

数据探究：信息时代 通向科学素质教育的“直通车”

□ 项 华 毛澄洁

提高素质水平需要有良好的生理基础，也需要有良好的素养水平。人们一般从科学、信息、人文三个不同角度认识素质，相应地产生了科学素质、信息素质和人文素质等概念。本文从科学素质的视角展开论述。科学教育的内涵总是随着时代的发展而不断进化着。最初的科学教育是人们对自然界零星经验的总结与传递，随后科学有了系统性发展，科学教育的任务主要是传授知识。随着科学与技术逐渐走上社会舞台中心，其负面影响相对加大，科学教育除去传授知识，更要考虑环境影响、能力培养、情感树立等问题。当今世界的科技进步日新月异，互联网、云计算、大数据等现代信息技术深刻地改变着人类的思维、生产和生活方式，也深刻地展示了人类的发展前景。与此同时，各种机遇和挑战并存，人的科学素质从没有像今天这样备受关注。科学素质的内涵总是随着时代的变迁而不断地发生进化，其中信息素养已经成为现代人的科学素质进化的重要条件，于是科学教育领域产生了科学信息素养的概念。

但是，科学信息素养是什么？有效地提高学生科学信息素养水平的途径与方法主要有哪些？诸如此类的问题是摆在人们面前迫切需要解决的问题，既关系到科学教育目的的有效实现问题，也关系到信息环境下有效教与学的途径和方法问题。因此解决好这些问题，对于构建新型课堂教学模式，建设“人人皆学、处处可学、时时能学”的学习型社会具有重大的现实意义。

科学信息素养是大数据时代人的科学素质进化的重要条件

素质与素养是两个密切相关的概念。素质主要是用来表征一个人的大脑或者中枢神经系统对于外界刺激的敏感性的概念；而素养是一个人的素质进化的必要内部刺激条件。大脑由很多的神经细胞组成，人刚出生时，神经细胞只有50%是连接的，到3岁时，人的记忆力、智商、信息处理能力都已经固定，大脑基本处于停止发育

的状态。但大脑是一个适应性很强的器官，我们也许不能改变大脑的信息处理能力，却能够通过经验的输入来改变大脑的一些结构，促进神经元进一步生长。神经元具有可塑性，以便让大脑适应生命中新的刺激。科学教育本身就是提升大脑的可塑性的过程，我们需要对大脑进行不断的刺激，这种刺激保持每天几个小时，一周出现7天，就会产生有趣的变化。

人的科学素质在生活与生产实践中始终处于进化之中。如今的“数字一代”每天都会花很多时间使用数字化设备，等于大脑在不断地接受这种刺激，强化了某些神经连接，导致在视觉学习和视觉信息处理上有较强的神经元连接。这使得现代人更喜欢最新的在线视听觉信息来源，喜欢即时的、有趣的学习。

进入21世纪，基于自然界单一性的科学统一性被确认，纳米技术、生物技术、信息技术和认知科学走向聚合，加快了技术进步的速度，并且可能会再次改变我们的物种，其深远意义可以媲美人类数十万代以前人类学会口头语言。21世纪的结构正在形成一个由比特、基因、神经元和原子要素构成的立体图景，如图1所示，这种立体图景基于计算机手段整合而建构。科学探究出现了基于计算机手段的第三种形态——计算。

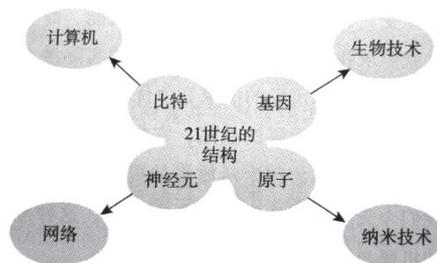
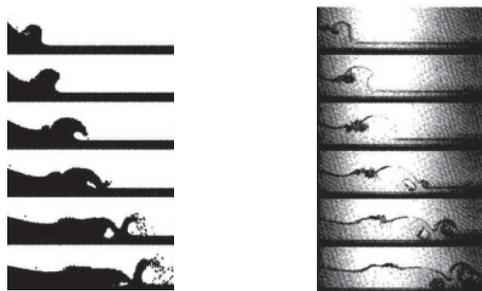


图1 21世纪的结构

随着计算形态成为科学探索的新常态。在某些问题中，虚拟仿真实验所产生的计算结果与真实现象能够很好地吻合。比如，图2-a是科学家采用计算机手段做的溃坝水流虚拟仿真实验，与图2-b的真实溃坝水流实验高度吻合。



a 计算机虚拟仿真实验屏幕照片 b 真实实验照片
图2 溃坝水流的计算机虚拟仿真实验与实物实验对比

当代科学家、工程师和普通民众生活在大数据环境之中，往往需要借助计算机手段协同攻关，通过计算的方式解决科学问题。这里的数据泛指能够被计算机识别与处理的信息，包括视频、音频和文档等信息，数据的单位是比特。一方面实验或实践会产生大量的数据，另一方面虚拟仿真也会产生大量的数据。虽然计算机处理数据的速度大约每18周翻1倍，其存储容量大约每9个月翻一番，但是实验、实践或虚拟仿真所产生的数据迅速占满存储空间。这些数据就像一个金矿，人们可以从中提取信息，再通过信息加工，形成科学知识。

