■读以致用

科技是国家强盛之基,创新是民族进步之魂。习近平总书记曾多次发表讲话,对把握科技创新与发展大势,普及科学知识和提高科学素质提出明确要求。为深入学习贯彻习近平总书记关于提高全民族科学文化素养和做好科普工作的重要论述,全国政协教科卫体委员会近日组织开展"科普走进生活"读书群活动。本刊编发部分委员畅谈教育助力科学素质提升的相关文稿,以飨读者。

——编者

"科普走进生活"读书群·提升基础教育阶段科学教育水平①

主持人:朱之文 全国政协教科卫体委员会副主任,教育部原副部长

抓好基础教育阶段科学教育 全面提升青少年儿童科学素养

朱之文

科学教育主要是与传授科学知识、培养科学人才、提高科学素养、塑造科学精神有关的教育活动。在人类社会发展进程中,科学发挥着至关重要的作用。历史一再证明,科学对人类生产生活及其制度变迁的影响是持久的、深远的、全方位的,在特定时期甚至会加速乃至决定人类历史的进程。特别是近现代以来,科学成为经济发展的引擎,被认为是第一生产力。组织实施好科学教育,对于提升国民素质、促进人力资源开发、支撑科技创新、增强国家综合国力和国际竞争力至关重要。

基础教育是现代国民教育的根基,是为人的终身发展打基础的教育。实施科学教育,是学校教育的重要内容,是基础教育的重要职责。我国现代学校教育与传统书院教育、私塾教育的一个重要区别,就是开始系统化实施科学教育。科学以认识客观事实和规律为基础,本身是价值无涉的。从这个意义上讲,科学教育具有跨文化属性。纵观全世界,几乎各国都重视基础教育教育阶段的科学教育,都在致力于提高科学教育的水平。

科学是一个包括大量事实、概念、公式、定律等在内的庞大知识体系,是人类认识世界、改造世界成果的结晶。一方面,科学包罗万象,且在不断发展、不断突破,具有多样性、动态性、不可预见性。另一方面,科学方法、科学态度、科学精神、科学价值是恒久的、稳定的,古今中外是相通的,这些都是科学取得进步并发挥正向作用的基础。基础教育阶段的科学教育,不仅要传授孩子们科学知识,还要注重激发科学兴趣,培养科学精神,提升广大青少年儿童的科学素养。无疑,这是一项很有意义的工作,同时也是一项十分艰巨的任务,涉及课程、教师、评价、条件保障等方方面面,需要进行系统的谋划。

改革开放以来,特别是进入新世纪以来,我国对基础教育阶段科学教育高度重视,在条件改善、课程优化、师资队伍建设、评价方式等方面做了大量探索,取得显著成效。比如,通过实施一系列重大基础教育工程项目,大力推进中小学办学条件标准化进程,为广大中小学校建设了实施科学教育所需的实验室、配备了必要的教学实验仪器设备,千方百计保障中小学校按国家课程标准开足、开齐、开好科学课程;比如,进入21世纪以来,在历次基础教育课程改革中,根据不同学段学生的年龄特点、认知规律以及科学发展的最新动态,对中小学科学课程教材作出优化,并在课时安排、课程编排及实施方式等方面作出改进;比如,通过开展国培计划等各类中小学教师培训项目,加强对基础教育阶段科学教师的培训,帮助广大教师特别是"老少边穷"地区农村教师提升科学课程的实施能力;比如,在教育考试评价制度改革中,始终凸显科学课程的重要性,不断提高科学课程的命题质量,着力发挥好考试评价的"指挥棒"作用。比如,加强校内校外资源整合,注重发挥少年宫、科技馆、天文馆等各类校外资源的作用,形成科学教育的合力。

通过上述一系列探索,全国中小学科学教育的条件大幅改善、地位切实巩固、实施更加科学。从国家基础教育质量监测、国际学生能力测试(即PISA)的情况看,我国学生的表现整体上不错,在国际上居于领先水平,这也成为我国基础教育的一大优势。但同时也要看到,我国基础教育阶段科学教育仍面临不少困难和问题——

存在功利和短视行为。许多中小学校的科学教育主要以追求分数和升学率为目的,存在片面强化应试的倾向,对激发学生科学探究兴趣重视不够,对科学精神的培养不足。经济合作与发展组织(OECD)公布的2015年的国际学生能力测试(PISA)结果显示:"将来期望进入科学相关行业从业的学生比例",美国为38%,我国只有16.8%,还不及OECD国家的均值(24.5%)。

