

编者按: 从科学知识的传授,到科学方法的培养,再到科学素养的形成,科学教育目标经历了不断发展完善的过程。为了提升青少年的科学素养,自上世纪80年代以来,世界上的科技大国相继制订了提升国民科学素养的计划,例如1995年,美国出台了历史上第一部国家科学教育标准(National Standards of Science Education, 1995),英国于2000年颁布了《国家科学课程标准》(Science in the National Curriculum),中国科学技术协会于2002年提出实施“2049计划”等,核心都是通过科学探究培养青少年学生的科学素养。细读美国、英国等世界各国的科学素养提升计划与课程标准,我们发现科学探究是其中的热门话题。2001年,我国颁布的《小学科学教育课程标准》明确指出“科学学习要以探究为核心。探究既是科学学习的目标,又是科学学习的方式”。数字化的时代,数字技术除了呈现科学信息之外,如何实现对探究数据的收集、整理、分析,培养学生良好的科学方法与态度,是时代赋予科学教育的新内涵。

本期热点我们邀请了华南师范大学教育技术学院副院长赵建华博士、新加坡艾迪科技创新私人有限公司总裁陈家才博士、广州爱迪凯兴信息科技有限公司封士将先生,分析信息化时代国内外科学教育的现状和特点、基于数字化探究的科学教育理念等,并向读者分享一些典型的基于数字化探究与科学教育的典型案例,分享数字化时代的科学教育。

基于数字化探究的科学教育

李杭州¹ 赵建华² 陈家才³ 封士将⁴

(1 广东省教育技术中心 广东广州 510245; 2 华南师范大学教育信息技术学院 广东广州 510630; 3 Addest Technovation PTE Ltd 新加坡; 4 爱迪凯兴信息科技有限公司 广东广州 510400)

数字探究: 信息化时代的科学教育新形式

访谈者: “知识就是力量”,这句话在过去很长一段时间内,是教育的口号,对科学教育影响尤为明显。不断的实践与反思中,科学教育目标不断的完善。请问几位专家,现阶段的科学教育目标有哪些新的特征?

赵建华: 我觉得应该首先回到课程标准中,从课程标准的角度看科学教育的目标。我国中小学“科学新课程标准”中均明确提出科学教育的宗旨是培养学生的科学素养。当前,我国学生科学素养的培养主要通过《科学》课程完成(当然还包括课程外的科普活动等)。新课程标准所提出的科学教育目标包括六大理念,即科学课程要面向全体学生、学生是科学学习的主人、科学学习要以探究为核心、科学课程的内容要满足社会和学生双方面的需要、科学课程应具有开放性、科学课程的评价应能促进科学素养的形成与发展。我国“科学新课程标准”是对“自然教学大纲”的替代。从课程目标、课程内容、教学组织方式、教学评价等方面看,我国科学教育的理念和方法已经得到了较大发展,主要体现在重视学生科学素养和探究能力的培养与发展上。2003年我国政府提出实施“全民科学素养行动计划”(简称2049行动计划),其中对我国科学教育的目标进行了明确规定,即到2049年使每一个公民都具备起码的科学素质。该行动计划着

眼于全体公民,要面向社会各个阶层、各种职业、各年龄段和全国所有地区的所有公民,要为他们提供平等的接受科技教育、提高科学素质的机会和渠道。

美国著名的、旨在全面普及科技教育的、使美国人人具备科学素质的“2061计划”,主要通过对中小学生学习进行科学教育,使科学素养成为未来美国公民的一种内在品质。《美国国家科学教育标准》对科学素养进行了界定,即“一个人对日常所见所历的各种事物能够提出、能够发现、能够回答因好奇心而引发出来的一些问题”,即能够对一些自然现象进行描述、解释甚至预言,能读懂通俗报刊刊载的科学文章,能识别国家和地方决定所赖以为基础的科学问题,并且能提出有科学技术根据的见解。因此,美国科学教育的目标是培养学生在将来的生活、学习、工作中以一种自觉的科学思维习惯、科学态度、科学精神去面对和解决所遇到的问题。从本质上说,美国的2061计划是一种教育改革计划,即STEM(科学、技术、工程和数学)计划。欧盟于2001年推出“科学和社会行动计划”,以进一步提高欧盟国家公众的科学意识,科学技术政策制订更接近公众利益,要让所有公共政策的制定以科学研究为基础。该行动计划的主要策略是科学传媒,即通过建设科学传播的渠道实现科学的有效传播,进而提高科学意识,为科技政策

