63	.85	-2.48	.02*

* $< .05$, ** $< .01$

4.3. 學生自我調節觀點

表 3 為學生學習活動前後對於自我調節感知的相依樣本 t 檢定分析，結果顯示學生認為參與活動後在學習策略方面($t=-2.23$, $p<.05$)有顯著性提升，以及尋求協助方面($t=-2.10$, $p<.05$)也有顯著性增加。這些結果顯示學生使用更多元的學習策略，例如筆記重點整理、尋找相關資料、嘗試解決問題，而且學生會主動與同儕討論或是上網尋找學習資源。

表 3 學生自我調節相依樣本 T 檢定結果

	前測		後測		t-value	p-value
	平均	標準差	平均	標準差		
目標設定	3.88	.85	4.10	.95	-1.24	.228
環境結構	4.35	.74	4.38	.81	-.19	.849
學習策略	3.96	.60	4.29	.40	-2.23	.038
時間管理	3.76	.85	4.06	.85	-1.64	.117
尋求協助	4.42	.71	4.74	.72	-2.10*	.048
自我評估	4.01	.90	4.16	.77	-.99	.335

* $< .05$

5. 結論

本研究主要探討線上自我調節學習平台對學生的網際網路程式設計學習的影響，結果發現這樣的學習平台設計不僅促進學生的程式概念理解，而且增加他們的程式實作能力。除此之外，研究也發現此平台改善學生程式的邏輯思考以及控制能力，並且對於自我調節在學習策略與尋求協助有多元的表現。然而值得注意的是，雖然此平台整合自我調節支援學生的程式設計學習，但有些學生在程式概念理解以及程式實作兩方面仍有困難，特別是在演算法方面。換句話說，學習平台僅有自我調節支援仍不足，學習過程中應該提供額外的輔助，例如教學設計或是鷹架輔助。

由於本研究在實驗樣本人數較小，並且實施兩週學習活動時間較短，因此實驗結果可能無法推廣至一般教學情境。另一方面，本研究主要從學習測驗以及問卷方式驗證自我調節學習平台對學習者在網際網路程式設計的學習影響，對於學習者在平台上學習行為的影響仍不清楚。因此，建議未來相關研究可以進行長期性的學習活動，並且加入學習行為分析，進一步驗證此設計方式對學生學習成效的影響。

參考文獻

Bandura, A., & Walters, R. H. (1977). *Social learning theory* (Vol. 1). Prentice Hall: Englewood cliffs.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Chao, P. Y. (2016). Exploring students' computational practice, design and performance of problem-solving through a visual programming environment. *Computers & Education*, 95, 202-215.
- Chou, T. L., Tang, K. Y., & Tsai, C. C. (2021). A Phenomenographic Analysis of College Students' Conceptions of and Approaches to Programming Learning: Insights from a Comparison of Computer Science and Non-Computer Science Contexts. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7), 1370-1400.
- Echeverry, J. J. R., Rosales-Castro, L. F., Restrepo-Calle, F., & González, F. A. (2018). Self-regulated learning in a computer programming course. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 13(2), 75-83.
- Ho, H. N. J., Liang, J. C., & Tsai, C. C. (2021). The Interrelationship Among High School Students' Conceptions of Learning Science, Self-Regulated Learning Science, and Science Learning Self-Efficacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-20.
- Joo, Y. J., Bong, M., & Choi, H. J. (2000). Self-efficacy for self-regulated learning, academic self-efficacy, and internet self-efficacy in web-based instruction. *Educational technology research and development*, 48(2), 5-17.
- Menon, P. (2021). An Investigation on Student Perceptions of Self-Regulated Learning in an Introductory Computer Programming Course. *Information Systems Education Journal*, 19(6), 13-26.
- Öztürk, M. (2022). The effect of self-regulated programming learning on undergraduate students' academic performance and motivation. *Interactive Technology and Smart Education*, 19(3), 319-337.
- Tsai, C. Y. (2019). Improving students' understanding of basic programming concepts through visual programming language: The role of self-efficacy. *Computers in Human Behavior*, 95, 224-232.
- Tsai, M. J., Liang, J. C., & Hsu, C. Y. (2021). The computational thinking scale for computer literacy education. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4), 579-602.
- Tsai, M. J., Wang, C. Y., & Hsu, P. F. (2019). Developing the computer programming self-efficacy scale for computer literacy education. *Journal of Educational Computing Research*, 56(8), 1345-1360.
- Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International journal of science education*, 27(6), 639-654.
- Wang, C. H., Shannon, D. M., & Ross, M. E. (2013). Students' characteristics, self-regulated learning, technology self-efficacy, and course outcomes in online learning. *Distance Education*, 34(3), 302-323.
- Zimmerman, B. J., & Moylan, A. R. (2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 299-315). New York: Routledge.
- Zimmerman, B. J., & Pons, M. M. (1986). Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American educational research journal*, 23(4), 614-628.

虚拟现实技术对理工科高校学生技术技能学习效果的影响研究

Study on the Influence of Virtual Reality Technology on the Learning Effect of Technical Skills of Science and Engineering University Students

张璐* 吴敏 孙欢 重庆师范大学

Email: 2021110516059@stu.cqnu.edu.cn

【摘要】 虚拟现实技术 (VR) 在教育教学中的应用日益广泛, 但目前关于虚拟现实对学生技术技能学习效果的影响, 已有的大量实验研究结果并不一致。为探究虚拟现实技术对理工科高校学生技术技能学习的影响, 本研究采用元分析方法对近 20 年来基于虚拟现实技术的实验与准实验研究的 32 篇实证研究文献进行深度量化分析。研究表明: (1) 虚拟现实技术对理工科高校学生的技术技能学习具有中等偏上程度的正向提升作用 ($SMD=0.363$); (2) 对于不同测量维度下的技术技能, VR 对认知策略的影响 ($SMD=0.487$) 显著大于心智技能 ($SMD=0.275$); (3) 不同学科、实验周期、先前经验、辅助方式在提升学生技术技能学习上具有不同程度的积极影响, 其中 40-60 分钟的实验周期 ($SMD=0.484$) 对技术技能提升影响最大, 对有先前 VR 经验的影响较小 ($SMD=0.251$)。

【关键词】 虚拟现实技术; 理工科高校; 技术技能; 元分析

Abstract: *Virtual reality technology (VR) has been widely used in education and teaching, but the results of a large number of experimental studies on the impact of VR on students' technical skills learning are not consistent. In this study, meta-analysis method was used to conduct in-depth quantitative analysis of 32 experimental or quasi-experimental research literatures based on virtual reality in the past 20 years. The results showed that: (1) Virtual reality technology has a moderately positive effect on the learning of technical skills of science and engineering college students ($SMD=0.363$); (2) The effect of VR on cognitive strategies ($SMD=0.487$) was significantly greater than that of mental skills ($SMD=0.275$) for technical skills under different measurement dimensions. (3) Different test periods, previous experience levels and auxiliary methods have different degrees of positive influence on improving students' technical skills, among which the 40-60 minutes experiment period ($SMD=0.484$) has the greatest influence on the improvement of technical skills. According to the research conclusions, we suggest to make overall planning for the construction of VR enabling teaching application scenarios, and create a human-machine collaborative interactive teaching model of "theory + VR simulation + feedback" based on flow theory.*

Keywords: Virtual reality technology; Universities of science and engineering; Technical skills; Meta-analysis

广义上的虚拟现实技术包涵了沉浸式、增强式、混合式三种虚拟现实技术, 而本文所探讨的虚拟现实是狭义上的沉浸式虚拟现实技术 (VR), 是指以计算机技术为核心并结合其他科学技术, 生成一种与真实环境或假想环境高度相似的数字化环境, 同时具备沉浸感、交互性、构想性、智能化特征^[1]。VR 技术作为新的强大的教育技术, 为教育教学情景设计和教学的实施提供了全新的平台与手段, 基于 VR 技术可进行交互式实验教学和技能训练, 特别是易燃易爆的化学合成实验或现实生活中不可能真实开展的人体解剖实验等^[2]。国家智慧教育平台虚拟仿真实验板块已于今年 9 月正式上线, 这将对未来的实验教学, 学生技

术技能的培养产生深远影响。

1. 研究综述

VR教学是教育技术的一种新技术和新手段,在各个学科教学中均有广泛的运用,虚拟现实学习环境对学生的学习具有巨大的辅助和促进作用,尤其是对学生知识和技能习得的促进作用^[3]。国内外相关学者也做了大量基于虚拟现实技术的教学研究,但对于其应用于理工科,对学生技术技能培养的教学效果并未达成一致。

一种观点认为,虚拟现实技术能够显著提升学生的技术技能学习。Benjy Marks等人以设计的虚拟现实实验室在悉尼大学进行了五个学期的教学研究,研究发现71.5%的学生学习效果有了明显改善^[4]。Sultan Lama等人在某健康科学大学医学院进行实验组和对照组实验研究发现,VR组的技能得分显著高于常规组,虚拟现实技术为学生提供了一个更为丰富的、交互式的教育环境,提高了学生的学习兴趣与动机,有效地支持了知识的保留与技能的获得^[5]。Evgenia Panxinou等人在生物实验课程中整合了三种不同的教学场景光学显微镜实验,研究发现,虚拟现实教育工具组中的教学效果和学生技能的提升明显高于传统教学时间组,有虚拟实验室经验的学生在操作灵敏度方面比其他同学更有能力^[6]。

另一种观点认为,基于虚拟现实技术的虚拟仿真实验教学与传统的实体实验室教学具有一样的效果。Marjorie Darrah等人通过评估一套全面的虚拟实验室大学物理课程,并比较学生们的物理实体实验室与虚拟实验室的经验发现,来自两所大学的研究结果都表明无论是在实验室环境中使用虚拟实验室或作为实践实验室的补充,还是使用传统的实践实验室,教学效果都一样^[7]。Abeer William等人通过准实验研究比较了传统方法教学的对照组和使用虚拟现实模拟的实验组在静脉切开术上的差异,研究发现两组在重新插入器械次数、止血带应用时间和成功完成手术的时间上没有性能指标是显著的^[8]。Trent Wells等人在爱荷华州立大学进行了VR技术应用是否会影响焊接技能的研究,研究发现随机分为100%实体焊接、100%VR焊接、50%实体焊接/50%VR焊接、50%VR焊接/50%实体焊接的四个训练小组在焊接总分上没有统计学上的显著差异^[9]。

虽然已有学者对虚拟现实技术的教学效果进行过较多的元分析研究,但还未有针对其在理工科高校中对学生技术技能培养的效果研究,同时对文献梳理归纳后发现,VR应用于理工科高校的教学效果尚未形成同一定论。力求总结VR教学在理工科高校中的应用经验,为利用VR开展技术技能教学提供参考,本文采用元分析方法对已有实证研究结论进行量化分析,并尝试回答以下研究问题:①与传统实体实验室教学性比,VR是否能够显著提升学生的技术技能学习效果?②学科不同是否会影响虚拟现实技术的教学效果?③从实验周期层面来看,哪种教学效果更好?④从VR应用于教学方式看,哪种辅助教学效果更好?⑤从技术技能角度来看,哪方面提升效果更好?⑥有无VR经验是否会影响技术技能学习效果?

2. 研究设计

2.1. 研究方法 with 工具

元分析(Meta-Analysis)是指对同一个研究问题,开展实验或准实验研究的多项结果进行抽取和组织,经过对已有研究结果中的样本量、均值、标准差等数据的权重处理,从而产生平均效应值并对其进行效应值分析得到结果的定量分析方法^[10]。目前元分析方法在教育中已得到较为广泛的运用,本研究通过提取相关文献的前后测平均值、样本量、标准化平均差等数据,比较和组合相同研究主题但不同研究结果的文献,同时以可以矫正小样本偏差的标准差(SMD)作为效应值^[11],来表示VR教学对学生技术技能学习的影响程度。研究将相关数据输入CMA元分析软件(Comprehensive Meta Analysis 3.0)进行数据分析。

2.2. 研究过程

为了保证研究质量，本研究严格按照 Glass 提出的元分析标准^[12]，主要分为文献收集、文献编码、效应量计算、调节变量分析四个评估程序，最后进行综合效应量探讨并研究结果。

2.1.1. 文献检索

为确保研究的时效性，本研究主要检索 2002 年到 2022 年这 20 年以来的相关虚拟现实主题研究，主要在中国知网、Eric、Spring Link、Web of Science、Science Direct 等国内外主要数据库进行文献检索，通过“AND”或“OR”逻辑词拼接虚拟现实与技术技能关键词进行检索，其中虚拟现实关键词包括：Virtual Reality、VR、Immersive/Virtual learning Environment；技术技能学习关键词包括：Technology、Skill、Learning*，并且所选文章均来自 SSCI 或 SCI 权威期刊、CSSCI 中文核心期刊的 article 文献类型。为避免遗漏，本研究还借助相关文章的参考文献进行补充检索。

2.1.2. 文献筛选与纳入标准

为了找到符合主题要求的文章，本研究采用 PRISMA(2020)流程开展文献处理工作^[13]，文献检索、筛选、纳入过程如图 1 所示。结合元分析方法本身的需要，以及保证研究结果的准确性与严谨性，本文主要采用图 1 所示筛选与纳入标准。在纳入阶段共有两名研究人员进行了 72 篇文献的筛选，并对筛选不一致的文献进行了讨论，最终决定将 32 篇文章纳入元分析，符合元分析方法的文献数量纳入标准。

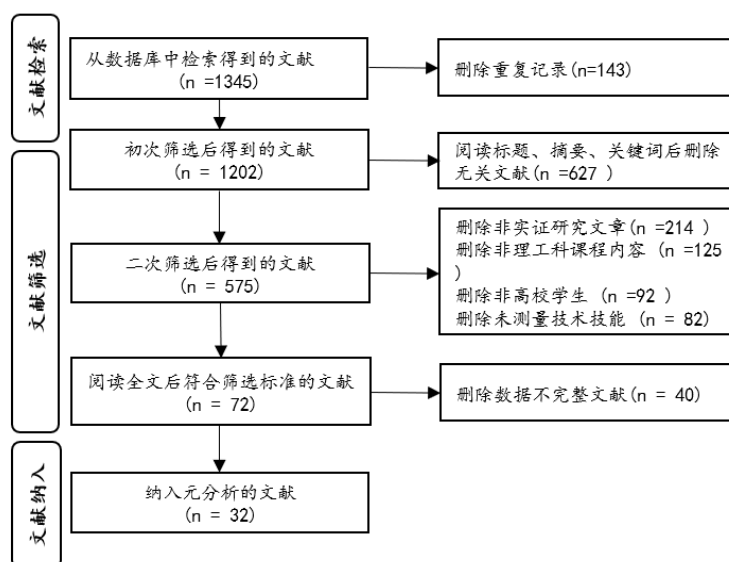


图 1 文献筛选流程图

2.1.3. 文献编码

为保证编码过程的客观性，本研究由两位研究人员对纳入元分析的 32 篇实证研究文章独立完成编码，并使用 SPSS 24.0 进行编码结果一致性检验，Kappa 数值为 0.884，大于 0.7，说明编码效果有效，结果可信。编码内容主要包括以下五项：学科类别、实验周期、辅助方式、学习环境、先前经验，具体编码内容如表 1 所示。

表 1 文献编码标准

编码依据	编码情况
学科类别	a1.理学、a2.工学、a3.农学、a4.医学
实验周期	b1.20min 以内、b2.20-40min、b3.40-60min、b4.60min 以上
辅助方式	c1. VR 独立辅助教学、c2.传统面对面辅助教学

先前经验	e1. 有 VR 经验、e2. 无 VR 经验
技术技能	f1. 心智技能、f2. 认知策略

注：①实验周期是指 VR 设备使用时间非整个实验进行时间②学段中低年级是指大一、大二，高年级是指大三及以上（包括研究生）。

由于本研究旨在探究虚拟现实技术对理工科高校学生技术技能学习效果的影响，并探索其他可能对这个影响起调节作用的其他因素，根据文献编码结果，参考刘革平的元分析理论框架^[14]，绘制了如图 2 所示的元分析理论框架。

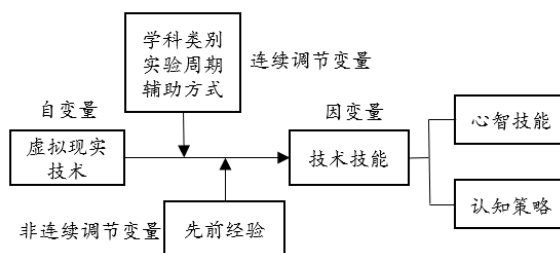


图 2 元分析框架

3. 研究结果

3.1. 发表偏倚检验

由于本研究纳入了 71 个单独的效应量，实验数量较大，因此选取 std diff in means 值作为无偏效应值(简称 SMD 值)，为保证文献报告结果与真实结果无相偏离的可能性，采用漏斗图法定性分析发表偏倚，Begg's 秩检验法、剪补法(Trim and Fill)及失安全系数(Fail-safe N)进行定量分析发表偏倚。发表偏倚对于元分析结果至关重要，若研究文献不能系统地代表该领域现有的所有研究总体，则表示可能存在发表偏倚^[15]。如图 3 所示，绝大多数研究效应值聚集在漏斗图内，少部分效应值相对偏右，Begg's 秩检验 $Z=2.556 > 1.96$, $P=0.011 < 0.05$ ，表面可能存在发表偏倚。因此，进一步采用失安全系数和剪补法识别发表偏倚的严重性，基于随机效应模型的合并效应值在剪补后无变化，基于固定效应模型的合并效应值前后为 0.304 和 0.214，表明本研究发表偏倚存在的可能程度较小^[16]，失安全系数结果显示 $N=3090$ ，远远大于“ $5K+10$ ”($K=71$)，这表明需要额外增加 3090 篇未发表的研究才可能使结果逆转^[17]。因此，可以认为本研究不存在显著的发表偏倚。

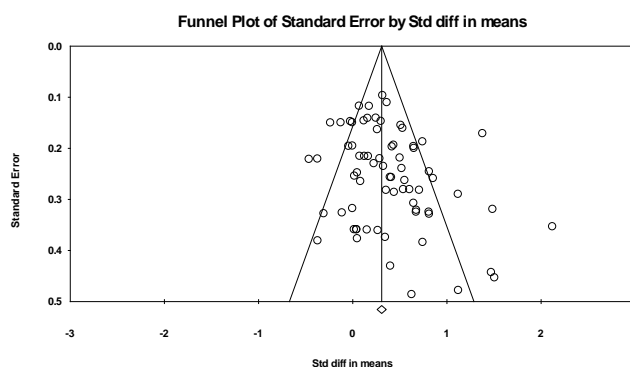


图 3 发表偏倚漏斗图

3.2. 异质性检验

为了确保本研究中独立样本的效应值具有可合并性，采用 Q 值和 I² 值来定义异质性。Higgins 等人将异质性分为了低、中、高三种程度，其衡量标准为 I² 统计值的大小，分别为 25%、50%、75%^[18]。此外，如果 Q 统计量显著则说明应拒绝样本数据间不存在异质性的假设。基于森林图的 $I^2=69.42% > 50%$ ， $Q=228.939(P=0.000 < 0.01)$ ，结果表明样本之间存在

中等偏高程度的异质性，因此本研究采用随机效应模型进行相关分析以消除部分异质性带来的影响，也进一步说明进行调节效应检验虚拟现实技术对技术技能的影响是有必要的。

3.3. 虚拟现实技术对理工科高校学生技术技能学习的整体影响

Cohen 在 1988 年提出了效应值分析理论，他认为效应标准衡量效果由效应值(ES)决定，当 ES 小于 0.2 时，表示具有较小的效果影响，当 ES 介于 0.2-0.8 之间表示具有中等程度的影响，当 ES>0.8 表示具有显著的效果影响^[9]。本研究纳入了 32 篇实证研究文献的 71 个实验数据，如表 2 所示，虚拟现实技术对理工科高校学生技术技能学习的影响合并效应值为 0.363，且 P<0.001，说明整体影响效果是显著的且中等偏上的正向促进影响。

表 2 主效应检验

效应模型	效应数	效应值	95%置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z 值	P 值
随机效应	71	0.363	0.269	0.458	7.567	0.000

美国著名认知心理学家安德森将知识分为陈述性知识和程序性知识两大类，按照此分类标准，技术技能属于程序性知识，本文又将纳入元分析的文献按照加涅的信息加工理论，分为心智技能和认知策略两个亚类进行分析，如表 3 数据所示，虚拟现实技术对不同测量维度下的技术技能学习效果具有中等程度的积极影响(SMD=0.337)，对认知策略(SMD=0.487)的影响大于心智技能，说明 VR 技术对学生自我调节和控制信息加工的方法和影响较大。

表 3 VR 对不同技术技能测量维度的学习效果

技术技能	效应数	效应值	95%置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z 值	P 值
合并效应	71	0.337	0.247	0.428	7.356	0.000
心智技能	40	0.275	0.168	0.381	5.057	0.000
认知策略	31	0.487	0.321	0.654	5.743	0.000

3.4. 调节效果检验

3.4.1. VR 对学生技术技能影响的辅助方式差异

VR 应用于教学中主要分为独立的辅助教学和传统面对面课堂的辅助教学两种方式，其辅助教学方式的不同对学生技术技能的影响结果如表 4 所示。结果表明二者均对学生技术技能的学习具有积极影响，且 VR+方式(SMD=0.419)的教学效果显著高于 VR 方式(SMD=0.300)，这可能与传统课堂教师的讲授方式有关。

表 4 不同辅助方式的影响

辅助方式	效应数	效应值	95%置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z 值	P 值
合并效应	71	0.350	0.259	0.441	7.578	0.000
VR	33	0.300	0.181	0.419	74.954	0.000
VR+	38	0.419	0.279	0.410	5.874	0.000

3.4.2. VR 对学生技术技能影响的学科类别差异

虚拟现实技术在不同学科内容的应用对学生技术技能的影响结果如表 5 所示。总体上学科内容对技术技能学习有明显的中等程度的影响(SMD=0.343, P<0.001)，对不同学科均

有正向提升作用。从各学科效应值来看, 农学(SMD=0.357) > 工学(SMD=0.340) > 理学(SMD=0.321) > 医学(SMD=0.276), 由于本实验研究农学类的学科文献较少, 着重分析 VR 对理学、工学和医学类学生技术技能的影响。结果表明, VR 对工学类学生的技术技能学习影响最为明显, 其次为理学、医学, 且对不同学科的影响存在显著差异。

表 5 不同学科的影响

学科类别	效应数	效应值	95%置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z 值	P 值
合并效应	71	0.343	0.257	0.429	7.832	0.000
理学	30	0.321	0.250	0.393	8.788	0.000
工学	8	0.340	0.213	0.467	5.240	0.000
农学	1	0.357	0.196	-0.911	1.266	0.206
医学	32	0.276	0.198	0.355	6.899	0.000

3.4.3. VR 对学生技术技能影响的实验周期差异

虚拟现实技术在不同实验周期对学生技术技能的影响结果如表 6 所示。按照效应值由大到小的排序结果为 40-60 分钟(SMD=0.484)、60 分钟以上(SMD=0.373)、0-20 分钟(SMD=0.224)、20-40 分钟(SMD=0.166), 且均达到统计学意义的显著水平(P=0.000)。这表明 VR 的使用时间对技术技能的学习存在差异, 并不是使用时间越长越好, 反而是 40-60 分钟实验周期, 大概一节课的时间学习效果是最好的, 达到中等偏上程度的积极影响。

表 6 不同实验周期的影响

实验周期	效应数	效应值	95%置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z 值	P 值
合并效应	71	0.307	0.258	0.356	12.364	0.000
0-20min	23	0.224	0.145	0.302	5.589	0.000
20-40min	12	0.166	0.035	0.297	2.485	0.013
40-60min	11	0.484	0.369	0.600	8.214	0.000
60min 以上	25	0.373	0.284	0.462	8.238	0.000

3.4.4. VR 对学生技术技能影响的先前经验差异

学生有无虚拟现实技术的应用经验对学生技术技能的影响结果如表 7 所示。不同学习基础对技术技能学习的调节作用整体效应值 SMD=0.307(P<0.001), 表明具有中等程度的积极影响, 其中无 VR 体验(SMD=0.337)的优于有 VR 体验的学生(SMD=0.251), 且组间效应值 P<0.001, 表明有无 VR 体验对技术技能学习的影响是显著的。

表 7 不同先前经验的影响

学习基础	效应数	效应值	95%置信区间		双尾检验	
			下限	上限	Z 值	P 值
合并效应	71	0.307	0.258	0.356	12.364	0.000
有	26	0.251	0.168	0.333	5.967	0.000
无	45	0.337	0.277	0.398	10.955	0.000

4. 结论

本研究利用元分析方法对 2002 年到 2022 年期间发表的有关虚拟现实技术对技术技能

学习的影响,且研究对象为理工科高校学生的32项实验或准实验研究文献进行了系统梳理和量化分析,并剖析了不同调节变量所带来的差异。研究结果表明:①与传统实体实验室教学相比,VR能够显著提升学生的技术技能学习效果;②虚拟现实技术对不同学科的影响程度不同;③从实验周期层面来看,并不是实验时间越长,技术技能学习效果更好,40-60分钟效果最佳;④从VR应用于教学方式看,作为传统面对面授课的教学辅助效果更好;⑤从技术技能角度来看,对认知策略的影响大于心智技能;⑥对无VR经验的学生技术技能学习提升效果更好。具体分析及讨论如下:

首先,虚拟现实技术对技术技能学习影响的合并效应值 $SMD=0.363(P<0.001)$,说明相较于传统实体实验室的教学,虚拟现实技术与技术技能教育的融合对于理工科高校学生来说,具有中等程度的积极促进作用。其次,VR对学生运用概念和规则对内调控的程序性知识加工具有显著的积极影响,说明VR对学生技术技能学习的影响不仅仅是对外在信息的加工方法和技术,更是对自我认知策略的影响,实现自我调节和控制对信息的加工。

