

探究式学习：含义、特征及核心要素

● “科学探究性学习的理论与实验研究”课题组*

提要 本文从探究式学习的基本特征出发，得出探究式学习并不强求学生活动的全方位探究性，从而避免对它的神化；通过论述假说的提出在科学探究和学生探究式学习中的核心地位，表明了科学探究式学习活动设计应该努力的方向，以避免在教学实际中对它的泛化。

新一轮国家基础教育课程改革的一个重要而具体的目标，就是要改变至今仍普遍存在的学生被动接受、大运动量反复操练的学习方式，倡导学生主动参与的探究式学习。在理科各科国家课程标准中，科学探究的意义以及如何通过国家标准促进探究式学习实施的问题，得到了普遍的重视。科学探究不仅被作为重要的理念强调、作为教学建议提出，而且被列入了课程目标和内容标准之中，作为必须实施的内容要求。这势必对教材编写和教学实践产生重大影响。然而，探究式学习在我国毕竟尚处于探索阶段，它所需要的教育环境条件，特别对教师观念转变、理解水平的要求等等，不是课程标准本身就能解决得了的。由此引发一系列困惑、疑虑、担忧也都是很正常的。当前，急需的工作就是要对有关的理论和实践问题进行梳理，对一些牵涉教学实施的重大问题进行思考、

作出回答，以保证课程改革的实效。下面就探究式学习的含义、特征和核心要素谈谈本课题组的一些学习心得和研究体会。

一、探究式学习的含义

在当今国际科学教育改革的热潮中，inquiry 是出现频率最高的几个关键词之一。英文 inquiry 一词起源于拉丁文的 in 或 inward (在…之中) 和 quaerere (质询、寻找)，按照《牛津英语词典》中的定义，探究是“求索知识或信息特别是求真的活动；是搜寻、研究、调查、检验的活动；是提问和质疑的活动。”其相应的中文翻译有“探问”、“质疑”、“调查”及“探究”等多种译法。与“研究”比较，在科学领域人们普遍接受的“探究”一词和英文原意更为贴切。就语义而言，据《辞海》(1989年

* 国家基础教育课程改革项目课题、广西教育科学“十五”规划课题。课题研究的重点是理科各学科教学中探究式学习的实施。课题负责人：罗星凯，课题组成员：刘小兵、徐学福、黄恕伯、唐力、刘炳升、冯容士、陈开云、邢红军、黄婧君、方兴、杨华等人；本文执笔人：罗星凯、李萍昌。

版)的解释,“研究”指“用科学的方法探求事物的本质和规律”,“探究”则指“深入探讨,反复研究”。从语感来说,“研究”一词似乎多了几分严谨、稳重,而“探究”则更有生气,更有动感,也更符合青少年学生的身心特点。因此,现在使用的科学探究具有双重含义。如美国《国家科学教育标准》中对科学探究就是这样表述的:“科学探究指的是科学家们用来研究自然界并根据研究所获事实证据做出解释的各种方式。科学探究也指的是学生构建知识、形成科学观念、领悟科学研究方法的各种活动。”^①之所以这样表述,乃是由于学生的科学探究式学习活动在本质上与科学家的科学探究活动有很多相似之处。在讨论科学教育的文献中,不管是使用探究(inquiry)还是科学探究(scientific inquiry)这个词,除特别注明外都是指探究式的学习活动而非科学家的探究。

二、探究式学习的特征

由于多种原因,人们在理解和实施探究式教学中容易出现两方面的偏差。一是对探究的泛化,另一是对探究的神化。前者就是随意地给一些人们早已熟知的教与学的形式贴上探究的标签,如一个从目的到内容再到方法、步骤,甚至连表格都画好了的实验活动设计,却不仅被冠以探究而且是自由探究的名称;后者则只把从问题的提出、证据收集主案的制订和实施到解释的形成、检验和结论的得出等等都是由学生自主发现、由学生独立完成的活动才归为探究。这两种理解都背离了探究式学习的本质意义,如不加以澄清和纠正,将极大地影响探究式教学的实施。

区别事物的基本方法就是把握它们的特征。要正确实施科学探究式的教与学,必须把握其基本特征。美国国家研究理事会2000年组织编写出版了一本专著,对科学探究式教与学的重要问题进行了比较系统、比较有说服力的阐述,其中,将探究式教学的基本特征概括为如下五个方面的内容。^②