师资队伍跟不上。虽然我国中小学教师队伍学历层次有了明显提升,但科学教师的教学能力整体不足。有关调查显示,一些地方70%以上小学科学教师不合格;科学教师中,职前所学专业为科学教育的仅占6.6%,学理科的仅占22.9%。

课程整体优化不够。整体设计基础教育阶段科学课程,是提高科学教育质量的基础。从国际上看,大部分国家K-12(从幼儿园到高中)都有一个体系化的科学课程标准,而我国仍缺乏系统设计(目前分为三个阶段:即小学科学;初中科学与初中物理、化学、生物、地理并行;高中物理、化学、生物、地理),存在明显的学科壁垒,学科交叉融合不够,与不同年龄阶段学生的认知规律还不能很好地适应。

实验教学薄弱。有关调查显示,虽然中小学校普遍配备了科学实验仪器设备,但一些乡村学校由于师资缺乏等原因,理科实验课开设情况并不理想。2017年国家义务教育科学教育质量监测数据显示,在一个学期中,四年级学生报告从不做或只在有些课上做动手实验的比例为54.6%,物理实验课的开设情况尤为不理想。

科研支撑不够。目前,我国的自然科学基金及各类教育规划课题中,基本没有科学教育类的项目,从事中小学科学教育研究的力量薄弱,特别是一流科学家参与科学教育研究不足,对科学教育重大问题的深入研究不够。

针对中小学科学教育存在的突出问题,有几点思考和建议:

树立科学教育的正确导向。全面落实党的教育方针,把促进全体学生的科学素养发展、适应社会需要作为衡量科学教育质量的根本标准。以教育评价改革为引领,探索与各个学段学生身心发展规律相适应的科学教育评价方式,克服唯知识、唯分数,坚决扭转过度功利和短视的倾向,更加注重激发学生的科学兴趣、培养学生的科学精神,教育引导广大学生热爱科学、敬畏科学、探究科学。

整体优化科学课程体系。统筹小学、初中、普通高中各学段科学课程设计,加强上下衔接。探索以适当方式,实现不同学科课程的有机融合。紧跟科学研究重大进展和科技革命未来趋势,及时充实中小学科学课程标准。在试点基础上,探索在初中阶段实施科学教育综合课程。组织精干力量,深入研究科学教育重大问题,加强科学教育实验仪器和设备设施的研发,提高科学课程教材的质量。

着力补足师资短板。针对中小学科学教师素质偏低的现状,提高科学教师培养门槛,建立健全科学教师准入制度,在源头上从严把关。引导支持师范院校特别是高水平师范院校加强科学教师培养。出台鼓励政策,吸引"双一流"高校参与中小学科学教师培养。改进科学教师培训,培训课程充分考虑一线教师的实际需求,更加突出问题导向,更加注重提升教师教学教研能力,切实增强针对性实效性。

持续强化科学教育条件保障。虽然我国广大中小学校总体上具备实施科学教育的条件,但区域之间、校际之间、学科之间十分不平衡。特别是在许多中西部地区的农村学校,科学教育的条件依然十分简陋,难以满足实施新课程的需求。对此类地区的中小学校,仍需加大投入,持续加强理科实验室建设和科学课程实验仪器设备设施的配备,着力让所有中小学校都具备规范开展科学教育的条件。

加强科学教育资源整合。建立健全校外科技教育资源共建共享机制,进一步发挥各类科技馆、博物馆、天文馆等科普场馆和高等院校、科研院所、科技园、高新技术企业等机构的作用,整体服务于青少年儿童科学素养的提升和科技创新后备人才的培养。在科学教育实施中,鼓励各地各校结合实际,探索校外学习与校内学习有机结合,通过实地考察、研学实践、自然课堂、环保行动等途径,让科学教育更加贴近生活、贴近自然、贴近实践,努力让中小学科学教育课程更加鲜活,切实增强感染力、吸引力。

为了发挥科普基地的育人功能,让孩子们的业余生活丰富起来,全面提升未成年人科学素养,10月16日,浙江省金华市科协联合金华市市场监督管理局、金华广电总台开展"质量教育"主题科普一日行活动,组织25组亲子家庭走进森山小镇铁皮石斛健康科普教育基地、古婺窑火中小学质量教育社会实践基地,让学生通过玩中学、学中玩开拓思维和想象力,了解科普知识。