这一研究结论与刘清堂等人利用元分析方法对30项虚拟实验的实证研究结果一致,虚拟实验对学生学习效果的具有中等程度的积极影响作用^[20]。这可能与VR能够创建更为丰富多样化、虚实结合的学习场景,给了学生更多的机会去操作体验,增强了学生主体体验,从而更有利于学生对知识的建构与实践,进而提升认知策略,提升技术技能学习效果。尽管元分析的结果表明VR对学生技术技能学习具有积极影响,但其在四类调节变量上存在不同程度的差异,说明VR在理工科高校应用的推广与普及还需要进行更深入的研究。

4.1.2. 不同变量对理工科高校学生技术技能学习的调节效应

从学科类别来看,VR对工学的学生技术技能学习影响最大($SMD=0.340$),其次是理学($SMD=0.321$),对医学的影响效果相对较小($SMD=0.276$)。与崔钰婷、赵志群的研究结论一致:虚拟现实技术对各学科都有正向影响的教学效果,尤其是理工科专业,而对生命医学类专业影响效果稍弱^[21]。VR具有想象性(Imagination)、交互性(Interaction)、沉浸性(Immersion)的“3I”特性,更有利于操作性学科技术技能学习效果的提升。理工类课程需要进行大量的实验操作,虚拟现实技术将抽象的理论知识带到具体的实践操作中,打破时间与空间的限制使得学生能够反复多次地练习,进而提升技术技能学习的效果。相较于真实的医学实验,虚拟实验的真实感效果相对较差,进而影响较弱。

从实验周期来看,40-60分钟的虚拟实验时间对学生技术技能提升效果最佳($SMD=0.484$),60分钟以上的实验周期提升效果反而下降($SMD=0.373$)。究其原因可能是学生在参与虚拟实验初期需要一定的适应时间才能将注意力从技术转移到知识本身,随着学习时间的加长,学生的好奇心逐渐下降,学习效果自然也就降低了^[22]。VR虽能使抽象知识具象化,提供丰富的沉浸式学习环境,但随着实验周期持续加长,学习者反复对同一实验进行操作时,由于每次出现的情景都是一样的,大脑也会处于抑制状态,对于信息的接受能力也会下降,自然学习动机也处于较低水平,从而影响学习效果。

从辅助方式来看,虚拟现实技术以各种方式辅助教学都有正向的教学效果,但效果存在显著差异,VR作为教师辅助教学的形式促进作用更为明显($SMD=0.327$),高于VR独立应用于教学的全过程($SMD=0.277$)。研究结果表明有教师参与的VR教学对学生技术技能提升的效果更好,即VR不能完全取代传统教学方式,说明当学生投入到视觉、听觉联合触发的沉浸式虚拟环境中时,教师应充分发挥课堂领航人的角色,带领学生感受技术的同时,有效引导他们将技术技能表现在实践操作当中,同时应当注重学生与老师之间的沟通,保证更好的交互体验。

从学习基础来看,VR对不同先前经验水平的学习者技术技能提升效果存在显著差异,对无先前经验水平学习者($SMD=0.337$)的影响大于有先前经验水平($SMD=0.251$)的。翟雪松

等人也得出了相同的结论,无先前知识经验的学习者会节约无关的认知损耗,不会占用知识本身以外的认知空间,会诱发学习者产生浓厚的兴趣,探索未知的欲望^[23]。在教学视频中前置问题和反馈设计同样也存在经验反转效应,低经验学习者观看前置问题无反馈的教学视频成绩保持最好,但对高经验学习者无效^[24]。究其原因是有先前知识经验积累的学习者,更注重弥补先前所学知识的不足,聚焦于传统实体实验室学习于VR虚拟实验的差异,对于无先前经验的学习者,他们更关注知识本身,建立知识关联、学习技能,从而更利于技术技能的提升。

5. 研究局限性

本研究对32篇运用虚拟现实技术干预技术技能学习的实证研究文献进行meta分析。结果表明,基于虚拟现实技术的技术技能学习对理工科院校学生有中度正向影响,为培养高素质技术人才的应用优势提供了依据。通过对不同调节变量的分析,研究发现40-60分钟的VR干预对技术技能的提高效果最好,作为教师辅助教学方式,促进效果更为明显。尽管我们的发现对教育工作者有重要的意义,但也有一些局限性。例如,一些使用VR进行教学的研究缺乏足够的统计信息来纳入分析,大多数研究没有对技术技能进行分类,限制了我们对技术技能增强的效果进行更详细分析的能力。尽管存在这些局限性,但一线教育工作者仍然可以借鉴我们的研究成果开展VR教学,探索更有效的利用VR促进技术技能学习的方式。

参考文献

- [1] 杨燕婷,赵沁平:虚拟现实在教育与培训领域的应用[J].中国教育网络,2018(06):24-25.
- [2] 沈阳,逯行,曾海军.虚拟现实:教育技术发展的新篇章——访中国工程院院士赵沁平教授[J].电化教育研究,2020,41(01):5-9.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2020.01.001.
- [3] 丁楠,汪亚珉.虚拟现实在教育中的应用:优势与挑战[J].现代教育技术,2017,27(02):19-25.
- [4] Marks, B., Thomas, J. Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory. *Educ Inf Technol* 27, 1287–1305 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10653-6>
- [5] Sultan, Lama & Abuznadah, Wesam & Al-Jifree, Hatim & Khan, Anwar & Alsaywid, Basim & Ashour, Faisal. An Experimental Study On Usefulness Of Virtual Reality 360° In Undergraduate Medical Education. *Advances in Medical Education and Practice*. Volume 10 (2019). 907-916. 10.2147/AMEP.S219344.
- [6] Paxinou, Evgenia & Panagiotakopoulos, Christos & Karatrantou, Anthi & Kalles, Dimitrios & Sgourou, Argyro. Implementation and Evaluation of a Three-Dimensional Virtual Reality Biology Lab versus Conventional Didactic Practices in Lab Experimenting with the Photonic Microscope. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 48 (2019). 10.1002/bmb.21307.
- [7] Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J. et al. Are Virtual Labs as Effective as Hands-on Labs for Undergraduate Physics? A Comparative Study at Two Major Universities. *J Sci Educ Technol* 23, 803–814 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9513-9>
- [8] William, Abeer, Victoria L. Vidal and Pamela M. St John. “Traditional Instruction Versus Virtual Reality Simulation: A Comparative Study of Phlebotomy Training among Nursing Students in Kuwait.” *Journal of Education and Practice* 7 (2016): 18-25.
- [9] Wells, Trent & Miller, Greg. The Effect of Virtual Reality Technology on Welding Skill Performance. *Journal of Agricultural Education*. 61. (2020): 152-171. 10.5032/jae.2020.01152.
- [10] 刘清堂,马晶晶,余舒凡,乐惠晓,吴林静.虚拟实验对学生学习效果的影响研究——基于30项实验与准实验研究的元分析[J].中国远程教育,2021(01):8-

16+26+76.DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.01.002

[11] 李宝敏,王钰彪,任友群.虚拟现实教学对学生学习成绩的影响研究——基于 40 项实验和准实验的元分析[J].开放教育研究,2019,25(04):82-90.DOI:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2019.04.009.

[12] GLASS, GENE V. "Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research." *Educational Researcher* 5, no. 10 (November 1976): 3-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X005010003>.

[13] Moher, David et al. "Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement." *PLoS medicine* vol. 6,7 (2009): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097.

[14] 郑玲,刘革平,谢涛,陈娟菲,张可.协作学习中虚拟现实技术对学习效果的影响——2007—2019 年国际实证论文的元分析研究[J].中国远程教育,2021(04):56-64.DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.04.006.

[15] Higgins, Julian P T, and Simon G Thompson. "Quantifying heterogeneity in a meta-analysis." *Statistics in medicine* vol. 21,11 (2002): 1539-58. doi:10.1002/sim.1186

[16] 张天嵩,钟文昭.非参数剪补法在 Stata 中的实现[J].循证医学,2009(4):240-242

[17] Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments* [M] (2006). Hoboken: John Wiley & Sons: 350

[18] Higgins, J.P.T., Thompson, S.G., Deeks, J.J. and Altman, D.G. (2003) Measuring Inconsistency in Meta-Analyses. *BMJ*, 327, 557-560. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>

[19] Cohen, J., Cohen, J., Cohen, J. W., Cohen, J., Cohen, J., Cohen, J., et

al. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. *Technometrics*, 31(4), 499-500

[20] 刘清堂,马晶晶,余舒凡,乐惠骁,吴林静.虚拟实验对学生学习效果的影响研究——基于 30 项实验与准实验研究的元分析[J].中国远程教育,2021(01):8-16+26+76.DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.01.002.

[21] 崔钰婷,赵志群.虚拟现实技术对学生学习绩效的影响——基于 59 项实验或准实验研究的元分析[J].中国远程教育,2020(11):59-67+77.DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2020.11.007.

[22] 田元,周晓蕾,宁国勤,姚璜,陈迪.虚拟仿真实验教学对学生学习效果的影响研究——基于 35 项实验和准实验研究的元分析[J].现代教育技术,2021,31(08):42-49.

[23] 翟雪松,孙玉琏,沈阳,潘俊君."虚拟现实+触觉反馈"对学习效率的促进机制研究——基于 2010-2021 年的元分析[J].远程教育杂志,2021,39(05):24-33.DOI:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2021.05.003.

[24] 谢耀辉,杨九民,皮忠玲,戴晨艳,刘彩霞.教学视频中前嵌问题与反馈对学习的影响研究[J].中国远程教育,2021(12):63-71+77.DOI:10.13541/j.cnki.chinade.2021.12.006.

Promoting Blended Learning Through Effective Discussion Design:

The Combined Effects of Role Assignment and Timing

Peiyu Wang¹, Heng Luo^{1*},

¹ Faculty of Artificial Intelligence Education, Central China Normal University

*luoheng@mail.ccnu.edu.cn

Abstract: *This paper reports a study on promoting meaningful asynchronous online discussions (AOD) in blended learning. The influence of role assignment and timing on AOD is explored through a two-level factorial experiment. The results showed that the role assignment strategy enhanced AOD's learning experiences and social interaction in the blended course. Timing affected the capacity of acting and participation degree of different roles in role-based discussions. However, there was no significant interaction between the two strategies.*

Keywords: blended learning; asynchronous online discussions; role assignment; timing; social interaction

1. Introduction

Asynchronous online discussion (AOD) is an important activity of blended learning, but it is facing various challenges such as limited participation and contribution (Hew, Cheung & Ng, 2010), superficial and irrelevant discussions (de Lima et al., 2019), and last-minute contributions (Koszalka, Pavlov & Wu, 2021). To address those challenges, researchers have investigated many design considerations, of which the role assignment strategy has become one of the most commonly studied strategies due to its simple implementation and social constructivist nature (Gu, Shao, Guo & Lim, 2015; Strijbos & Weinberger, 2010; De Wever, Van Keer, Schellens & Valcke, 2007). The timing of the AOD in blended learning is another important consideration. However, the timing of AOD is rarely explored in the literature. Little is known about its influence on blended learning and possible interactions with other design strategies, such as role assignment. To address this research need, this study seeks to systematically examine role assignment and timing as two AOD design strategies and their combined effects on blended learning in terms of learning outcomes, perceived experience, and social interaction.

2. Literature review

2.1. Asynchronous Online Discussion

Hew and Cheung (2003) defined an AOD as “a text-based human-to-human communication via computer networks that provides a platform for the participants to interact with one another to exchange ideas, insights and personal experiences with the hope of gaining multiple views on any topic and constructing new knowledge” (p. 249). Many studies suggest that the appropriate use of AOD in formal learning environments can improve student engagement and academic outcomes (Brewer & Klein, 2006; Chen & Chiu, 2008; Cheung & Hew, 2004; Hew et al., 2010;). The

flexibility and accessibility of AOD allows learners to learn, explore, and think critically through interaction and to build interactive online communities (Gao, Zhang & Franklin, 2013).

However, previous research on AOD focuses on the online learning environment but does not examine the blended learning environment, even though it offers great potential for this context (Thomas, 2013; Putman, Ford & Tancock, 2012; An, Shin & Lim, 2009).

2.2. Role assignment

Assigning roles is a design strategy of AOD. Roles can promote group members' awareness of the overall performance of the group and the contributions of other group members (Strijbos, Martens, Jochems & Broers, 2007) and are paramount for distributing, coordinating, and integrating subtasks to achieve a common goal. Gu et al. (2015) consider that role strategy can foster positive interdependence and individual accountability. Role assignment allows students to participate in the meaning-making process to the greatest extent possible. In addition, role assignment facilitates student interdependence in online learning (Strijbos, Martens, Jochems & Broers, 2004).

Based on the distinct role functions, we can roughly divide AOD roles into three categories: initiator, supporter, and arguer. The initiator is required to start off the discussion, add new points for other students to build upon, and to give new impulses when discussions slack off (De Wever, Van Keer, Schellens & Valcke 2009). The supporter is required to support peers' ideas by making positive feedback with reasonable evidence, and the arguer is required to make further explanations/reasoning to the statement/idea that is made by peers, with logical and critical thinking (Gu et al., 2015). This classification provides a more feasible approach to implementing role strategy in AOD process.

However, current research either focuses on the overall effect of role strategies or the differences between roles. Still, they pay less attention to the social relations among different roles and the responsibilities of roles. The methods used in the research are largely traditional methods that lack more advanced methods to examine the interaction between roles and the responsibilities and contributions of the roles.

2.3. Timing strategy

The timing strategy of AOD is another essential design consideration for blended learning, which is commonly divided into pre-class and post-class discussions. Pre-class discussion encourages students to research and think independently, interact actively with peers, and understand course content in advance (Jovanovic, Mirriahi, Gašević, Dawson & Pardo 2019; O'Flaherty & Phillips, 2015; Cheng, Ritzhaupt & Antonenko, 2019). Post-class discussions are often used in conjunction with instructional strategies such as case-based learning, project-based learning, and problem-based learning. Students discuss teacher-provided topics or post their work in the online forum to share their ideas and perspectives to achieve deep learning (Authors, 2020; Koh, Herring & Hew, 2010). Students' independent thinking and perception after class, as well as collaborative group learning, play a key role in understanding learning content and building knowledge. At the same time, it is found that post-lesson discussion also improves learner motivation, learner control, and post-lecture reflection (Kong, 2015; Sletten, 2017; Choi, Land & Turgeon, 2005).

However, compared to the role assignment strategy, few researchers have investigated the impact of timing strategy for AOD, and there have been few empirical studies that compare the effects of pre-class and post-class discussion.

2.4. Research gap and research questions

We identified three research gaps in the literature on AOD. First, there is a lack of in-depth analyzes that examine the responsibilities and contributions of specific roles in role-based discussions. Second, there are few studies that examine timing strategy by comparing the effects of pre and post-lesson discussions. Finally, there is a lack of systematic investigation of the interaction effects between role assignment strategy and timing strategy on AOD. To address these research gaps, this study conducted a randomized experiment to examine the main effects of role assignment strategy and timing strategy and their interaction effects on participants' academic achievement, learning experiences, and level of social interaction. We try to answer the following questions:

1. Does the implementation of role assignment and timing strategy in AOD has a significant main effect and interaction effect on blended learning outcome?
2. Does the implementation of role assignment and timing strategy in AOD have a significant main and interaction effect on blended learning experiences?
3. Does the implementation of role assignment and timing strategy affect students' interaction on blended learning?
4. Does role-specific performance differ between pre-class and post-class AOD?

3. Research Design

This study was conducted in the undergraduate course of Cognitive Psychology. Role assignment strategy is the first factor. In this study, there are three role scripts: Initiator, Supporter, and Arguer. Timing strategy is the second factor. Participants in the different groups were asked to participate in online discussions before or after class and to complete learning tasks. A total of 114 participants were randomly assigned to one of the four conditions: role-based pre-class discussion (C1, n =29), role-free pre-class discussion (C2, n =29), role-based post-class discussion (C3, n =28), and role-free post-class discussion (C4, n =28). During the experiment, participants were asked to post or respond to at least three posts in each discussion, and participants in C1 and C3 were asked to post and respond according to their role scripts.

The research instruments of this study include two knowledge tests and a learning experience questionnaire (LEQ). The two knowledge tests were jointly designed by the course instructor and the teaching assistant. The LEQ includes affective, sense of community, cognitive, experience with AOD, and overall experience with the blended course. The Cronbach's α for the LEQ is 0.952. Additionally, participants' social interaction behavior data were used to assess the level of contact and information exchange among group members. The discussion content posted by the participants of the role-based group (C1 and C3) is used to evaluate the performance differences of specific roles by capability of acting (COA), quality of acting (QOA) and participation degree (PD). COA and PD refer to the definition in Gu et al.'s 2015 study. COA can be used to assess the extent to which the participant is performing his or her responsibilities. QOA represents the quality of messages posted by a participant. PD can evaluate the contribution of a role to knowledge building in the group.

4. Results

4.1. Learning outcomes

According to the results of the data analysis (see Table 1), neither role assignment nor timing strategy had a statistically significant effect on participants' learning outcomes, and the two independent variables showed no significant interaction effects.

Table 1. Effects of role assignment and timing on test scores

	Main effect		Interaction
	Role	Timing	
Test1	$F(1,105) = 2.88, p = .09, \eta p^2 = 0.03$	$F(1,105) = 0.30, p = .59, \eta p^2 = 0.00$	$F(1,105) = 0.22, p = .64, \eta p^2 = 0.00$
Test2	$F(1,105) = 0.01, p = .91, \eta p^2 = 0.00$	$F(1,105) = 3.94, p = .05, \eta p^2 = 0.04$	$F(1,105) = 0.14, p = .71, \eta p^2 = 0.00$

4.2. Learning experiences

To explore question 2, we analyzed the data from the learning experiences questionnaire. As shown in Table 2, the results showed that role assignment strategy had significant main effects on three aspects of learning experiences: affective ($F(1, 104) = 5.08, p = .03, \eta p^2 = 0.05$), sense of community ($F(1, 104) = 7.05, p = .01, \eta p^2 = 0.06$), and discussion experiences ($F(1, 104) = 6.65, p = .01, \eta p^2 = 0.06$). In addition, there are significant main effects of timing strategy on two aspects of learning experiences: affective ($F(1, 104) = 4.58, p = .04, \eta p^2 = 0.04$) and sense of community ($F(1, 104) = 4.91, p = .03, \eta p^2 = 0.05$). However, the results of the data analysis showed that there was no significant interaction between the two strategies (role assignment and timing strategy) in terms of learning experiences.

Table 2. Effects of role assignment and timing on learning experiences.

	Main effect		Interaction
	Role	Timing	
Affective	$F = 5.08, p = .03^*, \eta p^2 = 0.05$	$F = 4.58, p = .04^*, \eta p^2 = 0.04$	$F = 1.84, p = .18, \eta p^2 = 0.02$
Sense of community	$F = 7.05, p = .01^*, \eta p^2 = 0.06$	$F = 4.91, p = .03^*, \eta p^2 = 0.05$	$F = 2.75, p = .10, \eta p^2 = 0.03$
Cognitive	$F = 3.24, p = .08, \eta p^2 = 0.03$	$F = 3.24, p = .08, \eta p^2 = 0.03$	$F = 0.40, p = .53, \eta p^2 = 0.00$
Discussion experiences	$F = 6.65, p = .01^*, \eta p^2 = 0.06$	$F = 1.39, p = .24, \eta p^2 = 0.01$	$F = 1.82, p = .18, \eta p^2 = 0.02$
Course experiences	$F = 2.44, p = .12, \eta p^2 = 0.02$	$F = 0.01, p = .94, \eta p^2 = 0.00$	$F = 0.19, p = .66, \eta p^2 = 0.00$

4.3. Social interaction

Figure 1 is the diagram of the social network discussed by participants for the second time in each condition. Results of social network analysis shows that the peer interaction in the C1 (density = 0.0665, SD = 0.2903) and the C3 discussions (density = 0.0012, SD = 0.0351) were high as measured by density, while the interaction between the C2 and the C4 discussions is weak (C2: density < 0.0001, C4: density < 0.0001). This suggests that role assignment strategy rather than timing strategy is the factor influencing the level of social interaction.

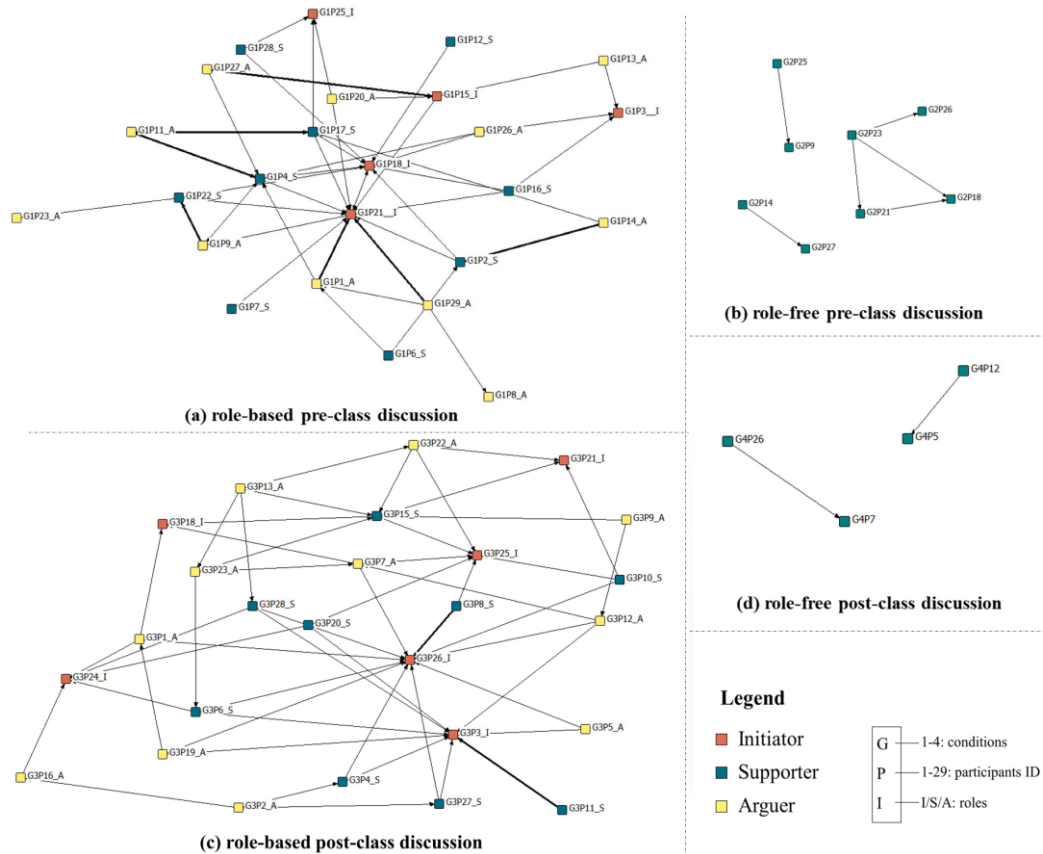


Figure 1. Participants' interactions in the four conditions in the second discussion.

4.4 Effect of timing on role-specific performance

To examine question 4, we coded the content of the participants' four discussions in the role-based discussions (C1 and C3). Independent-samples t-tests were conducted to analyze the differences in capability of acting (COA) between participants in role-based pre-class discussion and the role-based post-class discussion. As shown in Table 3, for participants with role-based conditions, discussion time has a significant effect on their capability of acting, and the score of the post-class discussion is significantly higher than that of the pre-class discussion. Therefore, we can assume that participants in the post-class discussion perform their role duties better when they are also assigned role scripts. That is, participants in the post-class discussion play their roles more dutifully.

Table 3: Effects of timing on capability of acting (COA) by role-based conditions.

Discuss	Condition	N	M	SD	Homogeneity of variance		Independent sample t-test	
					F	p	t'(df)	p
1	C1	29	0.46	0.38	0.02	0.89	-2.36(55)	.04*
	C3	28	0.71	0.40				
2	C1	29	0.41	0.44	3.46	0.07	-2.63 (55)	.01*
	C3	28	0.69	0.36				
3	C1	29	0.29	0.37	4.15	0.05	-	.02*
	C3	28	0.55	0.45			2.42(52.73)	
4	C1	29	0.24	0.35	7.38	0.01	-	.00***
	C3	28	0.64	0.46			3.76(50.97)	

The results of the analysis of the quality of acting (QOA) for the participants in the role-based discussions shows that there was no difference in the quality of acting between the two conditions. However, in the fourth discussion, participants from C1 and C3 showed a significant difference in quality of acting ($t = -2.79, df = 55, p = .01$). Role-based post-class discussion ($M = 1.53, SD = 0.81$) scored higher than role-based pre-class discussion ($M = 0.92, SD = 0.84$), which indicated that the content of C3 participants was of higher quality when participating in the discussion. In conjunction with the previous analysis of capability of acting, the score of role-based post-class discussion is higher than that of role-based pre-class discussion. Therefore, overall, we believe that the group discussion strategy of role-based post-class discussion is more recommended.

By analyzing the participation of each role in the AOD process, we found that 63% of the contributions in the role-based pre-class discussion did not fulfill any role responsibilities, and 46% of the participation in the role-based post-class discussion was related to the supporter role, the highest among the three role scripts.

5. Discussion and Conclusions

5.1 Effect of the role assignment strategy

In this study, role assignment strategy did not significantly affect participants' learning outcomes, which is different from previous studies (Chen & Yeh, 2021). One possible reason is that each participant is required to conscientiously complete at least three posts or responses before the discussion begins, whether assigned to the role script or not. This may increase the external motivation of participants and effectively encourage learners to participate in the discussion (Rovai, 2007). At the same time, this task guide, which is similar to the discussion scaffolding, contains the guidance for the discussion content and focuses the discussion on certain topics, which is a great help for improving participants' cognitive existence (Gašević et al., 2015). This finding is in accord with a recent study indicating that role assignments failed to improve students' learning achievement (Authors, 2023).