1. 学习者围绕科学性问题展开探究活动

所谓科学性问题是针对客观世界中的物体、生物体和事件提出的,问题要与学生必学

的科学概念相联系,并且能够引发他们进行实验研究,导致收集数据和利用数据对科学现象做出解释的活动。在课堂上,一个有难度但又让人能尝到果实、足以引发探究的问题,能激发学生的求知欲望,并能引出另一些问题。比如,对于低年级学生,符合上述标准的一个问题可以是大黄粉虫幼体是如何对光做出反应的?对高年级学生,可以问:基因如何影响人的眼睛的颜色?而即使对高年级学生,提出今后一百年间全球气候将会如何变化这样的问题也是不合适的。这个问题虽具有科学性,但过于复杂,学生回答这个问题决不可能全面考虑预测范围内有关的证据和论据。学生可能只会考虑个别因素,如云量的增多对气候变化将产生怎样的影响;或者可能考虑一些因果关系,如气温升高(或降低)对植物、气流、天气将有什么样的影响。

2. 学习者获取可以帮助他们解释和评价科学性问题的证据

与其他认知方式不同的是,科学是以实验证据为基础来解释客观世界的运行机制。科学家在实验中通过观察测量获得实验证据,而实验的环境可以是自然环境如海洋,也可以是人工环境如实验室。在观察与测量中,科学家利用感官感知,或借助于仪器如望远镜延伸感官功能进行观察,甚至用仪器测量人的感官所不能感知的物质特性,如测量磁场。有时,科学家能控制条件进行实验;而另一些时候则无法控制,或者实行控制将破坏实验现象。这种情况下,科学家只有对自然界中发生的现象进行大范围、长时间的观测以便推断出不同因素的影响。可以通过改进测量、反复观察,或者就相同的现象收集不同类型的实验数据的方法提高所收集到的证据的可靠性。证据是可以被质疑和进一步调查研究的。

在课堂探究活动中,学生也需要运用证据对科学现象做出解释。学生对动植物、岩石进行观察并详细记录它们的特征;对温度、距离、时间进行测量并仔细记录数据;对化学反应和月相进行观测并绘制图表说明它们的变化情况。同时,学生也可以从教师、教材、网络或其他地方获取证据对他们的探究进行补充。

3. 学习者要根据事实证据形成解释,对科

学性问题做出回答

科学解释借助于推理出现象或结果产生的原因,并在证据和逻辑论证的基础上建立各种各样的联系。科学解释须同自然观察或实验所得的证据一致,并遵循证据规则。科学解释还须接受公开的批评质疑,并要求运用各种与科学有关的一般认知方法(如分类、分析、推论、预测)以及一般的认知过程(如批判性推理和逻辑推理)。

解释是将所观察到的与已有知识联系起来学习新知识的方法。因此,解释要超越现有知识,提出新的见解。对于科学界,这意味着知识的增长;对于学生,这意味着对现有理解的更新。两种情况的结果都能产生新的认识。例如,学生可根据观察或其他的证据解释月相的变化、不同条件下植物的生长状况不同的原因以及饮食与健康的关系等问题。

4.学习者通过比较其他可能的解释,特别是那些体现出科学性理解的解释,来评价他们自己的解释

评价解释,并且对解释进行修正,甚至是抛弃,是科学探究有别于其他探究形式及其解释的一个特征。评价解释时,可以提出这样的问题:有关的证据是否支持提出的解释?这个解释是否足以回答提出的问题?从证据到解释的推理过程是否明显存在某些偏见或缺陷?从相关的证据中是否还能推论出其他合理的解释?

核查不同的解释就要学生参与讨论,比较各自的结果,或者与教师、教材提供的结论相比较以检查学生自己提出的结论是否正确。这一特征的一个根本要素是保证学生在他自己的结论与适合他们发展水平的科学知识之间建立联系。也就是说,学生的解释最后应与当前广泛为人们所承认的科学知识相一致。

5.学习者要交流和论证他们所提出的解释

科学家以结果能够重复验证的方式交流他们的解释。这就要求科学家清楚地阐述研究的问题、程序、证据、提出的解释以及对不同解释的核查,以便疑问者进一步地核实或者其他科学家将这一解释用于新问题的研究。而课堂上,学生公布他们的解释,使别的学生有机会

就这些解释提出疑问、审查证据、挑出逻辑错误、指出解释中有悖于事实证据的地方,或者就相同的观察提出不同的解释。学生间相互讨论各自对问题的解释,能够引发新的问题,有助于学生将实验证据、已有的科学知识和他们所提出的解释这三者之间更紧密地联系起来。最终,学生能解决彼此观点中的矛盾,巩固以实验为基础的论证。

本课题组认为,上述关于科学探究基本特征的阐述,揭示了科学的最重要、最基本的特征,反映了现代科学观。具有这样的基本特征的探究式教学过程有助于学生对科学概念和方法形成更明晰、更深刻的认识。因此,探究式教学和教学资源要尽可能包含所有的上述五个基本特征,以充分发挥和利用探究的教育功能。然而,一项科学学习活动是否必须包含上述全部五个基本特征才能称得上是探究式的学习呢?对于探究式学习活动所具有的每一项特征,是否可以划分出不同的程度?