图为在中国铁皮石斛博物馆,讲解员给孩子们讲解铁皮石斛、热带水果、硅化木等科普知识。 (浙江省金华市科协提供)

在生活现象中培育孩子的科学兴趣

王欢

科学技术知识能够直接转化为生产力,科学方法和科学精神能够指导人们正确学习、利用科学技术知识,也能够促使科学技术向更广、更深、更好的方向发展。培根曾说:"思想是行动的先导,认识是行动的动力。"科学思想是人们尊重科学、相信科学、崇尚科学的思想基础,因此,要实现人们科学素质的提高,实现用科技提高生产力,实现科技创新,就必须培养科学思想。科普工作丰富多样的形式对普及科学技术知识,倡导科学方法、传播科学思想,弘扬科学精神起着重要的作用。

科学思想是科学思维的结晶,科学认识、科学理论的形成都是科学思维活动。基础教育阶段是学生认知能力、想象力、人格品德的形成阶段,是对学生开展科学教育的重要时期。这时期的科学教育应以培养学生的科学思维能力为主,让学生学会科学的思维方法。

科学教育不仅让学生理解科学知识的运用,也培养学生观察生活、提出问题的能力,帮助他们科学地看待世界。平时老师引导学生注意身边的现象,让学生沉浸在现象里,并会观察这些现象,提出各种问题。在老师的指导下,学生学会如何将问题进行筛选,选择可进行研究的问题进行深入思考,试着做出合理假设并尝试用科学的方法解决问题。结合生活中的现象进行科学教育能使学生对此产生浓厚的兴趣和求知欲,以学生的兴趣为切入点,引导学生自主探究,能促使他们形成重要的科学概念,学生们构建起一个知识、技能和良好的思维习惯的"储备库",从而确保他们具备有效地运用探究来获得发展的能力。

我们发现,老师通过对学生科学思维和科学方法的培养,很多学生在平时善于观察生活中的各种现象,并提出自己的问题和假设,还进行了小课题研究。这里特举几个我校学生在日常生活中培养起科学兴趣的案例——

案例一:365天日影测量"新"发现。二十四节气被正式列入联合国教科文组织人类非物质文化遗产代表作名录后,两名六年级学生想知道一年的日影变化规律是不是像古人说的那样,随着节气变化而变化的。于是,两个孩子去河南登封观星台和北京建国门的古观象台进行实地调研,了解了测量日影的工具的工作原理及制作后,开始了他们长达一年、不间断地日影测量。他们从2019年10月28日到2020年10月28日,每天中午用一根30cm的铁杆、纸尺、水平仪、棋盘和正午时刻表,在学校里测量读数、记录、照相。分析测量数据趋势后他们发现:冬至(12月22日)的日影最长,接收太阳辐射最少,这验证了二十四节气中冬至是进入寒冬的开始。从立夏(5月5日)那天开始,日影长度越来越短,温度越来越高,天气越来越热。也验证了二十四节气中的立夏标志着天气逐渐变热。冬至和夏至的日影长度,变化趋势比较平缓,温度变化不大,验证了古人的总结:冬天和夏天历时比较长,穿冬装和夏装的时间长。秋分附近的日影长度变化比较快,温度变化也快,也验证了在日常生活中,经常出现前一天穿短袖、后一天穿"棉袄"的现象。两个孩子通过实地测量与长期观察,验证了日影与古人创立的二十四节气和一年分春夏秋冬有密切的关系。

案例二:"蜘蛛侠"爬墙现象背后的探究。一名六年级学生在卫生间洗脸刷牙的时候,发现一只蜘蛛从墙上慢慢爬下来,产生了疑问,为什么蜘蛛能在墙上自由自在地移动而不会掉下来呢?他在询问家长、查阅资料后发现大家对于这一问题众说纷纭,有很多种说法,妈妈说是因为蜘蛛脚上有吸盘,还有的说法是说蜘蛛是通过静电吸附力爬墙的,还有一种说法是蜘蛛通过足上细密的刚毛挂住墙上的微小水分子产生吸附力爬墙的,到底哪种说法是更科学的呢?孩子先仔细观察了蜘蛛足的结构,发现上面并没有吸盘,而只有两种刚毛,这两种刚毛分别有什么作用?通过对蜘蛛运动进行更细致地观察以及查阅资料,他知道了足上紧密的"短毛"是蜘蛛爬墙的关键,他又对蜘蛛为什么能爬墙设计了简单的实验,发现用吹风机将墙面吹的特别干燥后,蜘蛛只能爬一小段就会掉下来,而此时墙面的静电吸附力是比较大的,于是学生得出结论,认为蜘蛛不是用静电吸附力来爬墙的,而是靠足上的刚毛与墙面上的水分子产生的力来爬墙的。