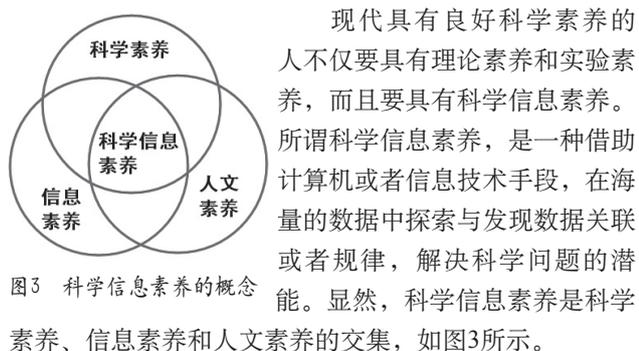


图3 科学信息素养的概念

针对科学信息素养的定义，可以构建出科学信息素养的观测模型，如图4所示。科学信息素养主要包括科学信息态度、科学信息知识、科学计算的典型经验、科学信息方法等维度，其核心是对科学信息的理解。

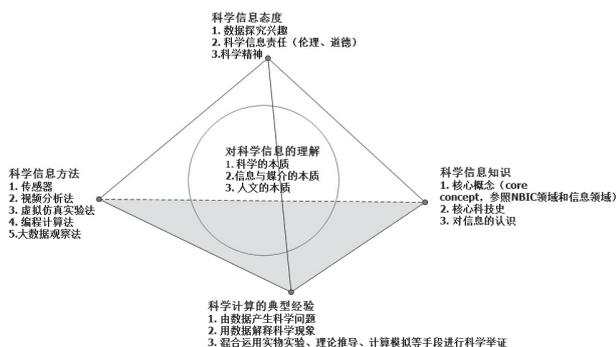


图4 科学信息素养观测模型（项华，2014年）

其中，科学信息态度指对于科学信息的意识、兴趣和精神等；科学信息知识指关于科学的核心概念、核心历史和信息知识等；科学计算的典型经验指运用计算机手段解决科学问题的意识和基本能力；科学信息方法指常见的解决科学问题的计算机手段；最后，所谓的对科学信息的理解是测评科学信息素养的核心，指对科学本质、信息与媒介本质和人文本质的理解，它将决定对其他科学信息素养四个维度的理解深度。

由此可见，基于大数据时代对于核心素质的基本诉求，科学信息素养成为当代科学素质进化的重要条件。有必要探讨在课程标准、教材与教学评价之中有效实施科学信息素养教育的途径和方法。

数据探究是提高学生科学信息素养水平的直接手段

提高学生科学信息素养水平的关键在哪里？这个问题是大数据时代科学素质教育的首要问题。理论与实践表明，解决这个问题的关键是贯彻探究式学习。

探究作为一种现象，广泛存在于动物界。在地球的生态圈中，各种动物趋利避害，探究是一种本能，是一种能力，是一种广泛的现象。比如一只小鸡正在啄食，听到周边一个响声，它会警觉地抬起头，四处张望，它在探究。人有一个强大功能的大脑，人的探究主要表现在探究式学习方面。所谓探究式学习，是指像科学家一样探索、发现与解决问题。可以讲，相对于研究、探索等概念，探究更为基础，是人的素质的直接形成条件之一。

20世纪80年代中期，针对科技进步以及由此带来的社会重大问题，美国在哈雷彗星临近地球的时候，提出了“2061”计划，该计划围绕着科学素养（Science Literacy），提出了在2061年哈雷彗星再次临近地球的时候，整体国民科学素养水平应该达到的程度及其实现途径。探究式学习被论证为实现该计划的主要手段。所谓探究式学习就是学生以类似或模仿科学家研究的方式所进行的学习。受此影响，全球教育掀起了提高科学素养水平的教育改革浪潮。

在此背景之下，我国于1986年以法律的形式做出了实施素质教育的科教兴国战略决定，素质教育直指培养创新意识与实践能力。中国科协于1999年向党中央、国务院提出了在我国“实施《全民科学素质行动计划》（2049计划）的建议”。该建议提出了近期、中期以及2049年建国100周年时使全体成年公民都达到基本具备科学素质（Science Quality）的远景目标，受到党和政府的高度重视，并正式启动了全民科学素质建设工程。素质