的制定奠定基础,最终实现科学、技术与社会的融合。

从国内外科学教育所提出的目标看,在信息化时代它们所体现出的共同特点是利用信息技术手段,通过改革传统科学教育,更好地培养学生的科学素养。

陈家才:科学教育的目标是培育具备科学素养的社会公民。在信息化时代,二十一世纪胜任能力(21st Century Competencies)无疑是当前教学最热门的话题。二十一世纪胜任能力的基准提倡培养:(1)有自学能力的学生(Self-directed Learner);(2)有信心的人(Confident Person);(3)有社会意识的公民(Concerned Citizen);(4)积极的贡献者(Active Contributor)。虽然这些基准不是专为科学教育所创设,但是朝这个大方向去培育修读科学的学生是很有意义的。

封士将:很多国家的科学课程标准将“科学探究”作为教学内容看待。我认为科学探究不仅是科学素养的重要内容,更是一种问题解决能力的培养。问题解决能力不单单有利于求学考试,更会让学生在进入社会后,做研究者发明新东西、当医生为病人看病、做律师为人打官司、做商人为寻求有利可图的生意等都能更好地完成工作目标。

访谈者:美国的《面向全体美国人的科学》提出:“在21世纪,无论社会还是个人要想成功地发展,全民及个人的科学素养至关重要。”我国科学课程改革首要目标就是“全面提高每一个学生的科学素养,几位专家也在上面的文题中谈到科学教育中的科学素养目标。请问,在信息化时代,科学素养包含了哪些时代性的内涵?”

赵建华:科学素养与科学教育目标是相互联系、相互依赖的。对于这个问题的回答,应该首先理解什么是科学素养。国际经济合作组织(OECD)认为,科学素养是运用科学知识,确定问题和做出具有证据的结论,以便对自然世界和通过人类活动对自然世界的改变进行理解和做出决定的能力。关于科学素养的组成,国际上普遍将科学素养概括为三个组成部分,即对于科学知识、科学的研究过程与方法、科学技术对社会和个人所产生影响。在信息化时代,学生科学素养的基本构成并未发生改变,但是其内涵会发生变化,主要体现在学生应学会运用信息技术手段提升自身科学素养的要求。

陈家才:我认为科学素养至少包含三个组成部分。第一部分是对科学知识的了解程度。第二部分是对科学探究学习的了解程度。第三部分是探究精神,就是质疑、独立思考、评价、证实、和在处事和解决问题时一定要根据有关的数据去分析和做结论。以上所提的科学素养

是基本而不是在信息化时代才须培养的。

封士将:信息化时代,信息、知识变得触手可及,“知识”作为教学目标的重要性在降低。技术已渗透到我们教与学的各个环节,掌握数字化的数据收集、分析工具,是科学素养的新要求。Facebook、twitter、微薄、微信等自媒体的普及,科学精神,尤其是质疑、独立思考能力越显重要。近期国家之所以大力开展打击“网络谣言”,就是因为“自媒体”的信息,很多人根本不去质疑、分析其真实性及可能造成的危害,就信以为真并加以评论、转发。

访谈者:各国的科学课程标准都提到探究是培养学生科学素养的重要手段。信息化时代,数字化技术为科学探究提供了更多的技术支持,能完成一些传统探究手段无法完成的试验项目。请问基于数字探究的学习与传统的探究式学习相比,有哪些实际性的突破?