如果理想化和绝对化地理解探究,我们可能会认为只有包含上述全部五个基本特征、且每一类学生的活动都具有高度的自主性和探索性才能称得上是探究式的学习。然而,这样的看法既不符合科学研究的实际,也不符合学生科学学习的现实。探究无疑是科学研究的核心,真正的科学家也往往以探究为乐,但这并不妨碍他们积极学习和利用已有的、现成的知识。事实上,最有成就的科学家也最善于吸收前人已有的成果,站在巨人的肩膀上攀登科学的高峰。学生的学习就更不用说了,尽管基于直接经验的、探究式的学习最有利于学生的全面发展,但间接学习在学生的学习活动中毕竟是大量存在的,要组织起有效的探究式学习活动,除了受教师、学生和教学设施条件等因素制约以外,还与所学习的科学知识内容有关,有些知识内容,由于各种原因,不易于设计成通过探究式的学习活动去获取。因此,对于特定的学生来说,一些内容的学习,用探究的方式,不仅效率太低,而且效果往往不如直接学习。在前面提到的美国国家研究理事会2000年组织编写出版的科学探究专著中,不仅对科学探究式学习活动进行了概括,而且对每一类活动中学生自主探究的程度分别进行了如下的划分和描述。

课堂探究的基本特征和不同程度

基本特征	探究的不同程度			
1. 问题 学习者探究科学性问 题	学习者自己提出一个 问题	学习者从所提供的问 题中选择, 据此提出新 的问题	学习者探究的问题来 自教师、学习材料或其 他途径, 但问题不那么 直接, 需要有所改变或 自己体会其含义	学习者探究直接来自 教师、学习材料或其他 途径的问题
2. 证据 学习者针对问题收集 事实证据	学习者自己确定什么 可作为证据并进行收 集	学习者在他人的指导 下收集某些数据	数据直接给出, 学习者 进行分析	数据和分析方法都给 了学习者
3. 解释 学习者从证据出发形 成解释	学习者总结事实证据 之后做出解释	学习者在得到指导的 情况下收集证据形成 解释	使用证据形成解释的 可能途径已知	证据已知
4. 评价 学习者使解释与科学 知识相联系	学习者独立地考察其 他事实来源, 建立事实 与已有解释的联系	学习者被引导到科学 知识的领域和来源	可能的联系被给出	
5. 发表 学习者阐述和论证自 己的解释	学习者用合理的、合乎 逻辑的论据表达自己 的解释	学习者阐述自己解释 的过程得到他人指导	学习者阐述自己解释 的过程得到了广泛的 指导	表达的步骤和程序都 被给出
	多 ←-----学习者自主探究的程度-----→少 少←-----教师和学习材料指导的程度-----→多			

根据这样的划分, 教师在活动中起组织作用的程度和学生自主设计进行探究的程度可以各有不同。例如, 每一个探究都会有学生对科学性的研究, 但是, 在一些探究中问题直接来源于学生, 另一些探究中问题可能是学生从可选问题中选择其一或是对给出的问题提炼的结果; 还有一些探究中, 则是学生根据所提供的问题展开研究。即使在问题由教师、学习材料或其他途径完全给出的情况下, 只要学生学习的过程是围绕科学性的并能激发学生思维的问题展开, 学生的学习仍然可以组织成具有高度探究性的活动。

在课堂教学中, 特别是在对学生掌握知识内容有明确目标要求的学科教学中, 要组织起在问题、证据、解释、评价和交流五个方面都具有高度探究性的活动是不容易的, 也没有必要刻意追求这样的境界。如对探究的问题来说, 要是探究的问题完全是由学生自己提出来的, 那当然很好, 而且在科学教学中也必须有意识地重视培养学生提问、质疑的能力。但是这并不意味着我们一定要等到学生能够自己提出好的探究问题之后才能组织探究式学习活动。相反地, 在学科课堂教学中, 切实可行而且效果良好的方法是教师设置问题情境, 并通过引导