与素养密切相关,素质是素养的作用结果,而素养是素质发展的必要条件。基于探究式学习对于提高科学素养水平具有特殊作用,在随后的基础教育课程改革之中,也将探究式学习列为重要的教学方式或者教学内容。

我国30多年来的素质教育实践取得了一定的成效,构建了相应的科学素质教育课程体系,接纳了探究式教学理念,也积累了大量的探究式教学经验。但是,毋庸置疑,实践中尚存在着肤浅探究和形式探究的现象。这种现象说明我们对于探究式学习的认识与实践仍然不够。

笔者在十多年的信息技术与科学课程整合的理论与实践研究之中,根据科学的三种形态,将探究梳理为基于真实实验手段的实验探究、基于数学与学科专业手段的理论探究和基于计算机手段的数据探究,并据此提出了数据探究教学理论。

数据探究在教师观、学生观、学习观和评价观上均具有新的内涵。简单介绍如下:(1)教师是数据探究的促进者与合作者。(2)学生是具有创造能力的学习主体。数据探究应该把学生置于一个有社会意义的团体中,培养“共生性”与“交互性”,体验创造的意义和价值。还应该体现STS教育,强调人对自然、社会、人生的责任和义务。(3)数据探究是一个建构的、社会化的综合体验过程。学习者总是依据已有经验、心理结构和信念来选择一些信息或者数据,从中经过数据挖掘得到推论,并根据推论来构建关于世界的认识。(4)评价是开放、多元的反馈过程。数据探究评价认为学习是一种建构独特意义的过程,注重对于探究过程的评价,关注评价的开放性与多元性。

这样的概念划分对于发挥探究在科学素质教育的作用方面具有重要的实践指导意义。

按照数据探究理论,实现科学素质教育的手段分成了三类:其一,基于实物实验的手段;其二,基于学科专业知识、经验和数学的手段;其三,基于计算机计算的手段。科学素质的有效提升应该综合应用三种途径和手段。其中基于计算机计算的手段主要有网络搜索引擎、图像分析技术、虚拟与编程技术以及传感器技术等等。这三类探究手段对于提高科学素质水平来讲地位是平等的,教学实践中轻视实物实验和计算机计算的做法都是片面的。有效提高科学素质水平需要重视三类探究手段的综合运用。现实中那些仅仅重视学科专业知识手段的做法是片面的。学科专业知识构成一个个专业符号体系和专业经验体系,具有引导师生从某个专业角度向纵深发展的功能,但是当代科学素质的标准要求具备的

跨界的、综合的素质仅仅依靠有限的学科专业体系难以养成。

依据数据探究理论,在信息化的环境或者大数据的环境下,每个人面临着两个世界,一个是现实世界,另一个是和现实世界一一对应的大数据世界,科学问题及其解决的途径同样存在于大数据世界,因此贯彻数据探究教育理念,是信息时代提高科学素质水平的重要途径。

贯彻数据探究应该注意以下几方面问题:首先要激发学生对于大数据世界的好奇心。对数据和数据工具的好奇心是信息时代探究的新内涵。在贯彻数据探究理念的时候应该注意保护和激发学生的好奇心。其次,要培养学生使用当代的“瓶瓶罐罐”(手机、数码相机等设备)进行探究,这是提高学生科学信息素养的基本途径。再次,在各类课程与活动中注意混合使用传统的科学手段和信息技术手段,因为在探究过程之中善于混合使用各种工具或者手段是有效解决科学问题的重要能力,也是科学素质水平高的重要体现。

结束语

探讨破解大数据时代的科学教育难题的途径涉及大而复杂的社会问题,仅凭经验而没有理论的指导是难以理解与完成的。数据探究理论为有效提升科学信息素养水平的教学实践提供了理论框架。对于学科教学、综合活动教学的信息化提供了理论指导,也为信息技术与课程的深度融合提供了一种途径与方法。应该注意的是,数据探究、学科理论探究和实验探究是人为划分的,实际的问题解决过程应该是这三种探究的混合运用。当前数据探究理论主要在跨界的综合类课程与活动中进行了研究与实践,今后在学科专业课程中进行行动研究同样具有现实意义,因为数据探究与其说是一种适应大数据时代的手段和途径,不如说是大数据时代的一种生活理念和生活态度。@

参考文献

- [1] 项华.信息技术与中学物理教学整合[M].北京:北京师范大学出版社,2013,9.
- [2] 项华,陶春.播种未来科学家的种子——北京市东城区青少年科学院数码探科学大赛优秀案例集[M].北京:科学出版社,2015-5.
- [3] [印度]西蒙(Soman)等著.范明,牛常勇译.数据挖掘基础教程[M].北京:机械工业出版社,2009.

(作者单位:北京师范大学物理学系 北京景山学校)