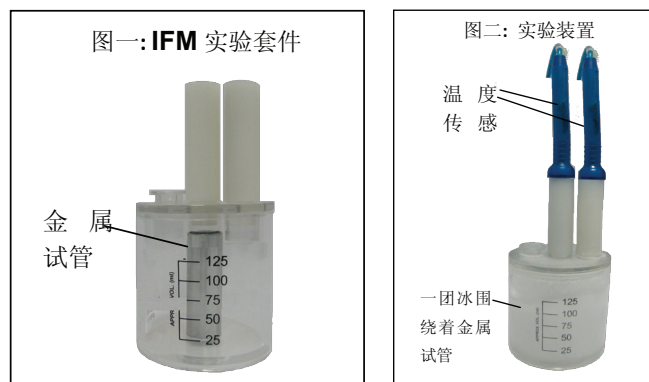
赵建华:科学教育的核心是要培养学生发现问题,并能运用科学方法解决问题的能力,即学生能够根据问题情境,对问题进行分析,设计问题解决过程,并通过一定的仪器设备获取相关数据,在逻辑推理、分析判断的基础上解决问题。但在我国传统教学过程中,老师不善于将问题解决的主动权下放给学生,而更加习惯由老师提出问题,让学生回答。在这种情境中,学生是被动的跟随者,难以发展主动发现问题的能力。现代教学理论,尤其是21世纪技能培养,都特别强调学生主动作用的发挥。要求教学真正实现学生为中心,学生是学习的主体,是学习过程的积极参与者。科学教育中的数字科学探究能够为学生提供良好的问题解决环境。在这样的环境中,教师能够更好地组织学生参与问题解决过程。通过设计各种类型的探究实验,在实验过程中收集各种数据,在对实验数据分析的基础上,学生能够更加科学地发现新问题,并形成科学求解问题的思维、习惯和能力。

陈家才:数字探究技术的应用,学生能在实验中通过数字化仪器轻易地采集非常丰富的数据。再加上专为数字化时代设计的探究学习教材和专为数字化仪器设计的实验套件,就能让学生通过所采集到的丰富数据去获取许多书本以外的知识。

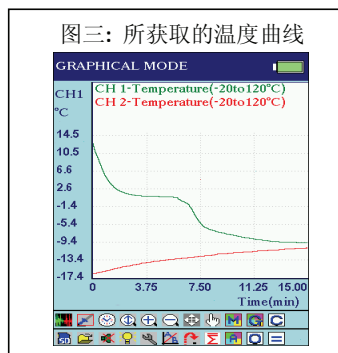
举个例子,学生能用采集器和温度传感器同时获取几个不同地方或物体的温度曲线,这比起人工在有限时间内用温度计能采集到的数据强多了!其实,一分钟时段的曲线可包含6,000个或更多的温度读数,远远超出传统温度计所能提供的信息。又比如在传统的化学实验中,学生只能通过石灰水颜色的变化来断定二氧化碳是

否产生但不能测量其量,而数字化的二氧化碳传感器能将一个不明气体内百万分之一的二氧化碳轻而易举地分辨出来!

让我们通过一个案例具体地了解如何通过数字化采集器、传感器和专为数字化仪器设计的实验套件去探索水变冰的课题。



这个 IFM 实验套件(图一)能将金属试管内的室温水冷却至 -10°C 左右以让学生探索水变冰的现象。整个实验装置如图二所示有一团冰块紧紧围绕着金属试管促使其内的室温水放热一直到结冰后温度还继续下降至 -10°C 左右。



插入冰块和室温水温度传感器让学生获取如图三的两个温度曲线(金属管内水及冰的曲线是绿色,而金属管外冰的曲线是红色),让学生去探索在水结冰的过程中温度和热量的变化。当然,这还需要适当的探究学习教材来引导学生建构有关水变冰的过程中温度和热量变化的概念。

封士将: 基于数字探究和基于传统仪器的探究是互补的,但数字探究实验系统,有其明显优势,能解决一些传统探究试验中难以解决的问题:(1)节约数据测量时间,使探究实验课的重点落在数据的分析、应用、评价上。如传统实验往往包括数据记录、数据手工计算、描点成线等工作,占用大量课堂宝贵时间;(2)能探究传统装置复杂、成功率低的实验,使用数字探究系统,