Consistent with previous studies, this study found that the role assignment strategy significantly improved participants' learning experiences (Schellens, Van Keer, De Wever & Valcke, 2007) and enhanced participants' social interaction in AOD (Xie, Yu & Bradshaw, 2014). These two findings corroborate each other: role assignment strategy brings good experiences for participants. It gives role-based discussions a stronger sense of community, which makes a more familiar and friendly discussion and collaboration atmosphere possible within the group. Therefore, role-based discussions obtain higher social presence and thus better social interaction (Şeyh, Şen-Akbulut & Umutlu, 2023). In addition, participants who have been assigned roles have a higher sense of personal responsibility that drives them to engage in posting interactions, which explains why role-based discussions have better social interactions (Gu et al., 2015).

5.2 Effect of the timing strategy

The comparison of the pre and post-class discussions revealed that the timing of the discussion did not cause a significant difference in the results of blended learning. One possible explanation for this is that although AOD is the focus of this experiment, face-to-face teacher instruction is very important to the overall blended learning course (Lee, Rothstein, Dunford, Berger, Rhoads & DeBoer, 2021). In blended learning, teacher instruction can compensate for differences caused by

AOD strategies. However, we found a small but significant effect of AOD timing on students' affection and sense of community in blended learning. Post-lesson experiences were better than pre-lesson experiences. This could be due to the fact that participants who had participated in the pre-class discussions were unfamiliar with the lecture topic and course content, and thus were more likely to have difficulty suggesting appropriate discussion topics or finding supporting materials. Consequently, they might get frustrated and report poorer learning experiences.

5.3 Influence of timing on role-based discussion

The fact that the capacity of acting for assigned roles was significantly higher in the post-lesson discussion than in the pre-lesson discussion illustrates the influence of timing on role-based discussion. A possible explanation is that for pre-class discussion, it is difficult to understand the course content and play their roles in the face of unfamiliar knowledge, so learners in the pre-class discussion cannot dutifully execute the role script. Students who stayed away from the online discussion were also more likely to fail to fulfill their assigned role responsibilities, which explains the reciprocal relationship between capacity of acting and participation degree in the role-based discussion. The fact that students had a stronger sense of community in the post-class discussion could also explain their better role performance as measured by capacity of acting and participation degree: the cohesion of community is known to boost personal identity in collaboration, which leads to better fulfilment of role responsibilities (Authors, 2022). For example, we found that students voluntarily marked their assigned roles when they posted on the discussion board, indicating an increased awareness of role identity and functions.

5.4 Implications

Based on the research findings, this paper makes several suggestions for implementing blended learning. First, teachers can designate only three roles (initiator, supporter, and arguer) in the AOD of blended learning to enhance student learning experiences and social interaction. This simplified role design facilitates its implementation in blended learning practice. Second, it is desirable to schedule online discussions after face-to-face lesson rather than before to improve learner satisfaction and social belonging. Third, it is generally recommended to conduct role-based discussions after the blended learning class to enhance the learning experience, role contribution, and participation.

5.5 Limitations and future research

The study has several imitations. First, the participants in this study were from only one undergraduate course and, therefore, are not representative of the entire undergraduate student population, which limits the generalizability of the research findings. Second, most participants in this study had no prior experience with AOD, and the AOD strategies used in this study were new to the participants. Despite our best efforts, the novelty effect could not be eliminated, and thus the effect of the AOD strategies was confounded. Third, the instrumental validity of the tests used to measure learning outcomes needs to be further examined, and cheating as a potential threat to test scores cannot be ruled out. Therefore, we suggest that future researchers conduct longitudinal experiments to examine the effects of AOD strategies with more representative student populations under more tightly controlled experimental conditions to further improve the credibility, generalizability, and interpretability of the study results.

References

- An, H., Shin, S., & Lim, K. (2009). The effects of different instructor facilitation approaches on students' interactions during asynchronous online discussions. *Computers & Education*, 53(3), 749–760.
- Authors. 2020.
- Authors. 2022.
- Authors. 2023.
- Brewer, S., & Klein, J. D. (2006). Type of positive interdependence and affiliation motive in an asynchronous, collaborative learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 54(4), 331-354.
- Chen, G., & Chiu, M. M. (2008). Online discussion processes: Effects of earlier messages' evaluations, knowledge content, social cues and personal information on later messages. *Computers & Education*, 50(3), 678–692.
- Chen, K. Z., & Yeh, H. H. (2021). Acting in secret: Interaction, knowledge construction and sequential discussion patterns of partial role-assignment in a MOOC. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(6), 41-60.
- Cheng, L., Ritzhaupt, A. D., & Antonenko, P. (2019). Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 67(4), 793-824.
- Cheung, W. S., & Hew, K. F. (2004). Evaluating the extent of ill-structured problem solving process among pre-service teachers in an asynchronous online discussion and reflection log learning environment. *Journal of Educational Computing Research*, 30(3), 197–227.
- Choi, I., Land, S. M., & Turgeon, A. J. (2005). Scaffolding peer-questioning strategies to facilitate metacognition during online small group discussion. *instructional science*, 33(5-6), 483-511.
- de Lima, D. P. R., Gerosa, M. A., Conte, T. U., de, M., & Netto, J. F. (2019). What to expect, and how to improve online discussion forums: The instructors' perspective. *Journal of Internet Services and Applications*, 10(1), 22.
- De Wever, B., Van Keer, H., Schellens, T., & Valcke, M. (2007). Applying multilevel modelling to content analysis data: Methodological issues in the study of role assignment in asynchronous discussion groups. *Learning & Instruction*, 17, 436–447.
- De Wever, B., Van Keer, H., Schellens, T., & Valcke, M. (2009). Structuring asynchronous discussion groups: the impact of role assignment and self-assessment on students' levels of knowledge construction through social negotiation. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(2), 177-188.
- Gao, F., Zhang, T., & Franklin, T. (2013). Designing asynchronous online discussion environments: recent progress and possible future directions. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), 469–483.
- Gašević, D., Adesope, O., Joksimović, S., & Kovanović, V. (2015). Externally-facilitated regulation scaffolding and role assignment to develop cognitive presence in asynchronous online discussions. *The internet and higher education*, 24, 53-65.
- Gu, X., Shao, Y., Guo, X., & Lim, C. P. (2015). Designing a role structure to engage students in computer-supported collaborative learning. *The Internet and Higher Education*, 24, 13-20.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2003). Evaluating the participation and quality of thinking of pre-service teachers in an asynchronous online discussion environment: Part 1. *International Journal of Instructional Media*, 30(3), 247–262.
- Hew, K. F., Cheung, W. S., & Ng, C. S. L. (2010). Student contribution in asynchronous online discussion: A review of the research and empirical exploration. *Instructional Science*, 38(6), 571–606.
- Jovanovic, J., Mirriahi, N., Gašević, D., Dawson, S., & Pardo, A. (2019). Predictive power of regularity of pre-class activities in a flipped classroom. *Computers & Education*, 134, 156-168.
- Koh, J. H. L., Herring, S. C., & Hew, K. F. (2010). Project-based learning and student knowledge construction during asynchronous online discussion. *The Internet and Higher Education*, 13(4), 284-291.
- Kong, S. C. (2015). An experience of a three-year study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and technological support. *Computers & Education*, 89, 16-31.
- Koszalka, T. A., Pavlov, Y., & Wu, Y. (2021). The informed use of pre-work activities in collaborative asynchronous online discussions: The exploration of idea exchange, content focus, and deep learning. *Computers & Education*, 161, Article 104067. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104067>.
- Lee, D., Rothstein, R., Dunford, A., Berger, E., Rhoads, J. F., & DeBoer, J. (2021). “Connecting online”: The structure and content of students’ asynchronous online networks in a blended engineering class. *Computers & Education*, 163, Article 104082. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104082>
- O’Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The internet and higher education*, 25, 85-95.
- Putman, S. M., Ford, K., & Tancock, S. (2012). Redefining online discussions: Using participant stances to promote collaboration and cognitive engagement. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(2), 151-167.
- Rovai, A. P. (2007). Facilitating online discussions effectively. *The Internet and Higher Education*, 10(1), 77-88.
- Schellens, T., Van Keer, H., De Wever, B., & Valcke, M. (2007). Scripting by assigning roles: Does it improve knowledge construction in asynchronous discussion groups? *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2-3), 225–246.
- Şeyh, F., Şen-Akbulut, M., & Umutlu, D. (2023). The impact of role assignment on social presence in online discussions: A mixed-method study. *The Internet and Higher Education*, 56, 100892.
- Sletten, S. R. (2017). Investigating flipped learning: Student self-regulated learning, perceptions, and achievement in an introductory biology course. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 347-358.
- Strijbos, J. W., & Weinberger, A. (2010). Emerging and scripted roles in computer-supported collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 26(4), 491-494.
- Strijbos, J. W., Martens, R. L., Jochems, W. M. G., & Broers, N. J. (2007). The effect of functional roles on perceived group efficiency during computer-supported collaborative learning: A matter of triangulation. *Computers in Human Behavior*, 23, 353–380.

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

Strijbos, J. W., Martens, R. L., Jochems, W. M., & Broers, N. J. (2004). The effect of functional roles on group efficiency: Using multilevel modeling and content analysis to investigate computer-supported collaboration in small groups. *Small group research*, 35(2), 195-229.

Thomas, J. (2013). Exploring the use of asynchronous online discussion in health care education: a literature review. *Computers & Education*, 69, 199–215.

Wang, M. J. (2010). Online collaboration and offline interaction between students using asynchronous tools in blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(6).

Xie, K., Yu, C., & Bradshaw, A. C. (2014). Impacts of role assignment and participation in asynchronous discussions in college-level online classes. *The Internet and Higher Education*, 20, 10-19.

高校课堂中交互式视频反馈促进协同论证的设计研究

Design of interactive video feedback to promote collaborative argumentation in college classroom

孔伶俐^{1*}, 马志强²
^{1,2} 江南大学
* 1040967492@qq.com

【摘要】 在高校课堂中融入协同论证活动对发展学生的高阶思维能力具有重要意义, 反馈是促进协同论证的一种有效策略。在智媒时代, 交互式视频因其双向互动的特性受到教育领域的广泛关注。基于此, 文章以交互式视频为形式的反馈应用于高校课堂中, 通过支持学生反复协商与反思来提升协同论证对话深度。为了充分发挥交互式视频反馈的作用, 提出交互式视频反馈的设计策略, 为教师在高校课堂情境中设计有效的交互式视频反馈提供思路。

【关键词】 交互式视频反馈; 协同论证; 交互式视频; 反馈

Abstract: Integrating collaborative argumentation activities in college classrooms is of great significance for developing students' higher-order thinking ability. Feedback is an effective strategy to promote collaborative argumentation. In the era of intelligent media, interactive video has attracted wide attention in the field of education because of its two-way interaction. Based on this, this article applies feedback in the form of interactive video to college classroom, and improves the depth of collaborative argumentation dialogue by supporting students to repeatedly negotiate and reflect. In order to give full play to the role of interactive video feedback, the design strategy of interactive video feedback is proposed to provide ideas for teachers to design effective interactive video feedback in college classroom situations.

Keywords: interactive video feedback, collaborative argumentation, interactive video, feedback

1. 前言

在当前的高等教育改革中, 发展学生面向 21 世纪的核心技能成为重要目标, 尤其是批判性思维、沟通表达能力、合作能力、创新能力等高阶能力。在众多促进学生高阶思维能力发展的教学法中, 协同论证是一种比较有效的教学法。协同论证的重要价值在于能够培养学习者处理复杂问题的关键技能和思维, 让学生在面对复杂问题时能够清晰地解释自己的观点, 并对自己解决问题的方式给出理由, 以理性解决意见分歧。然而, 在中国目前的高等教育环境中, 各类专业课还是以教授专业知识为止, 难以开设专门的论证课程训练学生的论证技能。因此, 在课程中融入基于协同论证的学习活动成为发展学生高阶思维能力的重要手段与方法。

然而学生在高等教育课堂里进行协同论证的效果大多不太理想, 原因在于现实情境中学生缺乏足够的协同论证技能, 导致论证互动质量低, 容易在低水平上重复论证, 具体表现为不能开放地采纳吸收他人观点、用证据支持自己观点、反驳和整合不同观点等。因

此, 如何提升协同论证对话的深度, 改善协同论证的效果成为国内外研究者关注的重要问题。

将反馈融入到协同论证对话的过程中, 可能是提升协同论证对话深度最具潜力的一种策略(Carless, 2015)。这是因为反馈能够帮助参与者识别差异化的观点, 并不断质疑、协商和修正对话过程中形成观点, 进而形成共识。近年来, 越来越多的技术作为反馈教学实践的媒介。其中, 以交互式视频为形式的反馈可以支持学生论证过程中的反复协商与反思, 是提升协同论证对话深度的一种有潜力的方法。然而已有研究并未探究交互式视频反馈在高校协同论证课程情境中的有效性。因此, 本研究采用交互式视频反馈来提升协同论证的质量, 并深入探究交互式视频反馈促进协同论证的理论基础和设计方法。

2. 文献综述

2.1. 协同论证

协同论证是学生通过提出主张、寻找资料支撑、提出反驳、达成共识等过程构建关于一个话题的共识, 并且扩大和加深小组学生对主题的共同理解(Noroozi, Weinberger, Biemans, Mulder, & Chizari, 2012; Han, Kim, Rhee, & Cho, 2021)。因此, 协同论证的主要目标是通过协作努力扩大和加深小组的共同理解, 而不是赢得辩论或简单地改变他人的观点(Nussbaum & Edwards, 2011)。当所有小组成员都积极参与分享、评估和整合基于证据和理由的不同意见时, 协同论证才能有效, 然而在实际的协同论证过程中, 学生往往遇到以下三种挑战: 构建多样化观点、主动参与和互动、创造结构良好的高质量论证(Han et al., 2021)。这些挑战意味着学生需要额外的支持来确保协同论证对话活动的顺利进行。

已有研究主要从促进协同论证对话的关键环节来提高协同论证的质量。其中, 个体反思与群体反复协商是协同论证对话的关键社会认知过程, 能够有效改善协同论证停留在浅层的问题。而反馈策略能有效促进协同论证中反思与反复协商过程, 受到国内外研究者的广泛关注。然而目前的反馈大多是采用静态文本形式, 且往往是单向传播的, 这会导致学生对反馈的利用程度不够, 难以提升协同论证对话的质量。因此, 后续研究应聚焦于视频形式、双向互动的反馈策略, 激发学生在协同论证对话中的反思、协商等高水平社会认知过程。

2.2. 交互式视频反馈

交互式视频反馈是指将交互式视频作为反馈的形式。交互式视频, 通常也被称为“超视频”(Cattaneo, van der Meij, Aprea, Sauli, & Zahn, 2019; Sauli, Cattaneo, & van der Meij, 2018)。交互式视频可以被定义为动态信息空间(DIS), 它可以被改变和扩展, 作为知识共享和交流的基础(Stahl, Finke, & Zahn, 2006)。动态信息空间集成了不同时空、不同种类的媒介元素, 呈现出非线性的信息结构, 赋予了学生更多的交互方式(张婧婧, 牛晓杰, 姚自明等, 2021)。从可供性上来看, 交互式视频以视听媒体作为其结构的中心部分, 在此基础上增加诸多交互功能。Sauli等(2018)对交互式视频的功能分类, 并且根据三种功能将交互式视频和传统视频区分开: 扩展的导航控制、超链接、交流工具, 如图1。

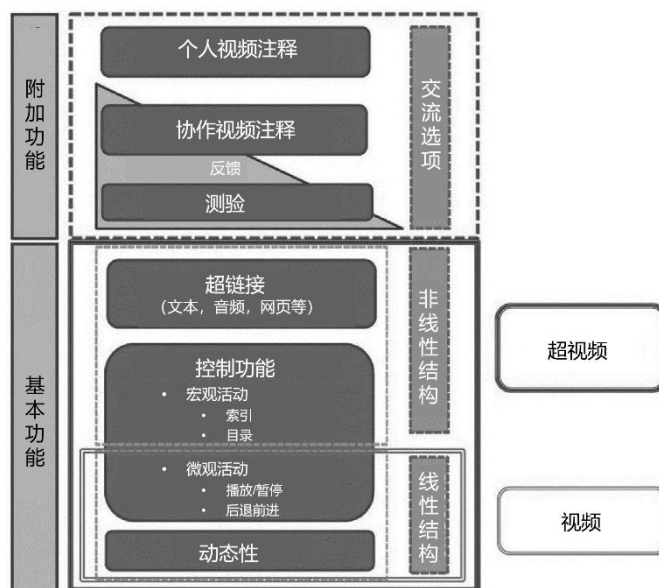


图 1 交互式视频的基本功能和附加功能

相较于传统视频多作为一种知识传递的媒介，交互式视频因其交互特征更容易成为一种认知与社会工具来促进学习 (Cattaneo, et al., 2019; 张婧婧等, 2021)。因此，研究者们主要针对交互式视频的三种特殊的交互功能（导航控制、超链接、交流工具），将其应用于教学场景、探索教学用途。其中，交流工具支持学生个人对视频内容进行注释，还可以支持学生通过共享评论（类似博客）功能与其他学生互动和交换想法和观点，或是通过测试来获得反馈。这可以支持学生对内容进行更深入的理解和激发反思 (Sauli et al., 2018)。张婧婧等 (2021) 同样发现，学习者在评论（或视频标注）的影响下倾向于重新观看、反思视频内容。这说明交流工具可以为交互式视频提供了一个对话空间，有助于学生在对话空间中反复协商和主动反思，进而更好地理解 and 利用交互式视频中的反馈内容，促进学生的协同论证对话。因此，本研究认为交互式视频反馈通过交流工具来构筑反思性对话空间，进而提升协同论证的过程与结果。

3. 交互式视频反馈的设计策略

交互式视频反馈的设计策略参考 Cattaneo(2019)提出的基于交互式视频的教学场景设计模型。该模型包括两个维度：交互式视频的开发阶段和教学策略。交互式视频的开发阶段包括准备阶段、生产阶段和使用阶段。教学策略包括生成策略和替代策略，在生成性策略中，在准备、制作和使用超视频学习情境方面做出决定的大部分责任主要在于学生，而替代策略主要是由教师掌控。两个维度的结合产生了不同的教学场景，如表 1 所示。

表 1 交互式视频的教学场景设计模型

过程		教师	学生	
			独自	小组
1	准备阶段	原始视频	A	B C
2	生产阶段	交互式视频	D	E F
3	使用阶段	交互式视频	G	H I

正如 Smith 和 Ragan(1999)表明，替代策略和生成策略并不是非此即彼的问题，而是一个连续统一体的两极。因此，在设计交互式视频反馈时需要结合学习者的特征、任务类

型、背景等因素考虑。在本研究中，针对一个主题的交互式视频反馈的设计策略从替代策略逐步过渡到生成策略。

3.1. 替代策略(A-D-H/I)

教师将交互式视频反馈作为一种预设的脚手架，内嵌到协同论证活动中。这种交互式视频反馈通常描述学生在协同论证中会遇到的常见问题，如不会利用证据支持自己的主张，并相应提供教学策略，帮助学生解决上述问题。根据反馈的信息属性，此交互式视频反馈属于描述型反馈，为学习者提供他们当前的学习状态信息。交互式视频反馈中结合具体情境描述学生或小组在协同论证中常出现的多种情况，并利用超链接功能提供选项，让学生或小组根据自己遇到的情况去选择，接受个性化的反馈内容。

3.2. 替代与生成交替策略(C-D-H/I)

在准备阶段，小组在协同论证活动中生成的问题作为交互式视频反馈的内容主体。教师在生产阶段提取学生的共性问题，并结合具体小组的案例进行评价。面临同样的学习问题或已经解决过类似学习问题的学生可以聚合到对话空间中针对性讨论，共同理解和意义建构。

3.3. 生成策略(C-F-H/I)

在准备阶段，小组将群体认知制品以交互式视频的形式呈现。班级内其他学生交互式视频进行评价反馈，找出核心内容、问题以及改进措施。所有的学生都积极贡献，结合他们自己对协同论证的理解与经历，与同伴反复协商并自我反思。

4. 总结与展望

交互式视频反馈可能是一种促进协同论证对话深度的有效策略。这是因为，交互式视频反馈通过协同注释等交流工具构筑反思性对话空间，促进协同论证中的关键社会认知过程，即反复协商和主动反思。为了在实际高校课堂场景中充分发挥出交互式视频反馈的优势，本研究形成了交互式视频反馈的设计策略，帮助广大研究者与实践者将交互式视频反馈有效地运用到高校课堂中。

未来需要探究交互式视频反馈在高校协同论证课堂中的实际应用效果，并且还需进一步探究在不同设计策略下开发的交互式视频反馈对学习者的影响是否存在差异。

参考文献

- 张婧婧、牛晓杰、姚自明和郑勤华(2021)。异步在线学习中的“准”同步视频交互实验研究。
远程教育杂志, 3, 52-64。
- Carless, D. (2015). *Excellence in university assessment: Learning from award-winning practice*. London: Routledge.
- Cattaneo, A. A., van der Meij, H., Aprea, C., Sauli, F., & Zahn, C. (2019). A model for designing hypervideo-based instructional scenarios. *Interactive learning environments*, 27(4), 508-529.
- Han, J., Kim, K. H., Rhee, W., & Cho, Y. H. (2021). Learning analytics dashboards for adaptive support in face-to-face collaborative argumentation. *Computers & Education*, 163, 104041.
- Noroozi, O., Weinberger, A., Biemans, H. J. A., Mulder, M., & Chizari, M. (2012). Argumentation-based computer supported collaborative learning (ABCSCCL): A synthesis of 15 years of research. *Educational Research Review*, 7(2), 79-106.
- Nussbaum, E. M., & Edwards, O. V. (2011). Critical questions and argument stratagems: A

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

framework for enhancing and analyzing students' reasoning practices. *Journal of the Learning Sciences*, 20(3), 443–488.

Sauli, F., Cattaneo, A., & van der Meij, H. (2018). Hypervideo for educational purposes: a literature review on a multifaceted technological tool. *Technology, pedagogy and education*, 27(1), 115-134.

Smith, P. L., & Ragan, T. J. (1999). *Instructional design* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.

Stahl, E., Finke, M., & Zahn, C. (2006). Knowledge acquisition by hypervideo design: An instructional program for university courses. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 15(3), 285-302.

共享调节学习内涵、特征与发展研究

Research on the connotation, characteristics and development of shared regulatory learning

赵赫璇*, 毛晓龙, 刘思嘉, 付玉娜, 马国威, 王妍莉

西北民族大学教育科学与技术学院

*3466270662@qq.com

【摘要】随着协作学习在课堂中被广泛应用, 如何提升学习者的协作学习质量成为研究者们关注的重点。缘于自我调节学习领域的共享调节因其关注集体层面的社会性互动, 促进小组内部的调节与监控, 逐渐进入研究者的视野中。通过文献计量与内容分析法, 对国外共享调节的相关文献进行分析和梳理, 本研究发现: 国际上有关共享调节的相关研究最早起源于1993年, 经历了四个阶段的发展。并依据核心作者所发表文献的被引率和下载率, 本研究梳理了共享调节的相关概念、其发生机制和调节过程。未来共享调节的发展研究主要面向技术设备支持下的共享调节学习活动、统筹个体与群体间的差异提升共享调节学习效果以及支持共享调节学习活动开展的工具开发与应用。

【关键词】共享调节; 协作学习; 发展历程; 概念辨析

Abstract: With the wide application of collaborative learning in the classroom, how to improve the quality of collaborative learning has become the focus of researchers. The shared regulation in the field of self-regulated learning has gradually entered the field of vision of researchers because it focuses on the social interaction at the collective level and promotes the regulation and monitoring within the group. Through bibliometrics and content analysis, this paper analyzes and sorts out the relevant literature on shared regulation abroad. This study finds that the international research on shared regulation originated in 1993 and has experienced four stages of development. Based on the citation rate and download rate of the literature published by the core authors, this study combs the related concepts of shared regulation, its mechanism and regulation process. The research on the development of shared regulation in the future is mainly oriented to the shared regulation learning activities supported by technical equipment, coordinating the differences between individuals and groups to improve the effect of shared regulation learning activities, and supporting the development and application of tools for shared regulation learning activities.