案例三:对比养蚕的"新"发现。科学课上学习蚕的一生后,很多同学开始在家里养蚕。一名四年级学生发现城市的绿化树木很少有桑树。随着蚕一天天长大,它们的食量慢慢地增加,桑叶供不应求,于是,她让妈妈帮忙从网上订购了养蚕饲料,一部分蚕用桑叶喂养,一部分用饲料喂养。过了几天,她发现用饲料喂养的蚕的生长速度远远慢于桑叶喂养的蚕。又过了几天,吃饲料的蚕开始有死掉的情况,但吃桑叶的蚕却长得又快又大,没有发现死亡的蚕。于是,学生决定弄清楚饲料喂养对蚕生长周期到底有什么影响。孩子先后对8批次(400条蚕)进行观察、记录及数据的统计、分析。她发现,正常吃桑叶的家蚕一般是幼虫期25天左右,而饲料蚕总体的生长周期比桑叶蚕拉长20天左右,发病死亡的案例明显高于桑蚕。因此,这名学生得出桑叶喂养和饲料喂养的差别和影响,填补了网络上对于饲料养蚕的误区,并据此对比结论提出科学养蚕的合理性建议。

……

培养学生的科学思维能力帮助学生养成良好的思考习惯,学会和掌握正确的思维方法。这不仅提高着他们的科学素养、不断增长才干,还提高了他们的科学鉴别能力,从而指导他们在将来能够运用自己的智慧去进行创造性的工作。

科普教育作为学校科学教育的补充存在于各行各业中,途径也比较多,如科普展览、科普读物、科普讲座、科普影视资源等等。虽然资源非常丰富,但普遍提供的是以科学知识为主的,以点状的形式存在的内容,孩子们看到的更多的是科学事实的罗列。所以在科普教育中要着重思考的是如何利用丰富的资源,引发学生的思考,让学生体会到科学发现背后的科学思维方法,养成用事实说话,寻求方法解决问题的习惯去指导自己的生活和学习。

目前,科普教育也面临受到资本裹挟的危险。很多课外科普课程培训机构利用考证、参赛、获奖等目标对家长进行"利诱",让科普教育走调、变味。科普教育被功利化的现象弱化了提升青少年科学素养的作用,只有脚踏实地的科普教育,才能成为我国创新能力发展的源泉。所以,科普教育除了科学思想、科学方法、科学知识的传播,更要重视科学精神的传播,用科学家的实例触动学生,深刻地挖掘出其科学精神内涵,让思想道德建设和弘扬科学精神作为科普教育的内核。对青少年的科普和科学教育不是让每个人都成为科学家,而是希望每个人都获得科学的思维方式,成为终身学习者。

一个近期比较热门的新闻是儿子利用父亲的科研成果获了奖,还获得了去重点中学的机会。这就是将科普教育功利化的表现,如果科普教育工作以结果为导向,只求产出成果,就会忽视过程。这不仅不利于科研人才的培养,还会让学生的价值观产生偏差,严重偏离了科普教育的初衷。所以科普教育应植根于学生的生活,遵循孩子成长的规律,基于孩子的知识结构和认知规律,引导孩子发展科学思维、培养科学精神,这才是科普教育的真正方向。

(作者系全国政协委员,北京史家教育集团校长)

青少年的科学梦:

如何从兴趣变成志趣再变成志向

李有毅

新时代,科技创新被摆在国家发展全局的核心位置,成为引领发展的第一动力。习近平总书记关于"科技创新是牛鼻子"的重大隐喻以及"唯创新进,唯创新强,唯创新者胜"的深刻判断,时刻提醒教育界和全社会,科技创新人才培养是发展国家竞争优势、建设创新型国家的核心支柱。而基础教育阶段的科学教育在提高国民科学素养、培养创新人才中具有不可替代的作用。2019年6月中共中央、国务院发布《关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见》,明确提出"加强科学教育和实验教学"。