则简单很多,比如上述陈博士举的例子就是这样;(3)能做传统设备无法做的实验。数字探究系统中,有氧气、二氧化碳、溶解氧等很多传感器,植物的光合作用、动物的呼吸作用、水中生物的光合作用等,原来只能作为知识讲解,有了这些传感器,教师可以容易地组织学生开展科学探究实验了。(4)支持更多的定量实验。传统实验室更多用 pH 试纸来定性测量溶液的酸碱度,而数字探究实验系统中的 pH 值传感器,不仅可以定量精确测定溶液 pH 值,酸碱中和滴定的实验会让学生觉得又简单又神奇;(5)支持连续实验数据的采集。数字探究系统不仅仅可以测量 1 秒钟内变化 10000 次的数

基于数字化探究的科学教育应用案例

访谈者: 根据几位专家对数字探究的描述,数字探究优化了科学探究的过程,学生不必再去花较多时间设置实验装置、创造实验环境等,可以把更多的精力去探究科学现象的本质。请问,支持基于数字探究的实验系统一般由哪些部分组成?

赵建华: 按照科学素养的构成要素,发展学生的科学素养,需要从掌握科学知识、科学研究的过程和方法、科学对社会和人的影响三个方面做出努力。掌握科学的探究方法,对于培养科学情感和态度、掌握科学研究的能力具有重要作用。因此,发展学生的科学探究能力是科学素养的重要组成部分。

在信息化时代,利用数字探究系统支持学生发展科学探究能力具有积极的作用。简单直观、易于操作,并能够为学生科学探究活动提供参考建议的,或者有可供参考的成功案例的数字探究系统才能更好地用于支撑学生的科学探究过程。

陈家才: 支持数字化探究的系统包括有助于数字化探究学习的科室设备、有利于收集和分析数据的数字化仪器、专门为数字化探究而设计的教学资源以及适当的探究学习典范。课室设备应该便于学生与学生、学生与老师之间的交流,也便于使用所选的数字化仪器,而所选的数字化仪器简单易用又精确。所采用的数字化探究教学资源应通过有关的课题培养学生思考和分析能力,并灌输正确的科学态度。所采用的探究典范应简单实用,把激发、探究、解释、应用和评估这几个准则自然而又紧密地融合在一起。

封士将: 数字化探究系统应该是在上世纪 90 年代初,

随着信息技术发展渗透到教与学过程而出现的,至今已有超过20年的历程。我认为一个完备的数字化探究系统,应该包括以下几个部分:(1)传感器。数字化探究系统的核心是传感器,也就是数字测量仪;(2)数据采集器。它有两个作用,一是将传感器测量的信号从模拟转为数字便于电脑识别,二是进行信号采样。数据采集器一般分为连接电脑使用和户外移动式采集器两种;(3)数据分析软件。主要是将测量到的数据通过显示器显示出来,并提供数据分析(如微分、曲线拟合等)工具;(4)实验附件及套件。为提高产品易用性、刺激老师和学生使用兴趣而研发的仪器装置;(5)探究教程。探究教程是与相应数字化探究系统、教材相配套的科学探究教程。主要作用是让教师从模仿开始,逐步开展创造性的科学探究实验;(6)探究课程。探究课程是为学生进行探究学习开发的、基于虚拟探究实验而优化的数字化探究学习的课程,它是数字化探究系统的重要补充。

访谈者:在数字化技术的持续推动下,科学教育对科学现象原本的探索越来越深入,越来越多的科学教育工作者开始研究数字化技术与科学探究的有效融合策略。请问国内外有没有这方面的优秀案例?

赵建华:国际上这方面的案例非常多,我举两个例子。第一个例子是WISE(基于Web的科学探究环境),它是由美国学者Marcia Linn和Jim Slotta领导的研究团队开发的一个科学探究学习环境,由美国自然科学基金(NSF)在1998年开始资助的一个项目,最初经费为118万美元,其目的是为了开发一个支持教师终身教育的、基于Web的集成环境,由美国加州大学(UC)伯克利分校教育学院开发完成。后来WISE发展成为能够向K4~K12的学生、教师和研究者提供在网络环境中开展科学探究教育活动的系统。2003年,WISE研究团队的TELS项目获得NSF提供的995万美元资助,为开展WISE的后续研究奠定了基础。TELS项目是为了探讨如何在科学教育中应用技术支持的学习,并在WISE系统中专门为TELS创建了面向K5~K12学生而开设的地球科学、生命科学、物理科学、生物学、化学和物理等学科的探究课程。目前WISE在美国、中国、德国、挪威、新西兰、日本、丹麦等国家进行了应用,并取得了诸多研究成果。另外,香港、澳门、台湾等地区也有一些学校参与到该项目的相关实验。