Keywords: sharing regulation ; collaborative learning ; development process ; concept analysis

基金项目: 甘肃省教育科学“十四五”规划2021年度重点课题“面向藏民族地区的‘国家通用语言文字’理解性教学研究”(课题编号: GS[2021]GHBZ130); 甘肃省2021年度博士基金项目“‘三区三州’学前教育数字化资源公共服务均等化机制研究”(课题编号: 2021QB-068)。

1. 引言

随着网络技术的不断发展, 技术支持下的协作学习活动被广泛的应用于教育活动(苏友等, 2020)。越来越多的研究证明相较于竞争和个体的学习组织形式, 参与协作学习的学生能够表现出更优的绩效(李克东, 2000), 对于高阶思维的培养也有其一定的优势。但协作学习在实际运用中也存在一定的挑战, 使得学生无法积极的进行协作学习, 从而难以在协作过程中进行彼此间的高效交流互动和共享(陈向东, 罗淳和张江翔, 2019)。成功的协

作学习活动离不开小组成员间共同协调和互动 (Roschelle & Teasley, 1995)。研究者们也开始关注到学习者不仅仅只是等待装满知识的“空容器” (Brown & Campione, 1996), 而是在与其他成员协作互动中不断构建自己的知识体系。因此如何提升学习者间的协作互动, 使之高质量的发生成为协作学习领域的热点。共享调节因其关注学生的社会性互动, 注重集体层面的协调, 由此进入研究者的视野。

2. 研究历程

为确保本研究对于共享调节相关论述的科学性和合理性, 本研究选取 Web Of Science 数据库, 以“Social Regulation learning”、“Socially Shared Regulation learning”、“Socially Shared Metacognition”、“Collective regulation”等主题词为检索依据进行相关文献检索 (林育瑜和李建生, 2019)。选取的文献来源以核心期刊文章为主。为确保研究所构建的评价体系更为全面, 本研究依据被引次数、下载次数以及该领域内作者的影响力等为依据进行所选取文献的二次筛选 (王妍莉和白文选, 2016)。以期解析共享调节的发展阶段与发展趋势。

2.1 第一阶段 (1993—2000 年)

基于本文已检索到的相关文献分析可知, 共享调节这一概念最早出现在 Levine 等学者于 1993 年发表的《Social foundations of cognition》一文 (Levine, Resnick & Higgins, 1993)。之后的时间里, 共享调节作为协作学习的分支, 领域内的研究者们开始探究小组协作过程中共享调节的存在形式以及学习者间的共享调节是如何表现的 (Barron & Brigid, 2000)。而这一时期共享调节的相关实证研究尚未进行 (Järvelä et al., 2013)。

2.2 第二阶段兴起阶段 (2000-2008 年)

随着越来越多的研究表明, 在协作活动过程中小组内部的共享调节确实存在, 并为协作学习的成功开展起到了关键作用 (Volet, Vauras & Salonen, 2009)。研究者们开始对共享调节进行深入研究, 这一阶段的研究主要包含三个方面, 一是随着技术逐步应用到教育教学中, 课堂主体从以教师为中心转变为以学生为中心, 研究者们开始探索计算机支持下的协作活动的开展对于学习者的影响 (Strijbos, Kirschner, & Martens, 2004); 二是这一阶段的研究表明, 以学生为中心的协作学习活动在开展过程中, 学习者因个体差异性, 使得大多数学习者并不能有效的调节自己的元认知、情感和动机等, 以此增加了与团队成员间在交流互动时的挑战。

2.3 第三阶段发展阶段 (2009-2015 年)

这一阶段对于共享调节的概念的界定可大体分为两类, 一类是以目标为导向的界定, 认为共享调节是以结果为导向的, 即集体为完成任务, 成员共同调节集体的动机、认知、元认知和情感等以调节其集体活动的过程 (Järvelä et al., 2013)。另一类是以元认知为导向, 认为共享调节是一个元认知控制的过程, 旨在认知策略以及策略的使用去适应任务 (Winne, 2015)。普遍认可共享调节的共性特征包括: (1) 共享调节学习关注集体层面的活动, 小组内的成员通过有效的协调和沟通以此达到共同目标 (Järvelä & Hadwin, 2013); (2) 共享调节学习关注整个学习和协作过程, 包括团队成员共同参与与任务理解、制定计划、监控协作过程、评价反思等活动的优质发生 (陈向东, 罗淳和张江翔, 2019); (3) 共享调节学习是集体协调学习活动的过程, 在认知、元认知、情感和动机等不同维度进行集体协调, 达成或维持共同认知的过程 (郑兰琴和李欣, 2017); (4) 共享调节学习是一个循环渐进的活动, 其中监控、评价和反思贯穿始终 (Järvelä & Hadwin, 2013)。

2.4 第四阶段创新阶段 (2016 年至今)

这一时期的研究开始关注如何使用技术强化集体协作, 相应的工具以及评价方式以可视化的呈现方式面向小组成员, 这一时期的评价方式以及工具的设计主要分为两大类: 一

是 CSCL 支持下的可视化工具, 主要包含可视化团队信息和提供动态脚手架两部分。二是共享调节活动过程性脚本多以反思日志或反思量表形式呈现, 主要包含阶段性内容脚本和过程性引导脚本。阶段性内容脚本主要从宏观角度帮助团队开展共享调节活动。如: Kim 等依据计划、监控和评价三阶段的共享调节活动过程, 开发的协作脚本 (Kim&Lim, 2018)。过程性引导脚本主要是帮助团队更好的理解和进行共享调节不同环节, 如: 柴阳丽等开发的团队反思支架 (柴阳丽,陈向东和陈佳雯, 2021)。Hadwin 等编写的脚本, 通过提示语句和问题引导学生开始任务感知 (Hadwin et al.,2010)。因此, 在注重调节活动发生的同时, 还应关注调节活动的动态变化 (Zimmerman, 2008)。群体感知工具的应用, 有利于帮助团队有计划的进行调节活动的每一阶段, 为团队提供不同阶段的成员状态、任务要求等信息。

3. 概念辨析

3.1 自我调节

源于社会认知视角的自我调节, 认为自我调节是学习者针对某一目标做出策略和元认知行为、动机和认知的适应性改变 (Hadwin&Oshige,2011)。齐默尔曼将自我调节描述为是学习者在学习过程中动态调整自己的元认知、动机和行为的过程 (Zimmerman&Barry,1989)。在已有的以社会认知理论为基础的自我调节的相关研究发现, 作为学习的主体, 学习者在调节自身的同时, 也会受到社会因素的影响 (Cleary&Zimmerman,2010)。因此, 社会认知理论下的相关研究, 关注的重点在于不同教学或社会环境对于学生的自我调节有怎样的影响。

3.2 共同调节

自我调节的深入研究虽然发现了社会情景和交互对于学习者学习过程和结果的重要性。但受制于其自身概念和研究的限制。上述研究并不能很好的展开, 在此基础上, 研究者们引入社会情景和交互两大因素, 提出了共同调节和共享调节相关概念, 并进行研究。基于维果斯基观点的共同调节是指学习者自主学习过程中的一个过渡过程, 在这个过渡过程中, 学习者和他人进行交流协商, 并最终达成共识, 形成一个共同的问题解决方案。

3.3 共享调节

协作学习研究的一个关键议题是如何从小组成员的互动中形成富有成效的集体思维以及建构共同的理解 (Barron,2003)。而要理解这一学习, 研究者们应该关注在社会环境中构建的认知和理解 (Greeno&Engeström, 2014)。发生于协作过程的共享调节, 因其关注元认知、元动机知识等的建构, 强调协作和交互过程进而得到广泛的关注 (陈向东,罗淳和张江翔, 2019)。共享调节是指小组成员为完成小组任务, 共同调节小组集体活动的过程。在这一过程中, 小组的目标以及达到这一目标的标准是小组成员共同构建的, 而最终的成果是小组成员社会共享的认知 (arvel, Lehtinen, &Salonen, 2017)。

3.4 其他调节

其他调节 (Other-regulation) 并非上述调节的并列概念, 而是介于自我调节和共享调节两个调节之间的术语。其他调节的运用主要是社会文化理论上自我调节的发展。Vauras 等将这一调节描述为: 在实际调节活动中, 当学习者没有掌握任务的关键要素, 但另一学习者掌握了, 这时会出现短暂的不平等的情况, 而这一情况下, 对于监管的最好描述便是

其他调节,因此其他调节在这一短暂的时刻里就显的格外重要了 (Vauras et al.,2003)。与共同调节不同的一点在于,其他调节的参与双方出现了不平等的情况 (Schoor, Narciss, & K?Rndle, 2015)。

综述对于相关概念的区分,本研究将共享调节定义为学习者在进行协作活动时,以小组为整体,共同对小组任务形成共享的任务理解与感知,并依据共享的任务感知与理解共同协商制定小组的目标和计划,小组成员依据自身和任务要求进行合理的角色分工,积极的平等的参与到协作活动中,并依据小组计划,围绕小组任务开展交流协商,对存有争议的观点进行及时交互,并在这一过程中小组内部成员彼此调节、共同监控小组状态和任务进度,共同调节小组的元认知、认知、情感和动机,并最终形成统一的任务解决方案。与个体学习过程中的自我调节相似,我们将社会调节定义为个体和协作学习过程中分析、计划、监测和评估认知和动机方面的协作活动 (Schoor&Bannert, 2012)。

4. 调节发生的机制

共享调节的核心在于小组内部的积极有效的监控与调节。而监控的发生离不开团队成员共同制定的标准或目标 (Winne&Hadwin, 1998)。监控作为动态的过程融入到协作学习的全过程,使得协作学习活动的每一步均在监控下完成 (Ernesto, 2017)。在协作学习中,小组的最终目标是小组成员之间共享知识的共建 (Chi&Wylie, 2014)。而共享调节的发生机制则表现在如何通过调节和监控团队全过程以此提升集体知识的建构。

已有研究证明学习者间的有效互动有利于协作学习的开展,作为协作学习的基本活动单元和本质关键 (郑兰琴, 2013),小组成员间的有效交互影响着协作学习的质量和最终效果 (何克抗, 1997)。在协作学习中知识的学习和构建离不开小组成员间的积极有效的交流和互动。小组成员间的社会互动对于新知识的习得是十分重要的 (Järvelä et al.,2013)。共享调节作为一个复杂的过程,在协作学习中发挥着核心作用 (Rogat&Garcia,2011)。在协作活动过程中,小组成员通过共同对小组任务从元认知层面进行理解与计划、并对任务进度、成员参与以及策略运用进行集体层面的调节与监控。作为小组集体层面的学习,共享调节学习所关注的焦点不再是以往协作学习活动中的某些环节,而是小组所有成员在协作过程中的交流协作的全过程 (J?Rvel et al.,2015)。

知识建构的最终目的是小组成员通过小组活动构建自己的认知体系,即对知识、技能、价值观等的构建。而达到这些目标离不开小组成员在活动过程中的集体调节。共享调节学习因其关注的是小组层面的互动和协作 (林育瑜和李建生, 2019),强调通过共同监控,进而调节小组活动全过程,增加小组成员间的交流互动,减少低参与行为。小组成员间通过协商讨论,共同建构对于任务的感知、成员评价标准等,使得每位小组成员平等地参与协商和讨论,共同调节小组的元认知、认知、动机和情感等方面,共同监管集体的学习过程,在完成小组任务的基础上,以此提升小组内部成员间的交互质量与协作质量,提高小组的知识建构 (李宏艺, 2021)。

因此,共享调节的发生机制主要从两个角度出发:

(1) 共享调节通过关注集体层面的社会互动,提升小组内部凝聚力。成功的协作学习为共享知识的构建提供了可能。调节学习作为协作学习的典型技能,学习者组成学习小组,一起完成小组任务,这一过程代表着其共同构建对于任务的共享理解,共同目标和共同策略等,而上述过程的发生离不开成员间的积极的对话。对话的优劣影响着小组知识建

构的水平。共享调节通过共享元认知的监测和对行为、动机、情感和认知的监控来调节学习，以保证小组成员间的对话有质量的发生。

(2) 共享调节通过监控活动整体，增强协作学习过程的评价与反思。共享调节的核心一方面是社会互动，另一方面便是调节和监控。与自我调节不同点在于，共享调节的调节和监控是由集体层面出发的。它不受个人的因素影响，对于小组的整体活动过程进行集体层面的调控。共享调节通过其集体层面的调节监控，帮助小组集体和学习者个体更好的构建集体产物，从而促进学习者个人的知识技能等方面的发展。并以此提高小组的知识建构。

5. 调节过程

5.1 任务准备阶段

任务准备阶段主要是包括两个部分：第一是组建共享调节小组，并且小组内部成员间彼此进行初步的交流，彼此介绍自己在本次任务中具备的相关知识、技能和情感价值，增强小组成员间的相互了解，提升学习者的积极性。在这一阶段，教师应提醒小组不应设置小组长等主导协作活动开展的身份。这一部分一般应用于新组建的学习小组，对于多次无组员或小组变化的活动，该部分只进行一次。第二是小组所有成员接受教师发布的活动信息或小组任务。

5.2 任务执行阶段

任务执行阶段主要包含三个部分：第一是小组所有成员对接受到的信息或任务进行理解，并进一步明确信息或任务内容，并通过小组交流讨论构建小组任务理解。第二是根据小组任务理解共同制定小组计划，以保证任务的顺利进行。第三是依据小组计划和内容小组讨论进行任务分配，以保证小组任务的进展。

5.3 任务监控阶段

任务监控阶段主要是为了保证小组任务的顺利开展与进行，也保证了小组成员的积极参与。包括小组任务监控和作品内容监控两个部分，小组任务监控主要包括小组成员监控、小组任务进展监控和小组任务进展方向监控三部分。小组成员监控是保证小组成员积极参与小组活动，避免出现非协作行为的发生；小组任务进展监控是确保小组任务依据之前小组成员共同制定的计划，按照计划进行；小组任务进展方向监控是防止小组成员在各自完成任务时偏离任务内容。作品内容监控主要包括作品质量监控和作品完整度监控，作品质量监控是从评价标准的角度出发，防止小组出现应付作业的行为发生；作品完整度监控是确保小组作品内容、结构完整。

共享调节学习活动的主要因素便是贯穿全过程的实时调节和监控，因此任务的监控不仅仅发生在这一阶段，也发生在其他阶段，并且小组会实时根据监控结果，调节不同阶段、小组成员以保证小组任务的高质量、准时性进行和完成。

5.4 任务反思阶段

任务反思阶段主要包含小组任务评价和作品内容评价两个部分。小组任务评价包含小组成员自我评价、同伴互评和小组评价；作品内容评价主要包含教师评价、同伴评价和小组自我评价。通过小组任务评价和作品内容评价两个部分的反馈信息，小组成员对作品进行反思和修改，以此达到最优。

5.5 总结评价阶段

总结评价阶段主要是学习者从个人、同伴和小组层面对自己、他人和小组在整体活动过程中的表现进行评价，并最终依据教师、学习者个人、他人和小组多维度评价确定最终的学习者本次课程成绩。

6. 发展趋势

目前,有关社会共享调节的文章中,大多集中在2020年-2022年间,从历年的共享调节文章数量可以看出,共享调节得到了迅速发展。因此针对已有研究,我们做出了如下的推测:

6.1 技术设备支持下的共享调节学习活动

共享调节活动之所以能够顺利进行,离不开技术设备的支持。在进行学习活动中,学习者通常不会主动表现出调节学习的意识和策略。对于协作学习过程中存在的挑战,缺乏行之有效的应对措施。以往的学习活动的开展通常以脚本工具进行活动的支持,这种支持缺乏了动态过程,使得学习者和小组无法及时有效的对学习过程中出现的问题进行及时的调整。因此,现代技术支持下的协作学习活动就显得尤为重要。首先,共享调节的主要阶段在于监控阶段,在开展活动的同时,监控阶段技术设备的支持是不可避免地,比如:需要进行教学活动视频记录的课堂、需要进行线上协作交流的课堂、需要记录学习者监控自己和他人的课堂等等,这些都离不开技术的支持。

6.2 避免因个体差异导致影响共享调节学习效果

个体差异是导致共享调节活动效果的主要原因之一,共享调节发生的状态下一定有自我调节的发生,因此,在进行教学活动的过程中,个人因素会极大影响共享调节的学习效果。简而言之,避免因个体差异所带来的影响是教学活动的重中之重。虽然已有研究较为关注到了自我调节,但如何统筹自我与他人、自我与团队以及团队与团队间的差异将是未来研究的一大重点问题。

6.3 共享调节工具的开发与应用

共享调节工具是辅助共享调节教学活动开展的基本条件之一,共享调节工具主要包括群体感知工具;监控调节工具;评价反思工具。其中帮助学习者感知小组的协作情况,从而提高共享调节学习的成效属于感知阶段(陈向东,胡优立和张蕾,2021);引导学生反思、梳理并判断他们的共享理解,维持知识的持续建构属于监控调节阶段(陈向东,陈佳雯和杨德全,2022);评价反思阶段的工具类型有很多种,面对面交流数据、在线交流数据、共享调节水平量表、学习者自我报告甚至心电、脑电等其它多模态数据(陈向东,张蕾和陈佳雯,2020)。

7. 研究总结和展望

本研究通过文献计量和内容分析法对国外共享调节的相关文章进行梳理,尝试划分了共享调节的发展历程,共享调节的相关概念,调节发生的机制,共享调节的具体过程以及未来共享调节的发展趋势。协作学习作为一个复杂的社会性过程,行之有效的监控和调节是保证在线协作学习效率和质量的关键因素。本研究综述了国际有关社会调节学习的研究,为我国共享调节的发展提供了部分的理论基础和新的研究方向。

参考文献

- 王妍莉, & 白文选. (2016). 基于扎根理论的藏汉双语理解性教学评价体系研究. *当代教育与文化*, 8(02), 71-76.
- 苏友, 李艳燕, & 包昊罡. (2020). 国际视野下社会调节学习研究历程, 焦点及趋势. *现代远程教育研究*, 32(6), 11.
- 李宏艺, & 王小根. (2021). 面向数字素养培养的 ssrl 在线协作学习活动设计.
- 何克抗. (2002). 建构主义革新传统教学的理论基础. *中学语文教学*(8), 58-60.
- 陈向东, 胡优立, & 张蕾. (2021). 共享调节学习中的群体感知: 作用与机制. *远程教育杂志*, 39(5), 11.
- 陈向东, 陈佳雯, 杨德全. (2022). 共享调节学习中的监控过程: 理论模型与解释案例. *电化教育研究*, 43(2), 8.
- 陈向东, 张蕾, & 陈佳雯. (2020). 基于社会网络分析(sna)的共享调节学习评价: 概念框架与解

- 释案例. 远程教育杂志, 38(2), 13.
- 郑兰琴. (2013). 协作学习交互分析方法之反思. 现代远程教育研究(5), 10.
- 郑兰琴, & 李欣. (2021). 调节性学习的发展:模型,支持工具及培养策略. (2017-2), 60-66.
- 林育瑜, & 李建生. (2019). 社会调节学习理论及启示. 中国远程教育(2), 7.
- 赵建华,李克东. (2000). 信息技术环境下基于协作学习的教学设计. 电化教育研究(4), 7.
- 柴阳丽陈向东陈佳雯. (2021). CscI 中的团队反思及其支架开发. 电化教育研究, 42(4), 93-100.
- Brown, A. L. , & Campione, J. C. . (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: on procedures, principles, and systems. *innovations in learning new environments for education*.
- Barron, B. . (2003). When smart groups fall. *Journal of the Learning Sciences*, 12.
- Greeno, J. G. , & Y Engeström. (2014). Learning in activity. R. Keith Sawyer, págs. 128-150.
- Chen Xiangdong, Luo Chun, & Zhang Jiangxiang. (2019). 共享调节:一种新的协作学习研究与实践框架. 远程教育杂志, 37(1), 10.
- collaborative project-based learning: A framework for the design of structured guidance. *Teaching in Higher Education*, 23(2), 194-211.
- Cleary, T. J. , & Zimmerman, B. J. . (2010). Self-regulation empowerment program: a school-based program to enhance self-regulated and self-motivated cycles of student learning. *Psychology in the Schools*, 41(5), 537-550.
- Chi, M. T. H. , & Wylie, R. . (2014). The icap framework: linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243.
- Ernesto, P. . (2017). A review of self-regulated learning: six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8(422), 422.
- Hadwin, A. F. , & Oshige, M. . (2011). Self-regulation, coregulation, and socially shared regulation: exploring perspectives of social in self-regulated learning theory. *Teachers College Record*, 113(2), 240-264.
- Kim, D., & Lim, C. (2018). Promoting socially shared metacognitive regulation in Hadwin, A. F., Oshige, M., Gress, C. L., & Winne, P. H. (2010). Innovative ways for using gStudy to orchestrate and research social aspects of self-regulated learning. *Computers in Human behavior*, 26(5), 794-805.
- Järvelä, s. järvenoja, h. malmberg, j. & hadwin, a. (2013). exploring socially-shared regulation in the context of collaboration. *the journal of cognitive education and psychology*, 12 (3), 267-286.
- J?rvel?, S. , Kirschner, P. A. , Panadero, E. , Malmberg, J. , Phielix, C. , & Jaspers, J. , et al. (2015). Enhancing socially shared regulation in collaborative learning groups: designing for cscl regulation tools. *Educational Technology Research & Development*, 63(1), 125-142.
- Järvelä, S., Järvenoja, H., Malmberg, J., & Hadwin, A. F. (2013). Exploring socially shared regulation in the context of collaboration. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 12(3), 267-286.
- Jarvel, S. , Lehtinen, E. , & Salonen, P. . (2017). Socio-emotional orientation as a mediating variable in the teaching -learning interaction: implications for instructional design.
- Levine, J. M., Resnick, L. B., & Higgins, E. T. (1993). Social foundations of cognition. *Annual review of psychology*, 44(1), 585-612.
- Rogat, T. K., & Linnenbrink-Garcia, L. (2011). Socially shared regulation in collaborative groups: An analysis of the interplay between quality of social regulation and group processes. *Cognition and Instruction*, 29(4), 375-415.
- Roschelle, J. , & Teasley, S. D. . (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. Springer Berlin Heidelberg.
- Strijbos, J. W. , Kirschner, P. A. , & Martens, R. L. . (2004). What we know about CSCL and implementing it in higher education. Kluwer Academic Publishers.
- Sanna Järvelä & Allyson F. Hadwin (2013): New Frontiers: Regulating Learning in CSCL, *Educational Psychologist*, 48:1, 25-39
- Sanna Järvelä & Allyson F. Hadwin (2013): New Frontiers: Regulating Learning in CSCL, *Educational Psychologist*, 48:1, 25-39
- Schoor, C. , Narciss, S. , & K?rindle, H. . (2015). Regulation during cooperative and collaborative learning: a theory-based review of terms and concepts. *Educational Psychologist*, 50(2), 97-119.
- Schoor, C. , & Bannert, M. . (2012). Exploring regulatory processes during a computer-supported

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

collaborative learning task using process mining. *Computers in Human Behavior*, 28(4), 1321-1331.

Vauras, M. , Iiskala, T. , Kajamies, A. , Kinnunen, R. , & Lehtinen, E. . (2003). Shared-regulation and motivation of collaborating peers: a case analysis. *Psychologia*, 46(1), 19-37.

Winne, P. H. (2015). What is the state of the art in self-, co-and socially shared regulation in CSCL?. *Computers in Human Behavior*, 52, 628-631.

Winne, P. H. , & Hadwin, A. F. . (1998). *Studying as Self-Regulated Learning*.

Zimmerman, B. J. . (2008). Investigating self-regulation and motivation: historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166-183.

Zimmerman, & Barry, J. . (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329-339.

智能时代下的主动学习策略应用综述

A review of the application of active learning strategies in the era of intelligence

付玉娜*, 刘思嘉, 赵赫璇, 马国威, 毛晓龙, 王妍莉
西北民族大学教育科学与技术学院
*2171619566@qq.com

【摘要】 主动学习在培养学生的综合素质和核心素养方面有显著优势, 能使学习者变被动为主动, 充分挖掘学习者的能动性, 激发并使其保持高涨的学习激情, 有助于学习者进行深度学习的探索, 促进学习者 21 世纪技能的发展。本研究旨在在对主动学习理论概述的基础上对其在智能时代背景下的应用研究做出系统概括。

【关键词】 智能时代; 主动学习; 策略应用

基金项目: 甘肃省教育科学“十四五”规划 2021 年度重点课题“面向藏民族地区的‘国家通用语言文字’理解性教学研究”(课题编号: GS[2021]GHBZ130); 甘肃省 2021 年度博士基金项目“‘三区三州’学前教育数字化资源公共服务均等化机制研究”(课题编号: 2021QB-068)。

Abstract: Active learning has significant advantages in cultivating students' comprehensive quality and core literacy. It can make learners change from passive to active, fully tap learners' initiative, stimulate and maintain their high learning passion, help learners to explore deep learning and promote the development of learners' skills in the 21st century. The purpose of this study is to make a systematic summary of its application research in the context of intelligent era on the basis of an overview of active learning theory.