我们在实践中真正体会到,基础教育阶段的科技教育是何等重要。以我校为例,结合本校的实际,提出我们的科技教育的理念是"创新驱动,实践育人"。我们充分利用教委、科协的"英才计划""翱翔计划",后备人才项目和北京青少年科技俱乐部等相关高端项目,以学校科技创新工作室、萃智科技创新研学中心为载体,搭建教师研修和学生研究平台。并且与清华大学、北京大学等一些大学,以及中国科学院、中国科技馆等单位构建协同创新中心,联合探索普通高中创新人才培养的模式。我们还创建了第一个北京市普通高中重点开放实验室——化学实验创新中心,让学生自主实验,培养兴趣,努力把自己的兴趣变成志趣再变成志向。实践证明,只有把我们办学过程中,重视科技教育的理念,变成一个个可落地的行动,就可以达到五育并举,培养出合格的新时代的接班人。

然而由于应试教育根深蒂固的影响以及科学教育在师资队伍、实验教学等软实力上的先天不足,基础教育阶段的科学教育仍然处于弱势。根据我们的调查和观察,主要问题突出表现在以下方面:

首先,基本保障不达标和结构性失衡并存。调查发现,实验室建设缺乏科学规划、经费投入不足、实验室设备缺乏、实验开出率不高、实验室建设和管理不规范等问题仍然不同程度地存在着。

其次,师资队伍学历资格与专业资格错位现象严重。基础教育阶段科学教师的学历水平达标、但专业水平不达标的现象十分严重。调查发现,超过80%的小学科学教学是由语文、数学、思政、艺体等学科教师兼职承担的,而且他们中有很大比例的教师没有机会参加专业培训。这些兼职承担科学教学任务的教师有挤占科学教学课时的内外部动力。这种缺乏专业师资根基的科学教育,无论是质量还是效率,都是令人生疑的。

第三,探究式教学、实验教学以及科学素养很难得到落实。科学探究与实验教学是发展学生科学素养、培养创新人才的重要途径。研究发现,开展探究教学和实验教学的频次与创新意识水平之间具有显著的正相关。调查发现,科学探究与实验教学的实施程度低,尤其是初中地理、初中生物以及小学科学教师开展的频次更低。教学方法不当,缺少深入开展科学探究的机会,使得很多学生难以在真实的、自主的科学探究过程中发展创新精神与实践能力。大量兼职教师的存在导致实验教学资源利用率低,客观上加剧了学生科学素养发展的难度。

基于以上分析,就提升基础教育阶段科学教育水平建议如下:

首先,引导中小学校本化落实科学育人目标。科学教育的目标是通过持续提高学生科学意识、科学思维、科学研究能力以及创造性能力形成学生个性化的科学素养。发展学生科学素养,既要通过国家顶层设计制定满足未来需要的课程标准和具体政策,又要通过评价引导和激励中小学利用当地自然资源和科技资源开展科学教育;尤其是重视科学教育的校本化实施,形成具有学校特色的科学教育体系,创造性实现科学教育的育人目标。

其次,推动教师从形式达标转向内涵达标。提高国民科学素养、建设创新型国家客观上要求提高科学教师队伍专业化水平。扩大高校科学教师的培养比例、吸收具有科学专业背景的优秀人才以及对兼职科学教师进行专业化培训和资格考核,都是确保科学教师队伍加速、高质量发展壮大的有效途径。更为重要的是,要利用好很多科学教师的跨学科专业特征,变不利条件为新的发展优势,通过实施科学教育参与的跨学科教学深入推动STEM+教育的深入实践,在发展学生科学素养的同时提高学生的远距离联想能力,从而更好地发展学生科学思维水平和创新实践能力,为党和国家事业培养更多德才兼备的拔尖科技创新人才。

第三,用好新高考和新中考指挥棒,深入推动科学教育方式变革。瞄准新高考和新中考,构建有利于推动育人方式变革、培养创新人才的综合评价体系和育人环境。新高考和新中考都明确提出增加考查学生思维水平、解决问题能力的试题比重,而科学思维、用科学知识解决复杂问题是考查的核心内容之一,因此新高考新中考背景下的应试能力提升与探究性教学和实验教学目标具有方向上的一致性。政府有责任利用好考试改革机遇,通过强有力的政策组合把科学教育引向探究式教学和实验教学的正确轨道上来。

(作者系全国政协委员,北京十二中联合学校总校长)