第二个例子是科学教育中的“桥的设计”。苹果iPad中有一个App,采用游戏的形式设计桥梁,其中蕴含了丰富的力学知识。在国内外科学课程中,都有学习和设计“桥”的内容。学习者会学习力学和桥梁设计知识,

并亲自动手设计“桥”。在该过程中,学生不仅会学习到科学知识,还涉及材料、结构等知识。在设计和实验过程中,会遇到很多问题和难题。他们通常会采用讨论、采访专家等途径从事问题解决。2013年,Intel公司推出了一个基于“桥”项目学习的视频宣传片。在一个集成触摸墙(替代黑板)、平板电脑、网络学习集成管理系统、远程通讯、3D打印等的现代化课堂中,师生共同开展关于“桥”的项目学习。学生、教师、异地专家等在先进技术的支持下开展了基于项目的互动学习。通过小组讨论、个人反思、远程交流、实验探究、师生互动等活动,学生小组圆满完成项目学习目标。

上面两个例子,信息技术在科学教育中扮演重要角色,正在发挥越来越重要的作用。信息技术不仅在手段上对科学教育提供支撑,学生也可以运用信息技术提高开展科学探究工作的效率。

陈家才:在科学教育中,探究学习与数字化融合在一起的最自然做法就是让学生基于用数字化仪器和实验套件所采集的数据来做有关的探究学习。

由于一般老师和学生不太熟悉基于数字的探究学习,我建议起步时应朝向指导性探究学习而不是开放式探究学习让学生在广泛的知识领域中自己去探索。另外,也应该采用简单实用的数字化仪器和实验套件,把设置实验所需要的时间降到最低,同时也减轻老师的心理负担。

新加坡起步时,在中学(四年教育)大力提倡“4-2-2”计划,就是全体中一和中二的学生两年内至少得上4堂指导性探究学习综合科学课,而全体中三和中四的理科生两年内至少得上2堂物理,2堂化学,2堂生物指导性探究学习课。

同时,我们也在小学大力提倡“4-4-2”计划,就是全体小三和小四的学生两年内得上4堂初小指导性探究学习科学课,而全体小五和小六的学生两年内至少得上4堂高小指导性探究学习科学课,再加上小学毕业前得通过2次的实验技能评估。

此“4-2-2”和“4-4-2”计划相当成功,不但让探究学习渐渐成了一种常用而有效的学习方法,也激发了一些老师和学生去尝试更有挑战性的开放式探究学习。

封士将:数字化探究实验室已在欧洲(尤其是英国)、美国、日本、香港、新加坡等发达国家和地区推行十年以上,例如在美国、英国、香港和新加坡,应用传感器的探究实验已经写入课程标准。许多发达国家在小学教育中,非常注重儿童的直接经验,为学生提供相当数量

的学习材料和用具,实施以儿童需求为中心的经验型课程。

科学探究不存在固定模式,不同的研究者和课程设计者均在相关理论的指导下建立关于科学探究的教学和研究模型,在此基础上进行课程和教学设计,在实践过程中开展对学生科学探究能力发展以及有关影响因素的实证性研究,通过实践过程和结果的不断总结和反思,达到科学教育的目的。

数字化探究的问题与趋势

访谈者:因为教育理念、教师个人教学喜好的不同,在教育信息化过程中,新技术的推广应用时会面临一些质疑。请问基于数字化探究的科学教育在实践中遇到的问题和困难是什么?