Keywords: smart Age ; active learning ;strategy application

当前, 新一轮科技革命和产业变革正风起云涌, 深刻改变着人们的生产、生活和学习方式, 推动了人类社会加快迈向智能时代, 智能时代为构建以学习者为中心的教育新生态提供了前沿技术支撑, 构建数字化、智能化的终身教育体系和网络化、可持续的学习型社会已成为新的使命(韩民, 2020)。智能时代下的教育创新与变革即代表着未来教育的发展方向, 未来教育突破了学习时间和空间的限制和界限, 应构建以学习者为中心的教育新生态, 学习者必须具有主动学习能力才能保证学习的连续性(关成华、陈超凡和安欣, 2021)。

1. 理论概述

1.1 定义

“主动学习”的概念最早于 1991 年由邦威(Charles Bonwell)和埃森(James Eison)在其合著的《Active Learning: Creating Excitement in the Classroom》一书中提出。二人将主动学习界定为:“主动学习是能够让学生参与, 并能让学生‘行所思, 思所行’的所有教学活动。”(Bonwell, C. C., & Eison, J. A., 1991)

研究者们达成的一些共识是, 主动学习是一种从传统的传达或讲授模式转向学生积极参与问题解决和知识创造模式的课堂策略, 它包含多种教学形式, 比如合作学习、基于问题的学习、基于探究的学习、发现学习和体验学习等(莫玉婉和刘宝存, 2022)。

1.2 概念模型

主动学习旨在激发学生的学习积极性,使其主动参与到学习过程中,不仅要完成知识的传递,还要进一步培养、锻炼学生的主动学习能力及对知识的运用能力,实现深度学习(荆洪英、张利和张彦富,2023)。针对这一理念,迪·芬克提出了全面的主动学习,包括信息习得、实践体验和反思性活动(荆洪英和陈彦海,2020)。信息习得即知识的外化提取,可以使 学生掌握课程核心知识信息,信息包括两个来源:以原始数据为主的一手数据;间接通过讲座、教科书获取的二手数据;主动学习理论对信息习得不单是停留在浅层的信息接收层面,还需要对信息进行深度加工,而这一任务是通过实践体验活动来实现的,旨在做到对知识活学活用,培养并锻炼学生自主学习能力和解决实际问题的能力;反思性活动从自己和他人两个角度来进行。通过自我总结和学生互评的方式对知识和能力进行巩固强化,进而将新知识纳入已有的知识框架中,并将其存储为长时记忆。

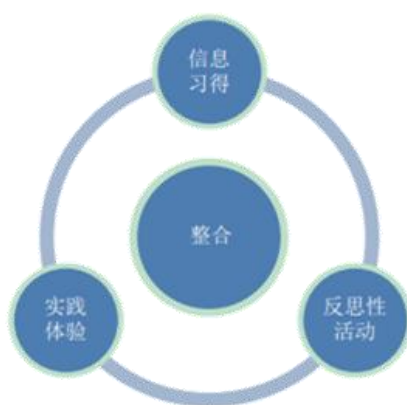


图 1 主动学习模型

1.3 内涵特征

主动学习策略旨在通过满足个人需求、促进专业发展和支持自身知识建设来促进学习者发展,这是建构主义的基础(Sbs, A., & Sk, B., 2020)。主动学习就其本质而言是一种教学方法论,其目的是鼓励学生积极主动地参与学习过程,并非特指某些具体的教学方法。因此,它并不是对传统讲授式教学的一种否定。相反,合作学习、小组讨论以及其他主动学习方式的采用,必须是以重点课程内容的获取和理解为前提的(莫玉婉和刘宝存,2022)。

主动需要产生于个体内部,表现了个人的意志。主动学习意味着不受外力推动,依靠个体内部认同的想法与意图自发进行的学习行为。通常认为“主动”与“被动”相对应(余文森,2006),被动代表机械,主动代表了个体不受外界因素的桎梏,仅依靠内部意图推动,积极投入到目标事件中,完成主观设想。

从学习状态上看,主动学习是内源性学习。当学生在教师的指导下,一方面表现出对外在信息的能动选择,另一方面表现出对外部信息的内部加工,学生就在教师的引导下开始了自觉学习,主动学习就得以发生(邓铭、谢发超和周群,2021)。从学习水平上看,主动学习是反思性学习。自知学习,主动学习才得以深入。因此,主动学习即引导学生自觉学习,帮助学生自主学习,促进学生自知学习(邓铭、谢发超和周群,2021)。从学习方式上看,主动学习是参与式学习。强调学习是主动参与社会群体的实践,并建构与实践共同体有关的身 份的历程,主动学习者的最显著特征是能够进行自主学习,包含自我计划、自我监控和自我评价三个基本要素(黄荣怀等,2020)。自主学习时,主动学习才得以展开。

2.研究现状

主动学习策略的具体例子包括案例研究、学习情况汇总表、基于证据的实践、小组工作和同伴学习的简短报告等(雷文艳, 2022)。教师可以采用小组协作学习、提问、头脑风暴、概念图或思维导图、语境分析与问题定义、问题解决等方式激励学生主动学习,角色扮演、模拟与游戏、案例分析、基于挑战的学习或者基于项目的学习等则是更高级的主动学习方式(黄荣怀等, 2020)。阿灵顿独立学区在2018年提出主动学习圈(Active Learning Cycle)方案(Arlington ISD, 2018),以此有意识地培养学生的主动学习习惯,主动学习圈包含激励、承诺、获得、应用、展示5个步骤。

主动学习的实施需要支持小组合作、同辈学习以及使用科技设备的教室空间,良好的学习空间可以保证师生、生生之间足够的交流互动。美国普渡大学西拉法叶分校自2011年开始探索在班级规模较大的专业,基础课程中实施主动学习,其实施策略之一是基于信息技术打造智慧化的学习空间。普渡大学普渡大学为了保证师生、生生之间有足够的交流互动的学习空间,创建了先进的主动学习教室——威尔梅斯主动学习中心(Wilmeth Active Learning Center),每个教室都配备标准的科技设备,比如投影、高度调节的讲台、音频、先进的教室灯光控制、电子窗帘,个别教室配备用于捕捉讲座和网络会议的视频摄像机、附带屏幕的信息监控器、交互式平板等,更加灵活的空间设计为小组学习和学习活动的开展提供了便利(莫玉婉和刘宝存, 2022)。

2020年王绍峰与黄荣怀教授基于混合学习理论与技术接受模型,构建了在线主动学习意愿的研究框架,揭示了影响在线主动学习意愿的关键路径及产生机理,并提出降低由疫情带来的社会隔离感、践行“学生主体”的教学理念、提升学生主动学习态度水平、优化课程质量与教学设计、改善学习平台的稳定性与易用性,以及培养学生的创新品质等提升策略(王绍峰和黄荣怀, 2020)。

在线学习平台、人工智能机器增加了学习机会、推动学习走向“混合”模式,MOOC等新型线上教学平台凭借其特有的资源便捷性和信息高质性,为学生自主学习提供了技术平台支撑,配套学习支持通过多元化的信息交流方式,构建出了教师—学生、学生—学生间的多边互动环境。2023年荆洪英等人构建了MOOC资源下基于主动学习的混合式教学模式,通过学习成绩数据分析和调查问卷结果分析,发现该模式有助于提高学生主动学习的能力,通过线上线下多元知识形态及多种信息交互方式来激发教学活力,提升教学质量(荆洪英、张利和张彦富, 2023)。

移动设备、互联网技术的进步改变了学习的时间与空间,学习资源的丰富和智能技术的支撑使得学习可以发生在任意时间和地点(黄荣怀和刘德建, 2017);跨校教学是以互联网技术为基础的、为学生提供高校优质教学资源的技术平台,2020年荆洪英和陈彦海以本科课程“人因工程学”为例构建了以学生为中心的主动学习跨校混合式教学模式将主动学习的信息习得、实践体验、反思性活动3个因素高度融入教学中。实践表明,基于主动学习的混合式教学模式提高了“人因工程学”课程的教学质量,引导学生利用课下碎片化的时间自主学习,锻炼了学生协作解决问题的能力 and 实践能力(荆洪英和陈彦海, 2020)。

虚拟平台的建设促进了公共沟通与合作,为公众智慧的生成与共享提供了平台;大数据为学习成果的表达及学习成果的评价提供了清晰的可视化途径和精准的数据支持;人工智能通过“数字画像”,能够精准刻画学习者的行为特征,有助于更好地了解个体差异,进而开展精准教学、提供个性化学习服务(田爱丽, 2020)。

3. 结语

依托于现代信息技术,未来教育变革的核心是从被动地“教”转向主动地“学”。智能时代基于核心素养的学习方式必须从被动学习走向主动学习。在“内源性、参与性、反思性”为基本特征的主动学习实践中,将学科内容改造为学科问题,以学科问题导引学科活动

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

并经由深度反思,形成具有迁移性的学科思维,以实现主动学习的“自觉、自主、自知”,当成为核心素养价值取向下的课堂教学的基本范式。

参考文献

- 邓铭,谢发超,周群.主动学习:意蕴、内涵及教学实现[J].教育科学论坛,2021(22):25-28.
- 关成华,陈超凡,安欣.智能时代的教育创新趋势与未来教育启示[J].中国电化教育,2021(07):13-21.
- 黄荣怀,汪燕,王欢欢,逯行,高博俊.未来教育之教学新形态:弹性教学与主动学习[J].现代远程教育研究,2020,32(03):3-14.
- 黄荣怀,刘德建等.互联网促进教育变革的基本格局[J].中国电化教育,2017,(1):7-16.
- 韩民.加快构建服务全民的终身学习体系[J].终身教育研究,2020,(3):4-6.
- 雷文艳.主动学习:大学课堂教学方式的有效转变及运用策略[J].吉林省教育学院学报,2022,38(11):14-17.DOI:10.16083/j.cnki.1671-1580.2022.11.004.
- 莫玉婉,刘宝存.主动学习何以在大班教学中实现——普渡大学西拉法叶分校的经验与启示[J].现代大学教育,2022,38(01):43-51+112.
- 田爱丽.综合素质评价:智能化时代学习评价的变革与实施[J].中国电化教育,2020,(1):109-113.
- 王绍峰,黄荣怀.在线主动学习意愿的产生机理与提升策略[J].开放教育研究,2020,26(5):99-110.
- 荆洪英,陈彦海.基于主动学习的跨校混合式教学模式探索与实践——以“人因工程学”课程为例[J].工业和信息化教育,2020.
- 荆洪英,张利,张彦富.MOOC资源下基于主动学习的混合式教学模式探究[J].工业和信息化教育,2023(01):24-27+44.
- 余文森.论新课程学习方式的基本特性[J].教育理论与实践,2006,26(11):38-41.
- Arlington ISD(2018). Active Learning Cycle Facts[EB/OL].[2020-04-12].<https://www.aisd.net/wp-content/files/2018/10/Active-Learning-Cycle.pdf>.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom. 1991 ASHE-ERIC higher education reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183.
- Sbs, A. , & Sk, B. . (2020). Authentic teaching to promote active learning: redesign of an online rn to bsn evidence-based practice nursing course. *Journal of Professional Nursing*, 36(2), 56-61.

Enhancing Collaborative Learning through Technology Integration:

A Case Study of Volcanic Eruption Principles Mastery

Xiaoxiao Feng

Faculty of Education, Henan University

xiao.feng@henu.edu.cn

***Abstract:** This study investigated the effectiveness of technology integration in collaboration in science learning. Through a literature review and analysis of the instructional progress, the approach was found to be highly effective in promoting student engagement. The approach incorporated various strategies such as active learning, collaborative learning, and technology integration, which encouraged students to participate actively in the learning process. The study found that students were highly engaged throughout the instructional progress, indicating that the approach could be an effective method to improve student engagement in the classroom. The results suggest that teachers could benefit from incorporating similar instructional approaches to enhance student engagement and improve academic outcomes.*

Keywords: Technology integration, collaborative learning, student engagement

1. Introduction:

Collaborative learning has been shown to be an effective way to enhance student learning outcomes, foster critical thinking, and improve social skills (Chen et al., 2018). The integration of technology in education has also opened up new possibilities for collaborative learning, particularly in science education (Stahl et al., 2006). Given the growing interest in technology-supported collaborative learning, it is important to explore its effectiveness in supporting students' learning performance.

The main purpose of this paper is to examine the integration of technology in collaborative learning and its effectiveness in supporting science learning. Specifically, it was conducted a case study of seventh-grade science learning at F.K. White Middle School, where students were asked to master the principles of volcanic eruption through a collaborative learning experience that involved hands-on activities with a computer. The instructional program involved students watching a video of a volcanic eruption, engaging in group discussion, constructing a three-dimensional model with a computer software, presenting their work, and receiving feedback from their teachers. It was analyzed that the effectiveness of technology integration in supporting collaborative learning and discuss the implications of our findings for theory and practice.

This paper contributes to the conference theme of learning sciences and computer-supported collaborative learning by providing insights into the effectiveness of technology-supported collaborative learning in science education. Specifically, our study highlights the importance of carefully designing collaborative learning activities and providing effective teacher facilitation in order to maximize the benefits of technology integration.

2. Literature Review

2.1. Collaborative Learning in education

Collaborative learning is defined as an instructional method through which students in one group could work together toward one shared goal (Barkley et al., 2014). In the process of collaborative learning, student could work together to complete tasks, share information and knowledge, and learn from their peers, which could stimulate students' motivation, and improve their learning efficiency and academic performance. Several studies have indicated the positive effects of collaborative work in students' academic success, thinking skills, and personal growth and development (Baser et al., 2017; Chen & Chuang, 2011). Collaborative learning was deemed beneficial for the enhancement of individual learning and information technology skills as their peers provided various learning resources and information.

Five Pillars of collaborative learning was summarized, which involves positive interdependent, individual accountability, promotive interaction, social skills, and group processing (Johnson et al., 1991). Positive interdependence states that all students can recognize that they depend on each other and support this interdependence. Individual accountability indicates that everyone is responsible for their tasks as a group member. Social skills refers to students have the abilities to interact with group members successfully. Group processing demonstrates that students have the abilities to succeed through group work. Students needs to master these attitudes and skills in order to promote effective collaborative learning.

2.2. Technology Integration in Education

Technology integration was defined by Rathore and Sonawat (2015) as the availability of digital tools that enables learners to utilize technological skills to interact with content, thereby achieving content mastery and the ability to resolve problems. It was summarized that the reasons to integrate technology into the learning process, involving 1) enhancing students' engagement and motivation through interactive multimedia; 2) providing students personalized and differentiated opportunities for students to satisfy their learning needs and preferences; 3) prompting the development of higher-order thinking skills, such as problem solving skills, thinking skills, and creativity, through the interaction with technology tools; 4) diversifying the forms of collaboration; 5) facilitating students digital literacy and technological competency.

Although simply having technology in the classroom does not necessarily lead to improved student outcomes, using it appropriately can help to enhance students' performance on achievement tests (Ramaila & Molwele, 2022). Recent studies have delved more deeply into the integration of new technologies (Kukreti & Broering, 2019; Rathore & Sonawat, 2015), which also highlighted the need for careful consideration of instructional design and technology integration to effectively incorporate these technologies into the classroom.

Overall, the literature suggests that technology-integrated collaborative learning can be an effective way to enhance science learning outcomes, but that careful design and implementation are necessary to ensure its effectiveness. The case study at F.K. White Middle School, which focuses on technology integration in collaborative learning in science education, will contribute to our understanding of how technology can be effectively integrated into collaborative learning experiences to support science learning outcomes.

3. Instructional Progress

The whole instructional progress consisted of five sections to motivate students' engagement and support students' collaboration in science learning. At the beginning, the teacher introduced the instructional progress and the main purpose of this class was to master and understand the principle of volcanic eruption. The following refers to the main sections.

Step One: Video Watching

In the first step, students were required to watch a video of a volcanic eruption to indirectly observe the phenomenon. This step aimed to enhance students' understanding of the principles of volcanic eruption and provide a foundation for subsequent collaborative learning activities.

Step Two: Group Discussion

Following the video watching, students were organized into pairs to engage in a group discussion. They were prompted to share their questions, reflections, and insights regarding the principles of volcanic eruption. The purpose of this step was to stimulate critical thinking and knowledge sharing among peers.

Step Three: Three-Dimensional Model Construction

In this step, students were asked to construct a three-dimensional model of a volcanic eruption using the 3D Max software. A detailed handbook was provided to guide students on how to use the software and construct the model effectively. The software allowed students to create a simulated three-dimensional model of the volcanic eruption by manipulating shapes, colors, textures, and lighting effects. Students worked in pairs to construct their models, which encouraged them to collaborate, share ideas, and learn from each other.

Step Four: Presenting Final Work and Reflections

In the fourth step, students presented their final work and reflections on their learning experience to the class. Through this step, students had the opportunity to demonstrate their understanding of the principles of volcanic eruption and share their learning experience with their peers. This step aimed to promote the development of students' presentation and communication skills, which are crucial for collaborative learning.

Step Five: Teachers' Feedback

In the fifth step, teachers provided feedback to the students based on their presentations and final work. This step aimed to provide students with constructive feedback to help them improve their understanding of the principles of volcanic eruption and their collaborative learning skills. The teachers' feedback also served as a form of assessment to evaluate the effectiveness of the instructional program in enhancing students' learning outcomes.

Overall, the instructional progress was designed to promote students' engagement, motivation, and critical thinking skills. It also aimed to enhance students' understanding of the principle of volcanic eruption and their ability to apply scientific concepts to real-world situations. Through the use of technology, collaborative learning, and hands-on activities, students were able to develop a deeper understanding of the subject matter and apply their knowledge and skills to create a realistic three-dimensional model of a volcanic eruption.

4. Conclusion

Incorporating active learning strategies into the classroom can increase student engagement and promote a more effective learning experience. The observations made during the instructional progress demonstrate that students are highly engaged when given the opportunity to actively participate in their own learning. The use of various active learning strategies, such as group

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

discussions, problem-based learning, and peer teaching, can help to create a more dynamic and interactive classroom environment. This approach can also enhance critical thinking skills, promote deeper learning, and ultimately lead to improved academic outcomes. Furthermore, this study highlights the importance of teacher training and support in implementing active learning strategies effectively. It is essential that teachers receive adequate professional development opportunities and ongoing support to successfully incorporate these strategies into their teaching practices.

Overall, the findings of this study suggest that active learning is a valuable approach to enhancing student engagement and promoting effective learning in the classroom. It is recommended that further research be conducted to explore the effectiveness of specific active learning strategies in different classroom contexts and with diverse student populations.

5. References

Barkley, E. F., Major, C. H., & Cross, K. P. (2014). *Collaborative learning techniques: a handbook for College Faculty*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Baser, D., Ozden M. Y., & Karaarslan, H. (2017). Collaborative project-based learning: an integrative science and technological education project. *Research in Science & Technological Education*, 35 (2), 131-148.

Chen, W., & Chuang C. (2011). Effect of varied types of collaborative learning strategies on young children: An experimental study. *International Journal of Instructional Media*, 38 (4), 351– 358.

Chen, J., Wang, M., Kirschner, P. A., & Tsai, C. C. (2018). The role of collaboration, computer use, learning environments, and supporting strategies in CSCL: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 88(6), 799-843.

Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Smith, K.A. (1991). *Active learning: Cooperation in the college classroom*. Edina, MN: Interaction.

Kukreti, A. R., & Broering, J. (2019). An Entrepreneurship Venture for Training K–12 Teachers to Use Engineering as a Context for Learning. *Education Sciences*, 9 (1), 1-21.

Ramaila, S., & Molwele, A. J. (2022). The role of technology integration in the development of 21st century skills and competencies in life sciences teaching and learning. *International Journal of Higher Education*, 11 (5), 9-17.

Rathore, M.K., Sonawat R. 2015. Integration of technology in education and its impaction learning of students. *International Journal of Applied Home Science*, 2 (7&8): 235-246.

Stahl, G. T., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 409-426). Cambridge, England: Cambridge University Press.

多重要素介导下的协作问题解决学习探究

孙雨薇

浙江大学

sunyuwei_bnu@126.com

【摘要】 本研究旨在探究包括技术在内的多重要素对协作问题解决的作用机制。本研究利用访谈法，采用质性分析，开展了两方面的研究：(1) 技术开发工具如何影响小组的问题解决方案结果；(2) 不同解决方案结果对应的协作关系如何。分析发现，(1) 技术开发工具对学生问题解决方案的影响是通过解决学生在设计与开发方案过程中的主要困难来发挥作用的，学生感知到的技术困难和技术适切性是其中的关键介导因素。(2) 协作认识、分工方式、学习情绪等要素共同作用了不同协作关系的形成，它们通过影响小组的讨论协商和深度思考来影响问题解决表现。

【关键词】 基于问题的学习；问题解决表现；技术开发工具；协作关系；中介因素

Abstract: This study aims to explore the mechanism of various factors, including technology, on collaborative problem solving. It uses qualitative method to answer two questions: (1) how technology development tools affect the collaborative problem-solving performance. (2) what is the corresponding relationship between the problem-solving performance of different groups and collaboration. The findings are that (1) the technology development tools on students' problem solving plays a role by addressing the main difficulties of students in the process of designing and developing solutions. Perceived technical difficulties and technical appropriateness are the main mediating factors. (2) perception of collaboration, division of labor, learning emotions and other elements work together to form different collaborative relationships, which affect the problem-solving performance by influencing group discussion, negotiation and in-depth thinking.

Key words: *problem-based learning, problem-solving performance, technology development tools, collaborative relationship, mediating factors*

1. 引言

21 世纪人才的培养更为关注自主学习、解决问题、批判性思维和创新思维等更高阶的思维和技能。基于问题的学习 (Problem-based learning, PBL) 提供了一种与培养高阶思维目的相兼容的方法，学生通过解决真实情境中的问题，运用多种知识和技能，在过程中发展高阶思维和技能 (Cetin, Mirasyedloglu, & Cakiroglu, 2019)。

目前已开展了很多关于 PBL 的研究，特别是调查 PBL 和技术对学生学业成绩和观念态度的影响的研究 (Cetin et al, 2019)，此类研究大多使用问卷等学生自我报告的形式以及量化的分析方法。深入问题解决过程、探明影响学生问题解决表现的关键因素及作用机理的质性研究还相对较少。本研究旨在利用质性分析，探索和阐释多重要素对协作问题解决的作用机制，理解这些关键要素对问题解决学习的影响。

2. 文献综述

2.1. 技术工具与问题解决

已有许多研究调查了技术对 PBL 的影响，从作用内容到作用结果。研究证明，技术支持的 PBL 比传统的 PBL 更有效 (Chen, 2022)。技术支持下的 PBL 在提高学习者的知识成

就(Yang, 2012)、实践技能、高阶思维 (Bell, Urhahne, Schanze et al, 2010) 等知识和能力上, 以及学习动机、学习态度 (Metcalf, Chen, Kamarainen et al, 2014)、学习兴趣 (Cetin et al, 2019) 等情感态度上, 都具有积极的作用 (Chen, 2022)。

这是由于技术支持了 PBL 的不同方面和不同过程, 发挥了不同的作用, 从而导致了学生不同的学习表现。这其中蕴含着不同的作用机制。技术在 PBL 中的典型作用, 一是帮助创建学习环境。例如, 模拟实验室、虚拟环境 (例如, Bessa, Santos, 2017; Sancho-Thomas, Fuentes-Fernández, Fernández-Manjón, 2009) 等, 学生因为获得了更多的操作机会从而提升了实践操作技能 (Brinson, 2015), 富含新兴技术的学习环境也可以提高学生的学习动机 (Dyrberg, Treusch, & Wiegand, 2017; Sancho et al, 2012), 提升学习的情绪, 学生也会因此获得更丰富的学习体验。二是帮助管理问题解决过程。例如, 学习管理系统等, 技术增强的学习环境使学习者更易获得关于整体学习的反馈, 掌控他们的学习过程 (van Joolingen, de Jong, Lazonder et al, 2005), 在这个过程中发展了学生计划、监控、反思等高阶思维能力。三是帮助提出和开发问题解决方案。例如, 建模工具、仿真模拟工具等, 这类工具一般作用于问题解决过程, 用来获得关于结果的反馈, 帮助提出解决方案, 学生在建模学习过程中还能够获得科学知识和科学思维的发展 (陈娟娟, 陈凯亮, 2022)。还有一类可视化工具、产品开发工具等, 则是直接用来开发解决方案的原型或产品, 这类技术工具可能会直接影响问题解决方案的设计与开发, 特别是当技术工具有选择性地影响问题解决过程时。

本研究中, 更为关注技术对 PBL 的第三种支持作用, 针对技术开发工具对 PBL 的影响开展质性分析, 探明其中的作用机制。

2.2. 协作关系与问题解决

关于协作学习的研究, 主要分为三类。一是协作与否, 调查协作学习和个人学习的学习者学习表现的差异 (Chen, Wang, Kirschner et al, 2018)。二是协作环境, 探究基于计算机的协作与传统的协作学习对学习者的影响 (Tarmizi, Wan, Yunus et al, 2012)。三是协作方式, 即从交互的角度去探索不同的协作模式和协作关系下的学习者学习表现 (Chiu, & Hsiao, 2010)。因为富有成效的社会交互或讨论是协作学习的核心 (Chen, 2022)。

而 PBL 通常是通过学习者间的协作来完成, 问题定义、解决方案制定、解决方案评估等都发生在社会协商过程中 (Downing, Kwong, Chan et al, 2009)。在 PBL 中, 存在着多种协作模式和协作关系。Chen 等 (2021) 的研究中提出了五种小组协作模式, 该分类可以代表大部分的小组协作关系。分别为, (1) 个人主导型。由一个学生主导小组讨论, 以个人观点为主, 其他人处于顺从地位 (Yamaguchi, 2001), 是一种不平等的参与模式。(2) 平行合作型。小组成员间互动有限, 几乎没有协作, 呈现孤立参与的状态, 缺乏有意义的交互。此类协作模式也被称为“沉默或被动型”, 被认为是运作不良的协作团体, 其话语质量与最终产品质量最差 (Chiu, Hsiao, 2010)。(3) 良好运作型。小组成员平等参与、彼此交互。也被称为“关注知识型”, 因为他们进行了大量关于任务的有意义的讨论, 较少讨论团队协作与无关社交, 这类小组的产品得分也最高 (Chiu et al, 2010)。(4) 懈怠型。部分成员会逐渐推出参与, 并由其它成员做所有工作, 集体性努力弱。(5) 罢工型或脱离任务型 (Chiu et al, 2010)。小组成员间常进行无关任务的对话, 经常脱离任务, 偏离主题。

本研究也将从协作关系的角度去理解学生的不同问题解决表现。

综上所述, 本研究旨在探究包括技术开发工具在内的多重要素对协作问题解决的作用机制, 研究问题分为两个:

- 不同的技术开发工具如何影响学生的问题解决表现?
- 不同的问题解决表现, 对应着什么协作关系?