赵建华:在科学教育中应用数字探究所遇到的主要问题是教师如何组织有效教与学、如何有效组织学生参与科学探究过程中。这个问题的根源还是采用什么样的教学理念开展科学教育,即以教师为中心还是学生为中心。数字化学习环境为学生从事科学探究提供了良好的环境,教师应组织学生参与发现问题和解决问题过程中,更好地发挥学生的主动性,而不是为学生包办一切。

陈家才:主要问题和困难在于:缺乏适当的探究学习教材和实用的学习典范、数字化仪器难用、实验数据不精确导致错误的分析和判断、实验设计太复杂不能在适当时间内完成。

在新加坡我们和接近九成的学校共同搞探究学习达十二年之久,已克服了很多应用实践中所碰到的问题和困难。简单的说,我们采用较简单而实用的学习典范,为所需探究的课题特制教材而不是东抄西凑,采用小孩也会使用的数字化仪器和较精确的传感器,以及采用专为数字化仪器设计的实验套件。

封士将:陈博士所提到的问题和困难也是国内的现实情况。任何一项新技术在教学应用的推动总要经历一个过程,中间甚至有很深刻的教训。据了解,虽新加坡的科学教育在亚洲排名居前,但在推动数字探究方面也曾走过一段弯路。2002年新加坡曾通过国际招标一次性采购超过800万新币(约合人民币4000万)西方国家某品牌数字探究实验系统,配备给所有中小学,后来发现使用率极低,大部分学校甚至三年内没使用过一次。今天新加坡所有小学、中学已将数字探究实验系统完全融入了日常教学,将数字探究实验系统和传统实验仪器一样,作为学生实验考核的内容。

据我了解的国外情况,国外往往是小学购买数字探

究实验系统最多,使用效果最好,然后初中次之,高中也多处于“资优学生”科技创新应用的范围。之所以这样,是因为:科学素养、动手能力、创造性思维从小学开始培养更重要也更容易;小学生“爱玩”的天性决定更应该重视“探究实验”教学;小学生的课业负担轻、升学压力低,且课时比较灵活;小学的科学探究实验操作起来简单很多,甚至大部分实验通过数字探究系统几秒到几分钟就可以轻松完成。

访谈者:教育信息化新生的概念和模式不断涌现,有人认为有跟风的嫌疑,信息技术更新太快,有时候大家还没来得及细细体会,新思维又出来了。请问你们是如何看待基于数字化探究的前景?

赵建华:信息技术更新的速度非常快,伴随而来的是适应信息技术发展而产生的新思想和新理念。通常说来,一项新技术的产生到其在教育中应用并产生效益,中间会有一段较长的时间间隔。同其它领域相比,由于新技术的不断涌现和与其相伴而生的巨大教育潜力,教育信息化领域会不断出现新的理念、思想和理论。但不是说这个领域是“跟风”。新理念、思想或理论的产生,总是根植于领域研究者长期研究的产物,是一个不断沉淀的过程。一个领域如果没有新理念、新思想的产生,这个领域可能已经失去发展的生机和动力。按照这一判据,教育信息化领域则处于蓬勃发展期,蕴含了巨大的生命力。事实也是如此!研究者在该领域的辛勤探索、一线实践人员正在利用信息技术改变传统教与学过程中。作为该领域中的一员,无论是研究者还是实践者,都应积极适应领域的这一特点,并为领域的发展贡献力量,而非被动适应领域研究与实践的发展。从这一层面上将,基于数字探究的科学教育绝不是“跟风”的产物,而是为科学教育插上翅膀,为学习者提供一种理想的探究环境,更加有利于培养和发展学生的科学素养。

陈家才:西方国家提倡的一些探究学习典范例,如5E Learning Model - 5E学习典范(Engage - 激发、Explore - 探索、Explain - 解说、Extend - 应用、Evaluate - 评估)是很有意义的,学习效果也很好。但一些教育学专家会一窝蜂式地将经典的学习典范重新包装,各自添加新点子,弄出一大堆类似又复杂的“新”教学典范,把教育学弄成高深莫测。

对一个执业老师来说,了解5E Learning Model的意义和精髓远远比跟风和炒作最时髦的学习典范更重要。因为时髦的典范会层出不穷,盲目地采用让老师和学生更迷惑,只有负面的意义了。5E Learning Model虽很有效,但一般需要很多节课几个星期的周期才能把