3. 研究方法

质性研究便于深入理解和解释某一教育现象。因此，本研究利用访谈法，基于 10 位学生关于课程学习的自述，质性分析访谈文本和学生个人反思总结文本，试图解释“如何”和“为什么”这两方面的问题 (Yildirim, 1999)，来探明技术开发工具是如何影响学生的问题解决表现的？有哪些因素在作用？如何从协作关系的视角来理解？

3.1. 参与者与课程背景

参与者来自中国大陆一所高校，涉及了 10 名学生，年龄从 21 岁至 28 岁不等。他们的先前学习背景涉及了多个学科，已接受了大约半年的教育与技术应用方面的教育。

课程形式为以在线学习为主的混合式课程，为期 8 周，课程安排详见表 1。课程要求学生以小组为单位，针对博物馆参观中可能存在的问题，协作设计并生成相对应的问题解决方案，解决方案的形式以产品原型为主。

表 1 课程安排

时间	学习任务
1 周	理论讲授
2-3 周	定义问题
4 周	提出问题解决方案
5-7 周	技术培训 (Axure) 设计和可视化解决方案
8 周	汇报、评估解决方案

3.2. 小组情况

学生自发组成了 3 个小组，每组人数 3-4 人不等。具体情况见表 2：

表 2 分组概况

小组	成员姓名	性别	先前学科背景
组 1	Fang	女	教育技术
	Liu	女	教育技术
	Chen	女	非教育类
	Hong	女	非教育类
组 2	Guo	女	软件工程
	Wu	女	科学教育
	Wang	女	非教育类
组 3	Xu	男	基础学科类
	Xiang	女	非教育类
	He	女	科学教育

3.3. 技术开发工具

组 1: Axure 原型工具, Jigspace 增强现实技术工具, Pokemon 游戏产品 (示例)

组 2: Axure 原型工具

组 3: Axure 原型工具, Unity 3D 工具

4. 研究结果

4.1. 学生问题解决表现：解决方案

表 3 解决方案评价结果

评价维度	组 1	组 2	组 3
信息技术融合可行性 (10 分)	8.33	8.14	6.57
问题针对性 (10 分)	8.50	8.29	7.57
操作易用性 (10 分)	8.50	8.29	7.29

新颖性 (10分)	8.50	7.14	8.86
总分 (40分)	33.83	31.86	30.29

4.2. 针对问题1——技术开发工具与学生问题解决表现

组1、组2、组3的解决方案的结果存在一定差异。从技术开发工具来看，组1与组3都是用了相对新兴的技术开发工具或技术概念，分别是AR工具Jigspace和元宇宙概念；组2使用了较为常规的原型开发工具Axure。无论是都采用了新兴技术和概念的组1和组3，还是采用了常规工具的组2，三者彼此之间的解决方案结果均存在着差异。技术开发工具是如何影响三个小组的问题解决方案的设计？

经分析发现，技术开发工具对学生问题解决方案的影响是通过解决学生在设计与开发解决方案过程中的主要困难来发挥作用的。被学生普遍反映的主要困难为：“想法-产品”的落实，即如何将最初丰富的想法利用可视化工具和技术开发工具表示出来。在技术开发工具解决这一主要困难的过程中，主要有两项中介因素在其中调解，一是学生感知到的技术困难，二是技术的适切性。

4.2.1 感知的技术困难

针对“落实和转化想法”的这一困难，三个小组实际上做出了不同的反应，包括调整最初想法、调整工具选择等系列措施和策略。其中关键的是，小组针对感知到的潜在技术困难采取了何种措施和策略。

组1拟整合虚拟现实(Virtual Reality, VR)、增强现实(Augmented Reality, AR)技术开发解决方案，她们感知到了VR、AR相关软件不易于使用，对此她们采取了一系列积极的措施，包括调整工具选择、参照示例等(见摘录)。首先，组1认为需要“花一点心思去找相关软件来展示方案”，倾向寻找“更方便制作的、好上手的”AR工具(见摘录2)。因此，Liu寻求了具有VR研究经验的同学的帮助，在其帮助下找到了一款能便捷开发AR技术的工具Jigspace(见摘录3)。此外，Liu与Fang由于先前的技术经验，还找到一款与她们小组拟要开发的方案效果相似的产品“宝可梦(Pokemon)”作为示例和样板，它是一款采用了VR技术和AR技术的游戏产品(摘录4)。

组2在工具选择上也经历了一定过程。组2最初曾有意愿使用3D MAX工具，但考虑到自身的技术能力，感知到了会存在一定得技术困难(见摘录5)，因此最后选择了较为保守的方案，即使用课程提供的工具Axure来开发产品原型。因为它更好操作，也有更多技术支持，即便在创新性上有限(见摘录6)。这是组2针对该问题做出的措施，她们虽考虑了其它能更好呈现想法的工具，但是没有做出进一步的学习、寻找替代方案的举动，所以组2得解决方案“新颖性”上的最为不足。

然而，组3对技术困难的感知是有限的(见摘录7)，后续过程虽然感知到了技术的困难性，但没有做出积极地调整与举措。组3的最初想法包括“博物馆珍品合集、元宇宙交互式参观”两个方面，并分别选择了Axure工具与Unity 3D工具来可视化方案。在过程中，组内成员普遍认识到利用Unity 3D在课程时间内呈现交互式的元宇宙参观是困难的，但是没有积极寻找更为合适的开发工具(见摘录8)，仍然选用了Unity 3D进行开发；也没有调整最初想法，而是放弃了部分想法(见摘录9)，最终没能达到成员预期的呈现效果。这一定程度上也是受到了学习环境的改变和成员学习情绪的影响(见摘录10)。

表4 摘录 1-10

摘录 1	Liu: “因为我们一开始就想做虚拟现实，但如何给同学们进行展示还是想了很长时间。该用什么软件？特别是有些成员之前没接触，要考虑怎么做。”
摘录 2	Liu: “因为课上时间有限，可能就要花一点心思去找一下相关软件，看有没有更方便制作的。”
摘录 3	Liu: “最后我找了一位做虚拟现实的同学，让他帮忙推荐了几个比较好上手的

	软件，就找到了一个比较合适的，就是 Jigspace。它还挺好上手的，操作起来也挺方便的。”
摘录 4	Liu: “我们就想应该是可以做这样一个东西，又想到了 Pokemon，觉得比较好玩，就依据 Jigspace 里的原型开始了我们的设计。”
摘录 5	Wu: “我们之前也考虑过能不能用一些别的软件来做，但是好像不行，因为要重新去学习一个更复杂的软件。”
摘录 6	Fang: “xxx 她们组（组 2）花的心思很多，只不过他们做的有点平。”
摘录 7	Xiang: “选择元宇宙，感觉有一些不太好实现，但是觉得设计思路还有我们想要呈现的方案是可以写得出来的，所以最后定了元宇宙的主题。”
摘录 8	Xiang: “方案挺好的，但是我们没有挖的很细致，比如我们要用什么样的设备、设备的易得性。”
摘录 9	Xiang: “开始想在元宇宙平台里加入一些游戏互动，接入一些 AR、VR 的设备，但最后没有设计游戏，也没有深挖与 VR、AR 的整合。”
摘录 10	Xiang: “变成线上之后，（讨论）氛围没那么足了，就有点单枪匹马自己做的感觉了。” Xiang: “感觉开始几次讨论大家还挺有积极性的，后面讨论就没有激情了，一些开始很好的想法也没有实现。”

4.2.2 技术的适切性

在“想法-产品”的落实环节中，上述提到一些小组很容易放弃最初的部分想法，不会呈现在最终的解决方案中。例如组 3，提出了“元宇宙交互式参观”的想法，但最终放弃了最初完整、丰富的想法（见摘录 11）。放弃想法的主要原因在于学生难以依靠现有技术能力、采用已选择的工具来完整的实现想法。究其根本，是技术开发工具的适切性，是否在学生的技术能力范围之内，是否适合实现提出的想法，能否简易、便捷地开发方案的原型甚至产品。但不同小组的设计导向存在差异，这导致了小组对于技术适切性的考量也存在差异，进而影响了问题解决方案的结果。

组 3 以“新颖性”为设计导向，“想做一个比较新的东西（见摘录 12）”。但 Unity 3D 工具在实现“元宇宙交互式参观”想法上的适切性一般（摘录 13），成员目前的技术能力也难以完整呈现最初想法（摘录 14），因此工具的可用性大打折扣。

组 2 则以“完整性”为设计导向，“想尽量多的实现最初想法（见摘录 15）”。基于 Axure 工具，组 2 是有可能更多的实现预设想法的。一方面，组 2 具备一定技术经验，成员本科是软件工程和科学教育等；另一方面，课程针对 Axure 开展了培训，网络中针对 Axure 的教程资源也较多。因此，对于组 2 来说，Axure 工具的可用性更高。

组 3 的技术概念和想法更为新颖，但由于工具适切性和技术能力的原因，问题解决方案并未能完整呈现；而组 2 基于适切的常规工具，开发出了相对完整和实用的解决方案，取得了较好的结果。因此，技术开发工具的选择除了新颖性方面的考量，更多的需要关注工具的适切性和可用性。

表 5 摘录 11-15

摘录 11	Xu: “我与 He 都觉得（最初的）想法很好，但是要做出难度有点大，最后只能妥协了。”
摘录 12	Xiang: “第二个（元宇宙）技术要怎么样去实现它，不太好做。我们还是挺想做一个比较新一点的东西，可能最后没有做得很好。”
摘录 13	Xiang: “当初提的方案挺好的，但是是一些问题没有考虑的很清楚，比如我们要用什么设备，设备的易得性等。”
摘录 14	Xu: “自身能力有限，主要是技术方面的一个困难。” Xiang: “没有一个很好的技术，感觉技术不太行。”
摘录 15	Guo: “后面发现最初想法实现起来有点困难，所以有逐渐简化预期设

计，但很多仍然是依据最初想法来的。”

Wu：“希望能够把能做出来的东西尽量做出来，尽量去实现它（最初的一些想法）。”

4.4.3 其他因素

除上述两个主要因素外，还有一些其它因素在作用。例如先前经验，它在问题解决过程中始终发挥了一定间接作用，它会通过影响学生对技术困难性和适切性的感知，进而影响学生的技术选择和开发措施；也会通过影响学生的技术接受度进而影响组内分工等等。

4.3. 针对问题2——学生问题解决表现与协作关系

组1与组3的问题解决方案结果差异较大，分别为得分最高和得分最低。除了技术开发工具的作用之外，是否还与其它因素有关？本研究又试图从协作关系的视角去理解学生的问题解决表现。

观察小组的学习过程发现，组1与组3的协作模式存在着明显差异。组1是典型的“良好运作型”协作模式，这主要表现在两个方面，一是交互频率，组1在课程的整个周期内均保持了较高频率的讨论和交互状态，组内四位成员均积极地参与了讨论；二是话语内容，组1的讨论话语内容是紧紧围绕学习任务的，几乎很少有偏离任务的对话。而组3则是较为典型的“平行合作型”，小组成员间的交互性协作较少，特别是在落实和可视化解决方案过程中，组内有时会呈现出一直沉默的状态，各自相对独立的完成被分工的任务，成员仿佛在扮演“孤独的玩家”（Chen, 2021）。

在相同的PBL环境下，又是什么因素导致了组1和组3不同的协作关系？这些因素又如何作用于小组的问题解决方案的表现？

4.3.1 关于协作的认识

组1与组3有各自的沟通策略。组1中各成员均倾向高频的讨论与交互，她们还会自发组织线下或线上的讨论。组3中，组内成员对沟通持不同看法，对组内的协作状态也有不同感知。成员Xu认为“并不需要那么多的沟通，讨论也没必要花那么多的时间”，“聚焦一个时间段，把该说的说完”，“后面可以直接动手做了”。但是成员Xiang认为，“组内的沟通较少，想法没有沟通清楚”，导致“在整合各自工作时会发现做的不是特别的好，有时又需要重新修改，会有点麻烦”。由于组3内部关于沟通没有做进一步的协商和调整，所以逐渐形成了“平行合作型”的协作关系，大家在独立工作的同时很少深思解决方案潜在的问题，并协商解决方案的调整措施。

4.3.2 分工方式

基于不同的协作认识，两个小组的分工方式也有所不同。因此，组3内部的分工存在一定割裂性，Xu主要负责Axure部分的制作，Xiang主要负责元宇宙部分的制作，另一位成员He负责搜集资料，这也加剧了“平行合作型”的协作关系。

4.3.3 学习情绪

经观察发现，组1与组3在成员学习情绪和共同体氛围上也存在差异。组3成员Xiang曾提到，“变成线上之后，好像氛围没那么足了，有点单枪匹马自己做的感觉”，而且“感觉前几次讨论大家还挺有积极性的，后面的讨论可能就没有激情了”。可以看出，学习环境由线下转变为线上，组3成员的学习情绪一定程度上受到了影响，也难以有热情去调整组内的协作关系，进而对解决方案进行更充分的讨论和思考

因此，在不同的协作关系下，由于分工方式和学习情绪的差异，小组对于解决方案潜在的问题、技术上的困难与适切性、设计想法的调整、技术工具的选择等讨论程度和思考

程度不同，因而做出的反应和举措也会不同，如此导致了不同的问题解决表现。

5.总结

本研究基于学生访谈文本，采用质性分析，开展了两方面的研究：（1）技术开发工具如何影响小组的问题解决方案结果，以及有哪些中介要素在作用。（2）不同解决方案结果对应的协作关系如何，又有哪些因素在其中介导。分析发现，（1）技术开发工具对学生问题解决方案的影响是通过解决学生在设计与开发解决方案过程中的主要困难来发挥作用的。其中有两项中介因素在作用，一是学生感知的技术困难及相应措施，二是小组设计导向与对技术適切性的考量。（2）解决方案结果差异最大的两组在协作关系上分别为“良好运作型”与“平行合作型”，协作认识、分工方式、学习情绪等要素共同作用了协作关系的形成，它们通过影响小组的讨论协商和深度思考来影响问题解决表现。

在关于“探索 PBL 协作问题解决过程”这一问题中，本研究仅迈出了非常有限的一步。在未来研究中，将基于更多方面的结果数据、采用混合研究方法，来进一步探明包括技术在内的更多要素对协作问题解决学习的作用机制。

参考文献

- 陈娟娟,陈凯亮. (2022). 计算机支持的科学建模学习：多学段科学教育中科学和计算思维协同发展路径. *远程教育杂志*, 40(06):22-33.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349–377.
- Bessa, B. , & Santos, S. . (2017). A Virtual Environment for Problem-Based Learning in Software Engineering Education. *International Conference on Software Engineering*.
- Cetin. Y., Mirasyedloglu. S., & Cakiroglu. E. (2019). An Inquiry into the Underlying Reasons for the Impact of Technology Enhanced Problem-Based Learning Activities on Students' Attitudes and Achievement. *Eurasian Journal of Educational Research*, (79), 191-208.
- Chen.J.. *Cognitive Mapping for Problem-Based and Inquiry Learning Theory, Research, and Assessment*. (2022). Routledge: New York.
- Chen, Y., Hmelo-Silver, C. E., Lajoie, S. P., Zheng, J., Huang, L., & Bodnar, S. (2021). Using Teacher Dashboards to Access Group Collaboration in Problem-based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 15(2). Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85128604609&doi=10.14434%2fijpbl.v15i2.28792&partnerID=40&md5=2d4c7b3746e936e380ea795343a48087>.
- Chen, J., Wang, M., Kirschner, P. A., & Tsai, C. C. (2018). The role of collaboration, computer use, learning environments, and supporting strategies in CSCL: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 88(6), 799–843.
- Chiu, C. H. , & Hsiao, H. F. . (2010). Group differences in computer supported collaborative learning: evidence from patterns of taiwanese students' online communication. *Computers & Education*, 54(2), 427-435.
- Downing, K., Kwong, T., Chan, S. W., Lam, T. F., & Downing, W. K. (2009). Problem-based learning and the development of metacognition. *Higher Education*, 57(5), 609–621. <https://doi.org/10.1007/s10734-008-9165-x>.
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2017). Virtual laboratories in science education:

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358–374.
- Metcalf, S., Chen, J., Kamarainen, A., Frumin, K., Vickrey, T., Grotzer, T. A., & Dede, C. (2014). Shifts in student motivation during usage of a multi-user virtual environment for ecosystem science. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 5(4), 1–15.
- Sancho, P., Torrente, J., & Fernández-Manjón, B. (2012). Mare Monstrum: A contribution to empirical research about how the use of MUVes may improve students' motivation. *Journal of Universal Computer Science*, 18(18), 2576–2598.
- Tarmizi, R. A., Wan, Z., Yunus, A., & Bayat, S. (2012). Computer supported collaborative learning in problem-based learning of statistics. *International Conference on Multimedia Computing & Systems*. IEEE.
- van Joolingen, W. R., de Jong, T., Lazonder, A. W., Savelsbergh, E. R., & Manlove, S. (2005). Co-lab: Research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in Human Behavior*, 21(4), 671–688.
- Yamaguchi, R. (2001). Children's learning groups: A study of emergent leadership, dominance, and group effectiveness. *Small Group Research*, 32(6), 671–697.
- Yang, Y. T. C. (2012). Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. *Computers and Education*, 59(2), 365–377.
- Yildirim, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi (Basic features of qualitative research methods and place and importance in education research). *Education and Science*, 23(112), 7-17.

連桿仿生機器人之創意設計與實作成果評估

Evaluating Creative Design and Result of Linkage Bionic Robots

陳宣文, 施如齡, 曾家俊
國立中央大學網路學習科技研究所
seanchen54017@gmail.com

【摘要】近年來科技迅速發展，為了讓學生更有效地吸收知識，並對這些知識有更多的好奇心，本研究提出了一種專題式學習的教學方法，進行四連桿仿生機器人的教學。四連桿仿生機器人需要機械思維，強調平衡、協調運動、速度。通過試錯，學生使用3D列印技術製作的可調節骨架，可以對連桿的各種比例進行效果測試。本文介紹了針對中學生的仿生機器人教學設計，以及學生實作的成果評估。結果顯示大部分學生能理解並善用連桿機構，組裝出一台屬於他們設計的連桿仿生機器人，且能善用給予的零件組裝出各式各樣的連桿仿生機器人。同時有一半的學生願意發揮自己的創意，研發出一款屬於自己的連桿仿生機器人，而另一半的學生則是根據老師給予的範例進行改良。連桿仿生機器人實作活動提高了學生對該主題的興趣，讓學生在學習的過程中保持積極的態度。

【關鍵字】 專題式學習、連桿機構、仿生機器人

Abstract: In order to enhance students' absorption of knowledge and curiosity, this study proposes a project-based approach to teaching the four-bar linkage bionic robot by focusing on the knowledge of linkage mechanism, which is necessary for the robot's operation. This robot requires mechanical thinking and emphasizes balance, coordinated movement, and speed. Using an adjustable skeleton made by 3D printing technology, students can test the effect of various ratios of the linkage through trial and error. This study presents the instructional design of bionic robot for junior high school students and evaluates the students' practical work. The results show that most students were able to understand and effectively utilize the linkage mechanism to assemble their own linkage bionic robot and create a variety of linkage bionic robots using the provided components. Half of the students were willing to demonstrate their creativity by developing their own robots, while the other half were able to make improvements to the examples given by the teacher. The hands-on activity with the linkage bionic robot not only increased the students' interest in the subject but also fostered a positive learning attitude.

Keywords: Project-Based Learning, Linkage Mechanism, Bionic Robots

介紹

STEM教育已經成為世界各地許多中學的正規教育，尤其是在台灣。在現今充滿電子產品的世界中，學生需要學習機械、電子和技術的基本原理，以加強運算思維能力，例如解決問題和邏輯分析 (Selby & Woollard, 2013)。本研究的主要目的是為台灣中學生的生命科學和技術課程設計一個四足仿生機器人教學，並使用樂高作為腿部部件，以便於學生學習。樂高的可變性高，可以開發出創造性十足的四足機器人。儘管樂高仿生機器人已經存在，但需要樂高馬達和樂高EV3控制器來撰寫程式，成本也較為高昂。

本研究提出了一種以連桿機構原理為基礎的仿生機器人教學設計，使機器人可以用簡單的直流馬達驅動。該仿生機器人包括直流馬達、使用樂高部件的腿和連接前兩者的骨架。

學生在組裝仿生機器人的過程中了解連桿的運作原理以及連桿機構的可能性。透過實作來加深對連桿機構的理解，過程中不僅要考慮連桿的比例問題，也要掌握可用的零件數量，最後研究出一個能通過障礙物的簡易連桿仿生機器人，透過實作讓學生培養解決問題和運算思維的能力，為學生未來面對的問題做好準備。因此，本研究主要探討學生製作簡易連桿仿生機器人之成果。

文獻回顧與探討

教學設計有很多類型，其中專題式學習是一種有效幫助學習者從創建項目的過程中學習的設計 (Guo et al., 2020)。專題式學習方法集中於意義的建構和解釋，(1) 知識是建構的；(2) 必須先有先前知識的教學；(3) 整體是由部分慢慢建構的；(4) 需要努力參與有目的的活動來建立有用的知識結構 (Gómez-del Río & Rodríguez, 2022)。

仿生機器人是一種在生物形態和機械結構方面模仿生物的機器人技術。仿生機器人種類繁多。製造仿生機器人的成本普遍較高，使用連桿機構可以減少馬達的數量，從而降低成本。其中四足仿生機器人是比較常見的仿生機器人。現有的幾種連桿機器人腿部設計，如 Jansen 的 12 聯動機構 (Patnaik & Umanand, 2016)，對於沒有基礎的學生來說有一定難度。因此，本研究專注於四連桿仿生機器人的開發，讓學生學習連桿機構及其相關創作。

本研究設計出一款結合簡單直流馬達與樂高的結構，根據專題式學習的要點來規劃活動內容，在讓學生跟著老師動手做一些範例，讓學生可以專注於研究連桿機構的可能性與多樣性。透過動手組裝的過程來讓學生對連桿仿生機器人印象深刻，並且能在研究仿生機器人的同時了解連桿機構，最後讓學生發揮創意自行創作。

活動設計

本研究參考 Chen, Shih, & Chen (2022) 所開發之 Quadruped Biorobotic，以簡易連桿仿生機器人作為教材，設計一個讓學生實作的同時能學習連桿知識的課程。該課程的主題、內容和目標以 Chen & Shih (2022) 提出的課程活動為基底，並做出一些改變，讓學生在學習連桿知識後能實作應用並產出一個成品，如表 3。

表 3 活動主題、內容、目標及用時

主題	內容	目標	用時
前測	題目為連桿機構及機器人知識	檢視學生的先備知識	5 分鐘
基礎課程	機器人：有腿的機器人、有輪子的機器人、機械臂、無人機、仿生獸、仿生機器人。	知道什麼是機器人，能夠識別機器人的類型。	15 分鐘
	基本連桿機構：基本術語、功能、舉例。	學習連桿機構的基本知識，了解其應用。	
仿生機器人組裝	M 形仿生機器人組裝：雙搖桿機構，舉例，組裝方法。	學習連桿機構中 M 形的組裝方法及其在連桿機構中的分類。	60 分鐘
	交叉形仿生機器人組裝：曲柄搖桿機構，舉例，組裝方法。	學習交叉形的組裝方法及其在連桿機構中的分類。	
實作練習 & 障礙賽	改良原來的 M 形或交叉形，甚至研發自己的仿生機器人，並嘗試在最短的時間內通過障礙賽道。	每個學生都能在短時間內組裝出自己的連桿仿生機器人。	150 分鐘
後測與反思	題目為連桿機構及機器人知識	檢視學生學習成果	10 分鐘

首先會測試學生對連桿機構和仿生機器人的先備知識後，教師向學生介紹了機器人的種類和連桿機構的基本知識。接著帶領學生組裝了基本的 M 形仿生機器人和交叉形仿生機器人。有了基本的組裝技能後，學生將有 150 分鐘的時間來研究、組裝和改進屬於他們自己的仿生機器人。最後，學生們把他們的仿生機器人放在障礙賽道上，比拼速度如圖 1。

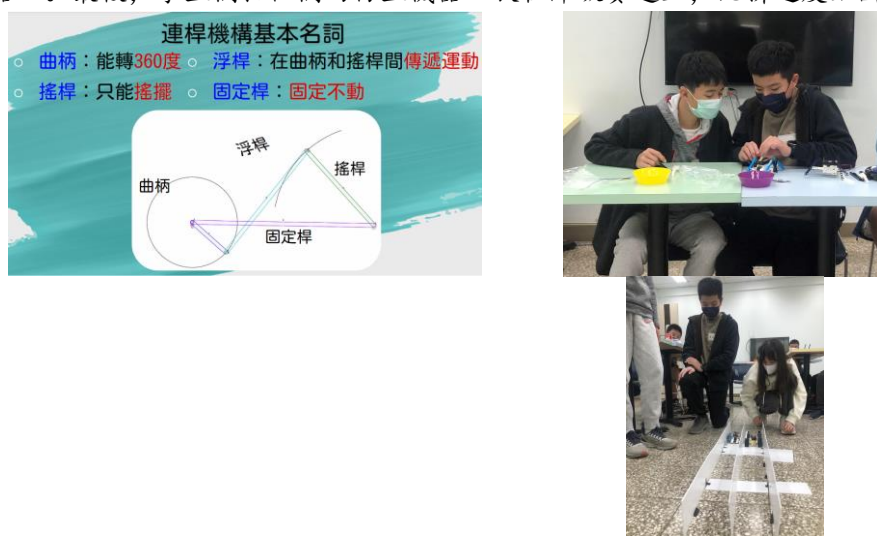


圖 1 活動介紹

研究方法

本研究以舉辦為期一天的課程活動形式進行，共有 32 名 12 至 14 歲的國中生參加，其中男性 23 人，女性 9 人。學生分為上午下午共兩組，上午的課程有 15 名學生，下午的課程有 17 名學生，兩組的課程與活動內容均相同。為了分析學生是否了解並能靈活運用連桿機構，本研究透過紀錄表與照片將學生的成品分為三個面向去分析並對學生的作品給予評分，包括連桿機構、資源利用率、創意和獨特性（表 2）。

研究結果

在學習連桿機構後，大部分學生都有使用連桿機構進行生機器人的組裝，其中有 3 位學生並未使用到連桿機構，但還是有組裝出完整的機器人。3 位未使用連桿機構的學生中其中一位將腿部直接裝置馬達上讓其旋轉，運用重心擺動讓其前進；另一位學生將腿部做成一字型如同船的馬達一般單獨旋轉前進；最後一位則是自創失敗，三位都沒有達到使用連桿機構組裝的標準，研究者認為是學生將單獨旋轉的機構誤認為連桿機構中的曲柄，連桿機構中一個繞固定軸做 360 度旋轉的桿子。其餘的 29 位學生都能將學到的連桿知識應用於自己的組裝中（表 4）。

表 4 評分標準與結果

面向	總分	占分比	評分標準	達成人數	平均
連桿機構	40 分	40 分	使用連桿機構	29	36.25
		0 分	未使用連桿機構	3	
資源利用率	30 分	30 分	使用少於範例的零件數量	4	18.13
		20 分	使用與範例相同的零件數量	18	
		10 分	使用多於範例的零件數量	10	
		0 分	使用他人零件	0	
	30 分	30 分	自創	15	24.06

創意和獨特性	20分	改良範例	16
	10分	組裝原本範例	0
	0分	未完成組裝	1
總平均			78.44

分析的其中一個項目是希望能用較少的零件來達成相同的效果，從資源利用率可以看到大多數的學生都能有效的利用給予的零件來組裝（4+18人），然而其中有10位學生用了多於範例的零件組裝，也就表示他們對於結構與資源應用的理解較低。在創意和獨特性方面，有一半的學生選擇改良並精進老師所教的範例，而另一半的學生在學習如何組裝基本的仿生機器人後，選擇自行研發一款連桿仿生機器人。自行研發連桿仿生機器人的學生有的將M形去掉一根桿子，變成不同運動模式的新型仿生機器人；有的加上更多桿子使機器人的運動度更大；有的則是將原有的範例上下顛倒組裝成新的形態；甚至有學生將M的骨架裝置交叉形形上作為連桿使用，學生們能在短短的150分鐘內發揮創意的同時也有用到連桿機構去組裝，表示學生能理解連桿機構的內容並實際應用在自己的創作上。將所有學生得到的分數平均下來也有78.44的高分，如此可見學生在連桿機器人的理解上表現不錯（圖2）。

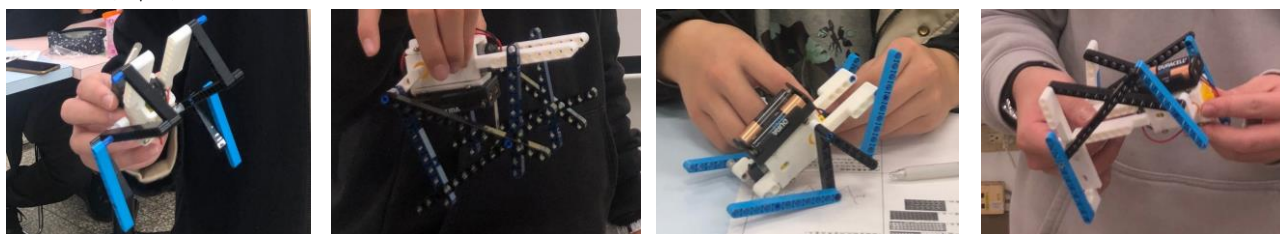


圖2 學生組裝連桿仿生機器人之成品

結論

本研究以專題式學習的方式教導學生連桿機構的知識，並透過實作的過程讓學生更加理解連桿機構的原理以及它的可能性，最後結果也顯示大部分學生都能使用連桿機構來完成機器人的組裝，並且有一半的學生願意花時間去研發一款新的連桿仿生機器人，也從學生實作的連桿仿生機器人看出學生能靈活應用所學的連桿機構。專題式學習的教育模式有著非常大的發展潛力，仿生機器人用於教育上也能產生跨領域的教育，關於這方面的研究未來可期。

致謝

本研究承蒙國科會 MOST 108-2511-H-008-016-MY4 專題研究計劃經費補助，謹此致謝。

參考文獻

- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Gómez-del Río, T., & Rodríguez, J. (2022). Design and assessment of a project-based learning in a laboratory for integrating knowledge and improving engineering design skills. *Education for Chemical Engineers*.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Patnaik, L., & Umanand, L. (2016). Kinematics and dynamics of Jansen leg mechanism: A bond graph approach. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 60, 160-169.
<https://doi.org/10.1016/j.simpat.2015.10.003>
- Chen, S. W., & Ju-Ling, SHIH. (2022, June). A STEM-based Learning Activity Instructional Design of Quadraped Bionic Robots. In CTE-STEM 2022 conference.
<https://doi.org/10.34641/ctestem.2022.461>
- Chen, S. W., & Ju-Ling, SHIH, & Chen, Y. M. (2022). Four-bar Linkage Quadraped Biorobotic Instructions: Gamified Design and Development. The 30th International Conference on Computers in Education.

執行功能訓練系統：情境化數位遊戲「寵物訓練師」

Executive Function Training System: Situational Digital Games “Pets Trainer”

何彥蓉^{1*}、陳志洪²

¹ 國立臺灣師範大學資訊教育研究所

*61108006c@gapps.ntnu.edu.tw

【摘要】執行功能基本能力可以透過訓練來提升，像是反覆練習、漸進式挑戰以及根據認知理論設計的訓練，然而這些訓練多改自相關測驗，使用過程需要不斷回答重複性高的題目，也缺乏趣味性。因此製作了情境化數位遊戲，通過使用多種感官方式，例如背景畫面與答題音效，提供即時回饋來區別傳統執行功能訓練，並且加入語音辨識功能模擬現實生活的說話方式，可以對不同的寵物下達動作指令。使用者需要挑戰逐漸增加難度的關卡，整個訓練過程變得更好玩，也能夠保持學習者的動機，為了達到目標及獲得成就感，會不斷嘗試遊戲，更願意投入其中。

【關鍵字】執行功能訓練；數位遊戲式學習；動機；遊戲元素

Abstract: Basic executive function skills can be improved through training, such as repetitive exercises, progressive challenges, and training based on cognitive theories, but these trainings are mostly adapted from relevant tests, which require repeated answers to highly repetitive questions and lack fun. Therefore, a contextualized digital game was created to differentiate traditional executive function training by using multiple sensory modalities, such as background images and question-answering sound effects, to provide real-time feedback, and by adding voice recognition to simulate real-life speech and to give action commands to different pets. Users are challenged with progressively more difficult levels, making the whole training process more fun and keeping the learner motivated to try the game in order to achieve their goals and gain a sense of accomplishment.

Keywords: executive function training, digital game-based learning, motivation, game elements

1. 前言

執行功能是指管理一個人的認知過程與情緒調節技能，人們能夠有效地自我監控與採取行動，並且彈性調整、校正認知行為，因應不同的難題成功完成目標(Cicerone et al., 2006)。在接受新的訊息進入大腦後，需要處理這些複雜的資訊，就會運用各種執行功能能力，例如自我控制、理性思考、組織規劃等，進一步解決問題或挑戰。

在過往的研究中已證實執行功能可以透過訓練提升(Diamond, 2013)，然而一般的訓練方式多使用簡單的顏色、文字、圖型，在反覆練習且單一的動作下，會讓使用者感到無聊疲乏，影響繼續使用的意願，也較難連結個人知識和技能。

動機是影響學生學習成功和成就以及學習意願的主要因素。娛樂性的遊戲已被證明能夠通過具有激勵性質的功能或元素來維持學習者的參與，例如積分、排行榜、徽章和獎杯等，以及學習者喜歡的遊戲機制和活動 (Rotgans & Schmidt, 2011)，可以有效引起學習者的興趣，在完成遊戲時獲得滿足感。

然而以數位遊戲的設計方式提升執行功能的文獻或研究上仍有不足，因此製作了一款情境化數位遊戲，訓練抑制與轉換能力，在遊戲中有背景與情境，能夠讓人覺得貼近生活，引起學生的注意力，也加入了生命值、得分、時間限制、不同難度的關卡等元素，透過遊戲方式來進行執行功能訓練，並且進一步探討是否可以增加成效與引起動機。訓練方式選用語音辨識系統，使用者需要對著電腦說出動作，模擬對著寵物說話，更加貼近生活情境，進一步維持遊玩遊戲的動機，也能夠訓練執行功能能力。根據上述制定了研究問題：

1. 情境化數位遊戲對學生的學習動機影響？
2. 遊戲中的哪些功能可以引起學生的興趣？

2. 文獻探討

2.1. 執行功能

執行功能(EF)是一組認知過程，用於努力、控制、目標導向的思維行為 (Banich, 2009)。在認知層面有三個基礎認知能力，更新、抑制、轉換 (Miyake et al., 2000)。

更新是對工作記憶中，心智表徵的更新與監控，以新的、相關的訊息取代舊的、無關的訊息，近似於工作記憶的定義；抑制指一個人在必要時故意抑制主導、自動或優勢反應的能力，壓抑不相關的資訊或適影響行為干擾；轉換在多個任務、操作或心理狀態之間來回切換 (Monsell, 1996)。能幫助我們適應變化，需要跳脫原本的想法與框架，用不同角度或新的方式來思考問題。

2.2. 數位遊戲式學習

數位遊戲式學習(DGBL)是指出於教育目的開發和使用電腦進行遊戲。DGBL讓學生在面對遊戲帶來的挑戰時，能夠參與解決問題或獲取知識。通過將教學目標和材料加入到數字遊戲中，由於遊戲具有挑戰性和樂趣性，學生的學習動機將得到增強 (Hwang et al. 2012)，並提高學生的學習效率 (Liu & Chu, 2010)。人們可以通過遊戲來獲得新的知識和技能。

Homer (2019) 提出數位遊戲能有效支持執行功能發展，其訓練效果包括可保持玩家參與和動機能力、適應玩家當前挑戰水平能力及促進分散練習能力。遊戲中提供的故事與情境可以維持學生的學習興趣，將 DGBL 應用於執行功能訓練上，提供了情境與挑戰等元素，讓學生願意繼續使用此教材進行訓練。

3. 研究方法

3.1. 研究設計

本研究的參與者是 45 名大學生，使用 30 分鐘「寵物訓練師」和 10 分鐘動機問卷與感受訪談。動機問卷採用 5 點李克特量表(1=非常不同意、2=不同意、3=普通、4=同意、5=非常同意)。填寫後進行開放式問題訪談，探討遊戲的哪些功能會影響學生動機體驗，最後與問卷結果交叉驗證，並且針對回饋內容調整遊戲設計。

3.2. 研究工具

本問卷目的為了解參與者在進行遊戲時，是否能有效引起對遊戲的動機，透過結果探討訓練過程的感受與體驗。以 Keller(1987)的 ARCS 動機模型改編，分為注意力、相關性、信心、滿意度四個部分，每部分 9 題，共 36 題。將反向題轉換計分，評分分數越高表示越同意，結果顯示注意力與信心平均分數較高，對照訪談內容探討原因。

3.3. 系統設計

我們製作了一款執行功能訓練遊戲「寵物訓練師」，畫面上會出現與寵物貓狗相關的四個動作與圖片，分別為坐下、握手、撿球、安靜，學習者使用語音辨識功能說出正確的動作指令，模擬生活中對著寵物說話。每個關卡會出現不同規則，進入下一關難度會逐漸增加，需運用到執行功能之轉換與抑制能力。遊戲畫面(圖 1)加入了各種遊戲元素：關卡、

生命值、時間倒數、分數計算、音效等，在遊玩過程中給予回饋與挑戰，介面則是設計為溫馨的居家畫面，讓學習者可以更沉浸在遊戲裡。



圖 1 寵物訓練師遊戲畫面

階段	執行功能能力	設計理念與規則
一	記憶規則	了解基本規則，熟悉整個遊戲的操作，以及記住圖片對照的文字。觀看畫面上的文字與圖片，對著電腦說出對應的動作指令。
二	抑制	隨機出現不同的圖片加文字，學習者需要抑制圖片干擾，只看畫面上的「文字」。
三	抑制	隨機出現不同的圖片加文字，規則改成要抑制文字干擾，只看畫面上的「圖片」。
四	抑制、轉換	加入新的寵物貓咪，兩種寵物會隨機出現，依照寵物轉換兩種規則。 寵物是狗：只看畫面上的「圖片」，對著電腦說出動作指令。 寵物是貓：只看畫面上的「文字」，對著電腦說出動作指令。
五	抑制、轉換	加入新的背景夜晚，背景變暗，規則改成跟上一階段相反。
六	抑制、轉換	畫面的背景會隨機出現白天或夜晚，寵物會隨機出現狗或貓，若白天依照第四階段規則，夜晚規則相反。

表 1 寵物訓練師遊戲規則

4. 研究結果

注意力問題的平均值為 3.95，分數較高，主要引起興趣的元素有寵物主題、語音辨識、畫面美術三種面向，多數學生認為遊戲加入這些設計很有趣、新鮮、親切。

- 我覺得(畫面)很溫和像是溫馨的家庭、適合寵物居住，所以配色都很不錯。
- 還滿有趣的，很新鮮，語音辨識的部分，一般的沒有通常是用按鈕。
- 蠻好玩的，設計的題目蠻好玩的，狗狗跟貓貓也蠻可愛的。

相關性問題的平均值為 3.6，分數較低，訪談中得知學習者多數在一開始以及轉換階段時不太清楚規則，而有些人表示對於圖片跟動作的連結不夠，較難記憶。

- 一開始第一局不太懂規則只是照著字念、沒有看動作跟指令的連結，後面就有清楚意識到規則。

- 可以加強的是流程上可以多一點提醒，一開始我只有看到文字，但後面看到圖就會想那是坐下還是握手我就根本沒有在注意他，所以跳的時候需要聲音去輔助他看這個圖是什麼意思那個圖是什麼意思。
- 有，可能是戴口罩的關係，講出來的字沒辦法明確分辨：還有白天跟晚上分辨不出來：一開始的時候會忘記圖片本身的動作是甚麼，跳太快看圖片要分辨的時候會忘記有哪個動作。

信心問題的平均值為 3.94，分數較高，多數學習者提出逐漸提升難度可以增加遊戲的挑戰性，更讓人想要完成後面的關卡，除此之外也提到了分數與音效能夠獲得成就感。

- 他整體設計很可愛所以滿引人入勝的，他遊戲的指令難度可以變滿高的，所以可以藉由關卡變成簡單或難的關卡讓人選取去玩。
- 第六關比較像是黑夜跟白天交叉，這應該會很難，但我剛好遇到狗的動作跟上面的指令一樣，所以會照著上面的文字，不會去想他的動作跟符號，讓他難度就沒那麼高。他其實難度可以設定很高，就是動作跟指令的搭配不一樣的話。
- 答對的“叮”會有一種成就感，旁邊有人的時候答對了也聽的到就會有開心的感覺，但錯了就會很尷尬，我覺得是好的，只是根據情況自己一個人可能會關掉。

滿意問題的平均值為 3.72，分數較低，多數學習者願意繼續使用此款教材進行訓練，覺得還滿有趣的，不過也有少數學生認為不知道能夠從遊戲中學到什麼。

- 願意，因為我覺得這個遊戲的元素比較讓人有共感，也比較讓人有興趣繼續玩
- 會，因為這款遊戲到難易度從最簡單到最難，如果是有一個沒辦法挑戰成功的話就會一直想嘗試一直玩，就是破關想一直完成這個任務
- 會有，我覺得情境會影響我會不會吸引我玩這個遊戲，因為日常生活中有時候會需要用到，然後順便訓練一下腦力的部分。

5. 討論與未來研究

本研究的結果有助於了解問題 1.情境化數位遊戲對學生的學習動機影響，ARCS 動機量表的四個面向都高於 3.6 分，其中注意力與信心的平均分數較高。從訪談可以得知問題 2. 遊戲中的哪些功能可以引起學生的興趣，遊戲的主題、畫面、遊玩方式是引起注意力的主要原因；而說明不清楚的規則會讓人感到疑惑，不清楚該如何進行；設計不斷增加難度的關卡能夠提升信心以及繼續挑戰的想法；最後多數學生願意繼續使用數位教材訓練，但也有少數人表示不知道能從中學到什麼。

在了解和探索學生使用數位遊戲的動機因素，取得回饋後會針對多數人認為有問題的地方進行調整，主要增強遊戲整體的情境化，加入更多音效、背景故事、互動感。也會在規則說明的部分進行補充，在切換關卡改變規則時提供各式範例說明，避免模糊的規則對遊玩體驗帶來負擔。未來除了修正遊戲內容，研究設計會分為實驗組與對照組，探討分別使用傳統 Stroop 訓練和數位遊戲式的訓練，兩種方式對學生的動機有什麼區別。

此外，研究目前只討論到動機的部分，之後也會依照遊戲設計目的，探討是否能夠有效提升執行功能的抑制與轉換能力，在使用遊戲的前後加入相關能力測驗來評量學生的執行功能能力，進一步探討實驗組與對照組對學習成效的影響。

參考文獻

- Banich, M. T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current directions in psychological science*, 18(2), 89-94.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135.

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

Homer, B. D., Ober, T. M., Rose, M. C., MacNamara, A., Mayer, R. E., & Plass, J. L. (2019). Speed versus accuracy: Implications of adolescents' neurocognitive developments in a digital game to train executive functions. *Mind, Brain, and Education, 13*(1), 41-52.

Hwang, G. J., Sung, H. Y., Hung, C. M., Huang, I., & Tsai, C. C. (2012). Development of a personalized educational computer game based on students' learning styles. *Educational Technology Research and Development, 60*(4), 623-638.

桌遊學伴：以物聯網和教育機器人實現教育桌遊之學習同伴設計

Realize the Design of Learning Companions for Educational Board

Games with the Internet of Things and Educational Robots

陳慶霖 1*, 陳志洪 2

1 2 國立臺灣師範大學 資訊教育研究所

* leo70213@gmail.com

【摘要】本研究旨在透過基於 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)與 Near-field communication (NFC)之物聯網技術，將教育機器人融入桌遊，使機器人作為學習同伴進行學習引導、任務提示、情境互動與角色扮演，以提升學習的互動性。本研究採準實驗研究法，實驗組為教育機器人融入桌遊之遊戲式學習，對照組為不插電桌遊之遊戲式學習，並將學習者和機器人間的互動進行編碼，以 MQTT 與 NFC 技術進行數據搜集，進行基於物聯網的學習分析，以探討將教育機器人融入桌遊的學習中，雙循環學習模式的顯著性。

【關鍵字】教育機器人；遊戲式學習；雙循環學習模式

Abstract: The research aims to integrate educational robots into board games through the Internet of Things technology based on Message Queuing Telemetry Transport and Near-field communication, the robots can be used as learning companions for learning guidance, task reminders, situational interaction and role-playing to enhance interactive learning. This research adopts quasi-experimental research method, the experimental group is game-based learning of educational robots integrated into board games, and the control group is game-based learning of unplugged board games. We coded the interaction between learners and robots, and used NFC and MQTT technology to collect data for learning analysis, explored the significance of the double-loop learning mode when educational robots are integrated into the learning of board games.

Keywords: Educational robots, Game-based learning, Double-loop learning

1. 前言

隨著 5G 時代來臨，教育機器人的技術日漸成熟，機器人融入教學的研究日益漸增，然而，多數研究以機器人作為教學目標與學習工具，用於習得程式語言與 STEM 相關學科，較少研究使用機器人技術進行更廣泛的教學實驗(Mubin et al., 2019)對近期教育機器人的文獻進行回顧，發現多數研究仍在 STEM 相關學科，但在機器人學科外使用機器人進行教學或技能培養是可行的，且這些研究呈現有效的學習成果，未來應將機器人融入更多領域的研究(Benitti, 2012)。Belpaeme et al. (2018)對社交型機器人的的回顧亦表明，社交機器人在教育中作為導師或學習同伴，可有效提高認知和情感成果，並取得與人類輔導相似的成果。另一方面，許多研究表明基於卡牌的遊戲式學習，能夠有效引起學習動機、提升學習成效(Tsai et al., 2021)，然而，複雜的遊戲機制及文本內容，卻可能造成學習者的認知負荷(Chang et al., 2017)。因此，本研究旨在建立以機器人作為學習同伴的遊戲環境(圖 1)，以教育桌遊為學習活動，透過 MQTT 與 NFC 技術進行物聯網系統開發，使教育機器人融入桌遊，進行學習引導、任務提示、情境互動與角色扮演，提升遊戲的互動性，為學習者建立

學習鷹架，並以物聯網系統對學習者在遊戲中之學習行為進行數據蒐集與分析，探討教育機器人的融入，對學習者在遊戲中之雙循環學習模式的顯著性。

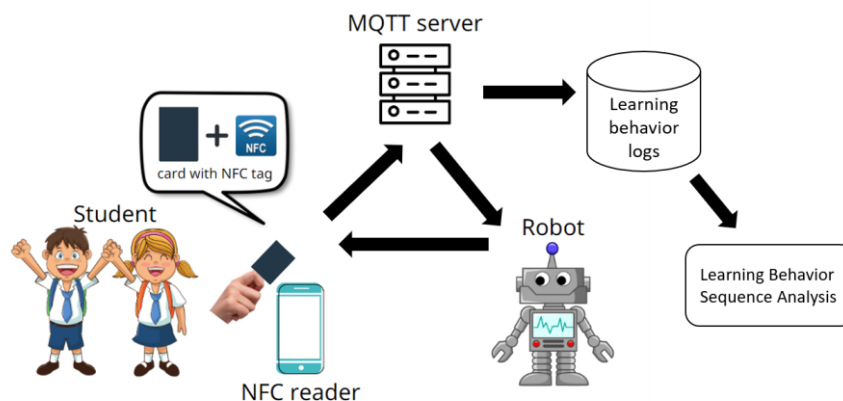


圖 1 研究環境設計圖

2. 文獻探討

2.1 教育機器人

隨著教育機器人(Educational Robot, ER)普及，機器人搭起鷹架融入教學活動，輔助學習者的運用與日俱增，然而，教育機器人在教學現場仍存在問題，沈秋宏(2021)指出合作學習產生社會相互依賴之信任感，是教育機器人無法替代的，教育機器人應搭起鷹架學習，與人類教師並肩教學。目前機器人在教學現場分為五種類型：(1)機器人學科教學、(2)機器人輔助教學、(3)機器人管理教學、(4)機器人代理事務與(5)機器人主持教學(劉芳棟、林偉、朱建良和張新亮，2016)。本研究採用機器人輔助教學，隨著機器人推陳出新，擬真的外觀與人機介面均提升其作為學習同伴的優勢，機器人豐富的面部表情表達了內在情緒，不僅能增強與學生的互動效果，也激發學生對學習的興趣(Li & Chen, 2020)，不僅能與學習者建立良好的互動關係，更提高學習者的興趣並降低情感焦慮，使學習更加愉快(Shin & Han, 2017)。

2.2 遊戲式學習

遊戲式學習(Games-based learning, GBL)為促進學生學習動機和學習參與度的有效途徑，Hailey et al., (2016)的文獻回顧表明遊戲式學習對知識獲取、內容理解、情感與動機觸發、感知與認知技能、行為與社交表現等均產生影響，其中數學、科學、語言和社會研究最受歡迎，然而應該進行更多的準實驗研究，以確定遊戲式學習是否為可行的小學教學方法。Chang et al. (2018)的研究比較數位遊戲式學習與傳統學習對學習成績和認知負荷之差異，結果顯示遊戲式學習產生較高的心流，且學習成績和心流呈正相關。Israel-Fishelson 與 Hershkovitz (2021)對遊戲任務難度與學習者的堅持性進行學習分析，結果顯示任務難度與堅持性存在正相關，表明任務難度的增加致使學習者越堅持，且做出更多的嘗試。綜上所述，均顯示遊戲式學習對認知負荷、學習成效與學習表現帶來效益，且遊戲過程影響著學生在學習中的堅持性。

2.3 雙循環學習模式

Argyris(1977)提出雙循環學習模式，認為單圈(single-loop)學習或者雙圈(double-loop)學習代表了組織學習的兩種學習模式，單圈學習強調對現狀的認知，雙圈學習強調對從自身出發造成現狀原因的反思，涉及對外在環境的適應。Senge et al., (1994)指出在建立學習型組織的過程中，單圈學習的執行僅是其中的第一階段，真正的學習型組織必須採取雙圈學習的模式，需要系統思考、自我超越、團隊學習及創造性張力。近年來，有學者進行雙迴

圈模式融入教育的實證，Hwang與Wang(2016)運用遊戲中的機制變化，探討不同遊戲機制對學習模式產生的差異，結果顯示採用簡答題的學生在雙循環學習模式顯著高於選擇題的學生。Carless(2019)將單圈與雙圈循環融入回饋機制中，結果顯示單圈的回饋出現在短期問題解決或故障排除方面，雙圈的回饋源自於學習者在中期或長期內重新審視學習和修改學習策略。

3. 研究方法

本研究採準實驗研究法，實驗組為教育機器人融入桌遊的遊戲式學習，對照組為不插电桌遊的遊戲式學習，並以NFC技術將學習者和機器人的互動進行編碼，以MQTT訊息傳遞技術進行數據搜集，進行基於物聯網的學習分析，探討教育機器人融入桌遊的學習中，雙循環學習模式的顯著性。

3.1 物聯網系統

本研究開發之物聯網系統由三個子系統組成(圖 2)，依序為(1)NFC system、(2)MQTT system與(3)Robot system。在子系統(一)中，包含NFC tag之讀取模式與寫入模式，研究者在寫入模式中將每一個獨立的NFC tag寫入遊戲相對應的資訊，以及學習行為中代表的編碼，使學習者在遊戲中以讀取模式感應卡牌。子系統(二)為MQTT system，此系統將讀取NFC tag之辨識內容，將訊息上傳至MQTT server。子系統(三)為Robot system，此系統將接收MQTT server傳遞之訊息，並對應到預先撰寫之機器人行為，使機器人即時對學習者產生互動。

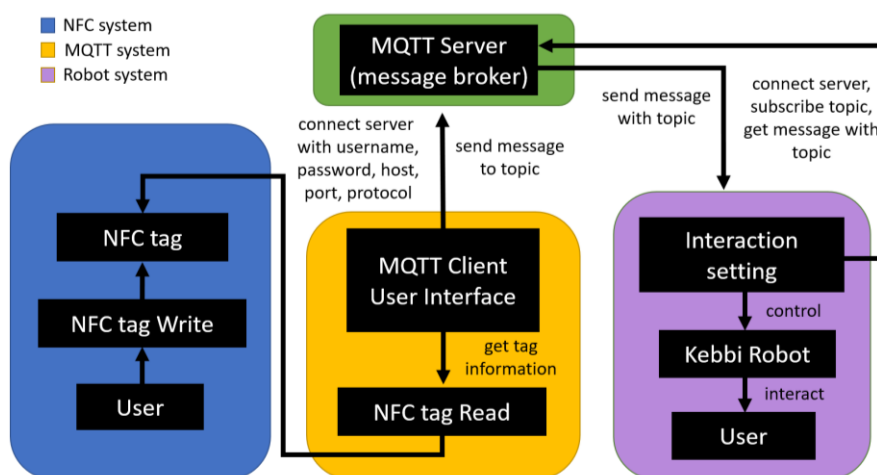


圖 2 系統開發架構圖

3.2 教育機器人與桌遊的整合

本研究採用「李白文人桌遊」為學習活動，以詩仙李白一生的故事為脈絡，將不同的故事設計為問題解決的線索，幫助學習者在遊戲中培養閱讀素養與問題解決的能力。其中，遊戲卡牌分為任務卡、線索卡與角色卡，本研究將卡牌與NFC tag結合，使學習者在使用卡牌時進行感應，經由訊息傳遞技術使機器人收到訊息並作出反應，分為(1)動作回饋：機器人扮演古人角色，向學習者訴說其生平遭遇及故事，從面部表情、肢體語言、聲音反應使學習者感受到機器人如同古人般，超越時空的距離。(2)情感回饋：經歸因導向設計，玩家成功找到線索並完成任務時，將觸發能力歸因，贊同玩家問題解決的能力，若任務未完成將觸發努力歸因機制，將鼓勵玩家持續努力。(3)提示引導：當尋求幫助的次數達一定數值，系統便推斷玩家遇到困難，機器人將給予更有效的解題線索，以鼓勵玩家認為機器人是有效的幫助者，提升玩家和機器人互動的意願。(4)獎勵機制：當玩家完成任務，機器人將以古人的身份進行表演獎勵玩家，為玩家的努力給予肯定，並給予相對應之得分。

3.3 學習行為編碼

本研究為探討雙循環學習模式在遊戲中的顯著性，參考 Argyris (2002) 提出之雙循環學習理論模型與 Garris et al., (2017) 提出之遊戲式學習理論模型進行修訂，提出教育機器人融入遊戲中的學習模型(圖 3)，並依模型內之學習行為進行編碼(表 1)。在遊戲中，學習者依序由簡而難獲取遊戲任務，並依照任務內容蒐集線索，最後完成任務並得到相對應分數。在學習行為分析中，嘗試任務後直接挑戰新任務的學習者，將視為單循環學習表現，反之，嘗試任務後透過和機器人的互動獲取提示，而再次嘗試任務者視為雙循環學習表現，期望教育機器人的導入幫助學習者提升任務挑戰的自我效能，並培養雙循環學習的能力。

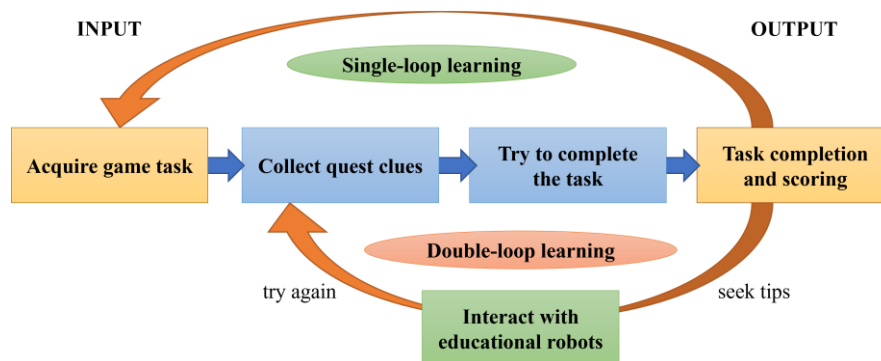


圖 3 教育機器人融入遊戲之雙循環學習模型

表 1 學習行為編碼表

編碼	對應學習行為	編碼說明
A	獲取任務	遊戲內，玩家將抽取不同任務卡，若完成任務即可再次抽取新的任務卡。
B	搜集、查找線索	為完成任務，玩家需蒐集任務所需線索，在線索查找與文物蒐集中組成有效資源。
C	嘗試完成任務	蒐集線索後，玩家可於指定時間與地點進行解任務，此行為將運用一個回合的動作點數，使玩家在解任務前仔細思考。
D	完成任務及得分	成功解任務後，將獲取該任務之對應得分。
E	向機器人互動、獲取提示	玩家透過和機器人的互動，獲取更多提示，以培養機器人作為學習同伴的支持性。

參考文獻

- Argyris, C. (1977). Double loop learning in organizations. *Harvard business review*, 55(5), 115-125.
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, 3(21), eaat5954.
- Chang, C. C., Warden, C. A., Liang, C., & Lin, G. Y. (2018). Effects of digital game-based learning on achievement, flow and overall cognitive load. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(4).
- Carless, D. (2019). Feedback loops and the longer-term: towards feedback spirals. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(5), 705-714.

- Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.
- Hailey, T., Connolly, T. M., Boyle, E. A., Wilson, A., & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education, 102*, 202-223.
- Israel-Fishelson, R., & Hershkovitz, A. (2021). Micro-persistence and difficulty in a game-based learning environment for computational thinking acquisition. *Journal of Computer Assisted Learning, 37*(3), 839-850.
- Li, D., & Chen, X. (2020). Study on the Application and Challenges of Educational Robots in Future Education. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)* , pp. 198-201.

遊戲化閱讀目標系統之發展與評估

Development and Evaluation of a Gamified Reading Goal System

許喬珉^{1*}, 廖長彥², 楊筱彤¹

¹ 中央大學 網路學習科技研究所 臺灣

² 中央大學 客家語文暨社會科學學系 臺灣

* ps809085@gmail.com

【摘要】 本研究目的是為了提升學生閱讀興趣，與達成目標時累積的成就感，減少閱讀偏食，也期能減輕教師在閱讀活動時認證所花費的心力，與掌握學生的閱讀狀況。本系統提供了學生分等級之關卡、成就列表、閱讀狀態儀表板等功能，讓學生依照自己的程度選擇不同的等級的關卡，選擇適合自己的書籍，在認證方面，有分成不同等級之獎章，教師可依據學生獲得的獎章來評估學生的閱讀表現。系統開發完成後，經由教師、學生的試用，以此來評估系統在使用上的適用性以及接受程度。而現階段還屬於測試階段，後續會以使用者回饋進行修正，以達到上述研究之目的。

【關鍵詞】 遊戲化；成就目標；閱讀興趣

Abstract: The purpose of this study is to enhance students' interest in reading and the sense of accomplishment they accumulate when they achieve their goals, to reduce reading bias, and to reduce teachers' effort in certifying reading activities and keeping track of students' reading status. The system provides levels, achievements, and reading status for students to choose different levels of books, and for teachers to evaluate students' reading performance based on the achievements they receive. After the system is developed, teachers and students will try it out to evaluate its applicability and acceptability of the system. At this stage, the system is still in the testing stage and will be revised with user feedback to achieve the purpose of this study.

Keywords: gamification, achievement goal, reading interest

1. 前言

過去在台灣的小學推行身教式持續安靜閱讀計畫(MSSR)，讓多所學校的學生養成閱讀的興趣與習慣。MSSR的進行方式為讓學生自由選擇他們感興趣的書籍，並在特定的時間與地點，全程安靜的進行閱讀，營造出專心閱讀的環境，而「身教」的部分則由教師來負責，教師會再進行MSSR的時間在全班學生的面前安靜地閱讀，做為學生的模範。

興趣動創造者理論(Interest-Driven Creator Theory, IDC Theory, 簡稱趣創者理論)中的習慣環提到，習慣經過幾個步驟，從「提示環境」觸發開始、重複某項「例行活動」，最後因這個活動感到心情愉悅，達到「和諧」的心理狀態。當學生在班級進行MSSR活動時，學生看到自己的教師與同學都在專心看書，形成提示環境。學生經過持續、規律地進行MSSR活動，且在過程中享受閱讀，學生閱讀後得到滿足感，自然就可以養成閱讀習慣。

趣創者理論除了習慣外，還包含另外2個概念，分別為興趣環、創造環。其中的興趣環，包含3個元件：引趣、入趣、延趣。引趣最主要是利用環境的影響，使人對某事產生特定印象，入趣則是將某件事情的印象昇華到會例行從事的活動，延趣則是會對某件事物的興趣拓展至其他相關的事物。

遊戲化是指利用有趣的方式應用在各種活動當中，使得活動變得更加有趣，以此吸引參與者更加投入於活動當中。經過一段時間後，逐漸讓參與者培養興趣。

若在閱讀活動中結合遊戲化，雖可以提升學生的閱讀興趣，但還須解決一些紙本閱讀可能發生的問題，對於教師而言，難以掌握學生閱讀的書籍，還需要花費不少心力設計獎勵；對於學生而言，學生閱讀完書籍後，很難將自己的成果與他人進行分享，且閱讀的內容並沒有一個固定範圍，容易形成「閱讀偏食」的狀況。

因此，本研究所設計的「遊戲化閱讀目標-系統」特別將多位語文教師推薦的 1 到 6 年級的書籍融入到 100 個關卡當中，目的是為了幫助學生在不同的關卡中能閱讀不同種類不同深度的書籍，讓學生可以依照自己的興趣或能力選擇適合自己的閱讀關卡，且在完成這些關卡的同時，獲得獎勵，讓學生保持動力繼續進行挑戰。

若使用數位化的應用網站，發展具有紀錄、獎勵、書籍分類等功能之閱讀輔助系統，也許可以改善上述的問題。如何讓學校的教師、學生透過此系統能幫助他們將閱讀活動變得更有趣，讓閱讀不再只是單純的看書，而是與他人產生連結並能展現自己的一項活動，即是本研究的目標。

2. 文獻探討

甲、 目標設定

目標設定(goal-setting)適用於生活中各種應用層面，最初是用於工作與管理。與目標內涵：目標可以作為個人的重要動機之一，「目標」意指個人想要在一個特定的事情中達成的終極結果。在 Franken(1998)研究中指出，目標決定了個人的行為，但必須透過漸進的方式，達成階段性目標。其中也提到漸進式的短程目標(short-termgoals)比起長程目標(long-term goals)，因能夠快速地被達到，更能產生較高的動機和自我滿足感(self-satisfaction)。漸進的目標具有在歷程中清楚地、經常地做自我評估的特性，更能幫助增強自我效能感。

2.2. 遊戲化

遊戲化(gamification)是指在非遊戲情境脈絡中使用電玩遊戲設計元素(the use of game design elements in nongame contexts)(Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011)。即在一個非遊戲的情境底下，將遊戲設計元素帶入，讓使用者感到有趣吸引人的體驗，主要目的是希望使用者能夠沉浸並主動投入於任務中，以鼓勵玩家達到預設目標行為的手段(Werbach & Hunter, 2012)。

3. 系統介紹

系統基於目標設定(Goal setting)與遊戲化學習(Gamified Learning)理論，結合「可視化閱讀目標」與「成就獎章機制」，讓學生能按照自己的興趣與進度進行閱讀。系統提供了學生的閱讀儀表板(如圖 1)，上面記錄了各種資訊，像是關卡破關數、閱讀總數、閱讀種類、以及關卡嘗試次數等，幫助教師了解學生的閱讀狀況。另外，也有將主要提供了閱讀關卡的顯示(如圖 2)，關卡總共有 100 關，每個關卡內有數量不等的書籍，要想破關必須完成關卡指定數量的書籍，如果學生看完了這些書，關卡就會轉變成破關狀態。



圖 1

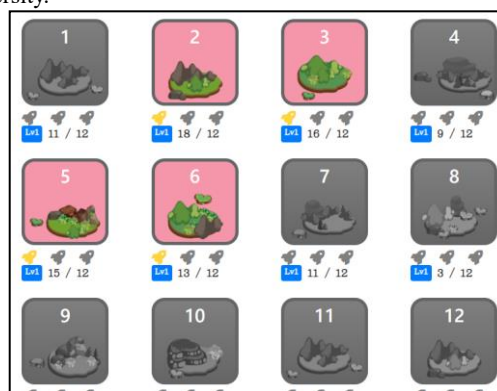


圖 3

圖 3 顯示關卡中有哪些書籍內容，這些書按照難易度進行排序，內容涵蓋多個不同的知識領域。每個書都有提供書名、書籍深度，以及書籍種類。書籍深度分成了 5 個等級，以星星的符號表示，1 顆星代表繪本等級；2 顆星是橋梁書的等級；3 顆星是出階文字書；4 顆星是中階文字書；5 顆星是高階文字書。書籍種類有 3 個領域（故事小說、人文社會、科學技術）其中每個領域包含 4 小類（溫馨勵志類、冒險推理類、神話寓言類、科幻武俠類、生活類、藝術類、社會類、文學類、工程技術類、自然科學類、生命科學類、永續發展類）。

成就列表如圖 4 所示，依照書籍種類，展示不同的類別的成就獎章，分成銅、銀、金 3 種類型獎章，學生可以藉由閱讀關卡中的書籍，來蒐集不同書籍類型的獎章。

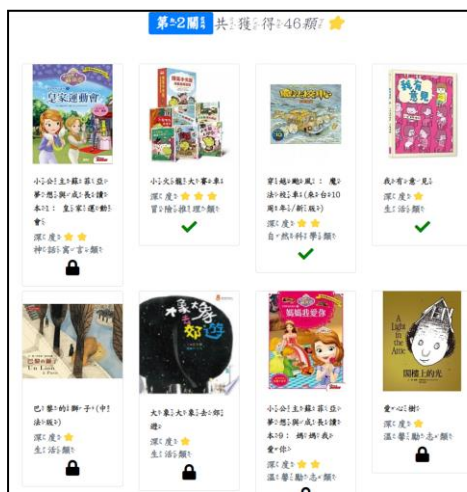


圖 3



圖 4

本系統借用趣創者理論中的興趣環概念，旨在引發學生對學習的興趣，提高學習效果。其中，「引趣」部分透過遊戲化的關卡設計，引發學生的好奇心。接著，「入趣」階段鼓勵學生為了獲得成就獎章而專注於關卡任務的完成。最後，「延趣」階段則引導學生因為對特定領域的興趣而閱讀更多相關書籍，並提供多項成就獎章供學生選擇。

為了促進學生閱讀，本系統不僅提供「閱讀百關」，將書籍按照難易度進行排序，也提供不同領域的「成就獎章」，再用儀表板的方式綜合呈現學生在三個領域的書籍閱讀數量、深度、關卡進度等資訊，讓學生能觀察自己的閱讀狀況。

透過這樣的系統設計，我們期望能激發學生對閱讀的熱情，並讓學生能夠透過自主閱讀、自我探索的方式，開啟對不同領域的興趣與探索。

4. 研究方法

本研究以台灣某國小的閱讀活動為基礎，總共 30 名的學生參與，為了解學生與教師的需求，有與現場教學端的教師一起討論，在初步了解大致的狀況後，再著手開始進行系統功能的設計與開發。過程中，分成幾個階段逐步進行，經過需求分析、設計、開發、測試，實作出成品，以便確認使用者實際操作時的感受是否與設定的目標接近，並以使用者使用後的回饋再做系統功能的增減與調整。

5. 結論與預期結果

為了延續學生的閱讀興趣，本研究使用成就目標系統的目標設定、遊戲化機制(PBL)，引導學生漸進式地達成各階段的短期目標，設定的目標也許是收集完所有的成就徽章、也可能是獲得更多的點數、也有可能是將所有閱讀關卡都完成。研究現階段正在規劃後續的實驗，研究資料欲收集學生無使用成就系統的閱讀資料，以及使用成就系統後的閱讀資料進行分析與比較。

本研究目前只針對學生閱讀興趣進行實驗探究，後續研究將規劃其他的方式，檢測學生是否真的理解書籍內容。另外，除了利用閱讀書本數量作為目標設定，是否能夠結合其他有關閱讀的活動，例如：畫出書中印象深刻的內容或是用錄影片的方式說出這本書的心得，完成這些不同的閱讀後續活動也能獲得點數或成就獎勵。透過多元化的活動增加閱讀時的樂趣與挑戰，會對學生的動機有怎麼樣的影響，以及對學生認知方面是否有其他影響，建議可作為後續研究的方向。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (111-2410-H-008-013-MY3) 與「中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- 劉子瑜、賴阿福(2019)。遊戲化閱讀管理系統之發展與評估。NCS 2019 全國計算機會議。金門縣。
- Fulmer, S. M., D'Mello, S. K., Strain, A., & Graesser, A. C. (2015). Interest-based text preference moderates the effect of text difficulty on engagement and learning. *Contemporary Educational Psychology, 41*, 98-110.
- Huang, B., & Hew, K. F. (2015, November). Do points, badges and leaderboard increase learning and activity: A quasi-experiment on the effects of gamification. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education* (pp. 275-280). Hangzhou, China: Society for Computer in Education.
- Rahmahani, D. (2020). The Effect Of Gamified Student Response System on Students' Perception and Achievement. *International Journal of Engineering Pedagogy, 10*(2).
- Wong, L. H., Chan, T. W., Chen, W., Looi, C. K., Chen, Z. H., Liao, C. C., King, R. B. & Wong, S. L. (2020). IDC theory: interest and the interest loop. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 15*(1), 1-16.

透過成就系統提升學生數學興趣與自我效能

Enhancing students' interest and self-efficacy in mathematics by achievement system

楊承祐^{1*}, 葉彥呈¹

¹ 中央大學 網路學習科技研究所 臺灣

* jerryyang@g.ncu.edu.tw

【摘要】 數學是一門非常重要的學科，它在小學、國中和高中等各個學習階段中扮演著重要的角色，對學生的未來發展有深遠的影響。然而，根據 TIMSS 2019 的調查報告，許多學生仍然不喜歡數學，缺乏對數學的興趣和自信，甚至出現了數學焦慮的問題。先前研究團隊開發出一個名為數學島的系統，幫助學生學習數學。為了提高學生的自我效能感與興趣，本研究參考了遊戲化學習和八角框架理論，基於數學島系統增加一個成就系統子功能，當學生完成各個學習目標時，透過獲得成就來提高他們的自我效能感，從而提高對數學的學習興趣和自信心。

【關鍵詞】 數學自我效能；數學焦慮；遊戲化；成就目標

Abstract: Mathematics is a highly important subject that plays a critical role in various stages of education, and has a profound impact on students' future development. However, according to the TIMSS 2019 survey report, many students still dislike mathematics, lack interest and confidence in it, and even suffer from math anxiety. To address this issue, a previous research team developed a learning system called the Math Island. In order to enhance students' self-efficacy in mathematics, this study drew on gamification learning and the Octalysis Framework theory and added an achievement system to the Math Island. When students complete various learning goals, the awarding of achievements will boost their self-efficacy, thereby improving their interest and confidence in learning mathematics.

Keywords: math self-efficacy, math anxiety, gamification, achievement goal

1. 前言

數學是一門重要的基礎學科，儘管大家都知道數學的重要性，但到目前為止，依然存在許多學生討厭數學的情況。以臺灣為例，根據 TIMSS 2019 成果報告中指出，臺灣小學四年級學生在數學平均成績排名第四，但對數學學科的學習感到疏離的比例高於國際平均水平，學生對於數學沒興趣、沒自信的比例高，這表明在數學教育方面，臺灣仍需要更多方法來提升學生的學習興趣。

先前研究團隊致力於讓學習數學變得有趣，研究開發出一個名為「數學島」的數位線上數學學習平台，此平台針對小學生的數學科目進行設計，目前在臺灣已經有超過 400 所小學採用此系統學習數學。

除了將數學學習遊戲化，讓學生對於學習數學感到有興趣之外，本研究延續先前團隊之研究，基於數學島系統再增加一項成就系統的功能。其目的在於維持並提升學生的信心，透過完成目標給予對應的成就鼓勵，增加學生對於數學的自我效能感。

2. 文獻探討

2.1. 數學自我效能

自我效能(self-efficacy, Bandura et al., 1977)是指人們對自己能夠成功完成某項學習任務的信心和信念，並且通常是由多次正面經驗累積而形成的。心理學家班杜拉(Bandura)在其社會認知理論中，將自我效能定義為人們對自己在實現特定領域行動目標時所需能力的信念。

在學生學習數學的心理過程方面，已有多項研究探討其影響因素。其中一項研究發現，自我效能在數學興趣對數學成就影響中扮演了中介的角色，這意味著自我效能能夠部分解釋數學興趣和數學成就之間的關係(Zhang, D., & Wang, C., 2020)。另一項研究則收集了情緒智商、自尊心、自我效能感問卷和學生學業成就評分表的資料，結果顯示學生的情緒智商、自尊心和自我效能感能夠顯著地預測其數學學業成就，成為影響學生數學學業成就的主要因素之一(Ugwuanyi, C. S. et al, 2020)。

2.2. 遊戲化學習

遊戲化(Gamification)是將遊戲中有趣且引人入勝的元素應用到現實世界或實用活動中，以提高人們的行為動機。這種設計過程被稱為「以人為本的設計」，旨在優化系統中人類動機，而不僅僅是為了追求效率。簡而言之，遊戲化將遊戲中吸引人的元素與現實生活結合起來，以激發人們的參與和興趣。

行為的產生需要動機的支持。八角框架理論(Octalysis)提出了八個核心動機，這些動機是從遊戲研究中提煉出來的，但也可以廣泛應用於研究人們作出決定和行動的驅動力。換句話說，該理論提供了一個框架，以深入探討影響人們行為的多種因素，並不僅限於遊戲領域(周郁凱, 2017)。

先前一項研究結果顯示，將小學三年級生的數學課程遊戲化，作為激勵學生的一個創新方案，可以在學生的學習過程中建立有意義的關係(Cunha, G. C. A. et al, 2018)。

2.3. 數學焦慮

缺乏自信容易產生焦慮，焦慮是全球最普遍的心理健康問題之一。在教育環境中，考試成績是引起焦慮的主要原因之一，特別是在數學科目中更為明顯。一項研究針對數學成就和數學焦慮之間持續調查，其研究指出，數學焦慮和數學成就之間存在顯著的負相關關係，這種聯繫從童年開始持續到成年(Barroso, C. et al, 2021)。也就是說數學焦慮不僅會影響學生的學習表現，還會逐漸使他們對數學產生抗拒情緒，進而導致放棄學習數學。

3. 系統介紹

數學島是一套適用於臺灣國小學生的互動式數學學習系統(如圖 1)，其數位教材內容是根據九年一貫課綱重新編排設計，以數學知識地圖為架構，提供小學一年級至六年級的數學概念數位教材。透過遊戲化的形式，讓學生可以自主規劃、經營、管理個人學習，增強自信並培養學習興趣。

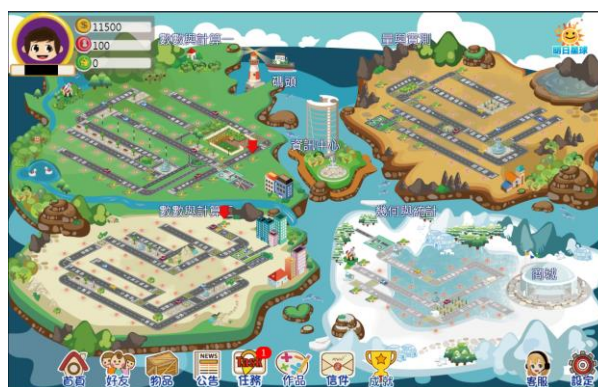


圖 1 數學島學習系統

數學島已持續多年收集學生學習歷程資料，這些長期累積的紀錄將成為教育大數據的一部分。透過 AI、機器學習等技術，數學島可以診斷學生的學習歷程，收集他們的計算方法、速度、正確率、題數、題目難易度以及使用回饋次數等資料。根據這些規則，數學島可以提供學生適性的回饋、解題技巧或詳細解答，最終協助學生獲得個人化的題型，進而加強他們對數學概念的理解。此外，教師可清楚掌握每位學生的學習狀況和進度，提供個別化的建議和協助，以解決學生在學習上的困難。

為了維持並提升學生對數學學習的興趣與自我效能，本研究參考八角化框架中的「發展與成就」核心動力，在數學島學習系統基礎上，另外開發一套具備「挑戰機制」和「獎勵機制」的「成就系統」（如圖 2）輔助學習者。「成就系統」將學習過程細分成多個小目標，幫助學生設定明確的目標，並在完成目標後獲得相應的成就獎勵，從而提升學生的自我效能感。透過系統中的徽章和點數展示，視覺化學習成長歷程，更能感受到自己的成長。此外，為了確保獎勵與挑戰的難易程度相符，系統會考慮學生的學習表現，提供適當的鼓勵和獎勵，從而提高學生對數學學習興趣。



圖 2 成就系統介面

4. 研究方法

本研究旨在探討數學島系統對臺灣某國小三、四年級學生的數學學習成效以及對其數學興趣和自我效能感的影響。實驗對象平時於數學課就有使用數學島系統學習數學。研究採取前後測問卷調查的方法，整體實驗流程分為前測、系統導入使用、後測三個階段。

在前測階段，研究團隊將發放數學興趣問卷以及數學自我效能問卷給予實驗對象填寫。目的在於瞭解實驗對象在使用系統前，其數學興趣和自我效能感的現況。接著，研究團隊將安排系統導入，讓實驗對象於數學島學習數學的過程中體驗成就系統，並透過系統回饋，提高學生的學習動機與學習成效。

在後測階段，研究團隊再次發放數學興趣問卷以及數學自我效能問卷給予實驗對象填寫。目的是想了解在使用系統後，實驗對象對於數學學習整體的興趣與自我效能感是否維持甚至提升。透過前後測的比較，研究團隊將進一步探討數學島中，成就系統對學生數學自我效能感是否有提升，並提供給教育單位及相關研究者作為參考，以進一步提升數學學習品質。

5. 結論與預期結果

為了讓學生對數學產生濃厚的興趣以及提升自我效能感，本研究採用了成就系統，幫助學生設定數學學習的目標。這些目標包括收集所有的成就徽章和獲得更多的點數，透過這樣的方式激勵學生完成國小一到六年級所有的數學學習內容。在這個成就系統中，學生

Chen, H., Liu, Y. C., Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Workshop Proceedings of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

可以通過完成各種不同的任務和挑戰來獲得徽章和點數，這些成就的收集不僅可以激發學生的學習興趣，也可以讓他們更好地掌握數學知識和技能。

總體而言，本研究期望透過成就系統輔助學生學習，透過成就系統提高學生的數學學習興趣和自我效能感，並幫助他們建立良好的學習習慣，從而獲得更好的學習成果。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (109-2511-H-008-011-MY3) 與「中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

林碧珍 (2019) TIMSS 2019 臺灣四年級學生數學成就及相關因素探討。國立臺灣師範大學科學教育中心。

周郁凱 (2017) 遊戲化實戰全書：遊戲化大師教你把工作、教學、健身、行銷、產品設計……變遊戲，愈好玩就愈有吸引力。商業周刊。

Bandura, Albert (1997). *Self-efficacy: The Exercise of Control*. New York: Freeman. p. 604. ISBN 978-0-7167-2626-5.

Cunha, G. C. A., Barraqui, L. P., & De Freitas, S. A. A. (2018, October). Evaluating the use of gamification in mathematics learning in primary school children. In 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-4). IEEE.

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134.

Zhang, D., & Wang, C. (2020). The relationship between mathematics interest and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *International Journal of Educational Research*, 104, 101648.

Ugwuanyi, C. S., Okeke, C. I., & Asomugha, C. G. (2020). Prediction of Learners' Mathematics Performance by Their Emotional Intelligence, Self-Esteem and Self-Efficacy. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15(3), 492-501.

GCCCE 2023

主办方：全球华人计算机教育应用学会(GCSCE)

承办方：北京师范大学
北京师范大学未来教育高精尖创新中心

中国 | 北京