一个课题搞定。这在一些西方国家问题不大，因为老师不太被课程规范所限制，能腾出较多的课堂时间让学生探究一些自己认为很重要的课题。在国内这样的做法可能行不通。

封士将：我认为无论是传统的或是基于数字探究的科学教育都应着重于“科学概念”的建构和应用。当然，数字化探究系统能为学生提供传统仪器所不能获取的数据，达到更好的学习效果。从这角度看，基于数字探究学习的前景无疑是好的，就如以上我答问题二时所说，学生能通过所采集到的丰富数据去获取许多书本以外的知识。但从另一角度看，在信息化环境下，学生通过手中的数字化仪器下载大量的信息，为了将信息在短时间内看完，“速读”也渐渐成为读书的习惯，“速读”意味着快速往前看，尽量接受和记忆有关的内容，不但大大降低对知识的了解程度，也往往导致对科学概念的误解。

所以我强调在信息化环境下，应通过探究学习培养“质疑”和“证实”的科学精神，使到学生对任何获取的信息都抱着一种质疑的态度，一直到信息内容被证实后才接受和采用。

访谈者：技术的进步会带来理念的更新，数字探究技术的应用也必将引领科学教育走上一个新的台阶。请问基于数字化探究的科学教育从理论、技术、应用来看，将来会出现哪些新的发展方向？

赵建华：科学教育同技术进步的联系是非常紧密的，因为科学教育本身对技术进步就是非常敏感的。数字探究技术从本质上讲是对科学教育内涵的丰富，把过去费时、困难的探究过程变得便捷、简易，方便了对科学概念、知识的认识和理解。但在科学研究中运用的发现问题、方法与设计、观察思考、数据获取与分析、逻辑推理等素养，仍需要学习者在实践中持续锻炼和培养。从今后发展方向上看，基于数字探究的科学教育会在理论、方法、过程、环境等方面形成新的成果，主要包括在理论上会形成揭示支撑数字探究科学教育规律的理论；在方法上逐渐形成适应数字探究科学教育的新方法和新模式，同时随着技术的进步，支持数字探究的方法也会不断丰富和完善；在数字科学探究过程方面，更加注重学生的观察和分析，为学生的不仅是结果，更要揭示结果产生所伴随的物质、性质、结构或者要素等的变化细节；在环境方面，则会根据科学教育的需要而不断完善，即方便学习者探究，也能够培养他们的人文素养。

陈博士：我最期待的是通过我们国内外科学教育的共同体对科学探究学习所做出的努力，学生将来能以科

学家的思维去质疑，探索和解决问题。我也很期待国内外的科学课本在内容方面能突破以描述方式“记录”科学概念和原理的传统风格，用扎实又生动的方式将科学概念和原理的真正意义具体地呈现出来。

封士将：我觉得：（1）技术上。传感器方面会出现一些迎合教学需要的新的传感器：如酒精传感器测量人呼出气体的酒精浓度，空气 pm2.5 传感器等等；数据采集器方面，基于 IOS 的苹果 IPAD 以及 Android 的平板电脑会逐步成为采集终端，因为其轻便、牢固、待机及工作时长、无开关机时间等。（2）应用方面。小学的应用应越来越普及，使用效率和效果会越来越好；高中数字探究在当前高考压力下，相当长时间不会有高使用率；数字探究的网络课程会越来越多，它是解决数字化探究实验中耗时过长问题的最有效途径；国内会出现越来越多极具创造性的探究实验案例；会出现越来越多专门为培养“资优”学生设计、组织实施的“宽度一尺深度一丈”的探究实验。

责任编辑：林君芬

往期热点：

- 1、2 期：电子书包：探索个性化教育的新模式
- 3 期：交互技术构建高效互动课堂
- 4 期：颠倒课堂：教育技术应用新热点
- 5 期：云计算助力教育信息化生态发展
- 6 期：交互式数字教材：数字化教学资源的新形式
- 7、8 期：网络协同教研促进教师专业发展

下期热点：新技术环境下的“网络学习空间人人通”