优化和集中学生的问题, 使得后续的探究有明确的目标和内容, 这样的教学过程也可以培养学生提出问题的意识和能力。如果这样的程度也不容易达到, 就完全可以由教师直接提出探究的问题, 根据别人提出的问题, 学生也完全可以进行有高度探究性的学习活动。而且只要学生真正深入到探究知识的过程, 他们就会提出这样那样的问题。实际上, 真正的学生探究活动整个地就是由问题引导的, 学生提出问题能力的培养可以贯穿于学习活动的始终自然地进行, 而不必刻意追求一开始问题就是由学生自己提出来的。

三、探究式学习的核心要素

对科学研究活动和学生探究式学习活动特征的考察, 使我们完全可以把探究式学习请下神坛, 不至于使人望而却步。但是, 设计一个探究式学习活动, 我们虽然不强求活动在每一个方面都具有高度的探究性, 但毕竟要有具有一定探究性的活动内容, 而且尤其不能缺少能起着核心要素作用的探究性活动内容。否则, 就难免泛化, 探究式学习就会成为装满旧酒的新瓶上的时髦标签。

那么,在探究式学习活动中,什么是核心的要素呢?探究式学习有时也被人们称为“问题导向式”的学习,因此“问题”往往被视为探究式学习的核心。然而,“问题”在探究式学习中的重要性主要体现在它对学生合适与否而不在于它是否一定是由学生探究得来的。如前所述,即使探究的问题直接来自教师或其他途径,学生也完全可以进行高度探究性的学习活动。实际上,考察科学教学的现实,我们看到最大的问题还在于对证据收集、解释形成和求证的处理方式上。在一般的科学课堂上,学生可能没少忙碌于证据的收集,也要进行解释和求证的活动,但如何根据有限的线索确定证据收集的方向,如何在不止一个可能合理的解释面前做出决策呢?这些对于探究至关重要的内容则多由教科书或教师所包办,留给学生探究的空间很小。例如,浸入液体中的物体所受浮力的大小与其排开液体的多少是有关的,如果把物体排挤开的液体收集起来称量一下,就会发现它的重量刚好等于浮力的大小,这样的结果无疑可以作为著名的阿基米德定律的实验事实基础。但是关键的问题是,人们一开始怎么会想到要设法去收集那一部分由于物体的浸入而被排挤开的液体呢?在科学发现的故事中,这才是最具奥妙、最有魅力的一段。这种最终能得到实验证据支持的假说就是通向发现的护照。而在谜底揭开之前,人们能够想到的、能够选择的假说肯定不止那一个(事实上由于导致一个好的假说的线索往往深藏在事实的迷雾之中而常常使人它与擦肩而过却无缘相会),在向科学进军的道路上,大多数的人和大多数的时间实际上是耗费在那些最终没能得到实验证据支持的假说上。但这就是真真切切的科学上的探究,没有任何一位科学家会否定这种探索的价值。英国化学家戴维说:“我的那些最重要的发现是受到失败的启示而做出的。”^③美国教育家和哲学家杜威也认为:“使一个不惯于思考的人只能感到沮丧烦恼的事,……对于有训练的探究者来说,是动力和指针……。它或是能披露新问题,或是有助于解释和阐明新问题。”^④然而,这样的内容在科学家最后发表的研究论文、报告中是很难找到的。实际上,与

科学研究和科学精神的本质不相符的情况即使在号称科学探究式的教学中也不难找到。例如,求证是科学研究过程中必不可少的一环,在科学知识的探究式教学中,由于学生探究的是人类早已发现的、成熟的知识内容,学生的学习活动不易设计成真正具有探究性的过程。在较极端的情况下,往往成为目标和路线都明摆着的形式化的探究,提出假说的环节即使有也只是走走过场,而对假说求证的过程则更是被误导为纯粹的证实(而且往往一二个事实就给人以得到证实的印象),而更能反映科学研究活动真实的证伪则不见踪影。这样的教学,不仅不利于培养学生的探究能力,更严重的是会误导对科学本质的理解,在学生头脑中形成不正确的科学形象。因此,要实施真正的探究式学习,就不能省掉假说这一环节以及为催生假说而精心设计的活动。

综上所述,如果我们从基本特征上去把握探究式学习,就可以分辨并避免对它的神化。同时,如果充分认识到假说的提出在科学家的探究和学生的探究中的核心地位,我们也就十分明确在科学探究式学习活动的设计中功夫应该花在什么地方并能分辨和避免对它的泛化。当然,要使探究式学习真正成为科学课堂的现实,需要研究解决的问题还不少,本课题组已经并继续在做出努力,希望能推动探究式学习研究和教学实践的发展。

注:

①【美】国家研究理事会著:《美国国家科学教育标准》,科学技术文献出版社1999年版,第30页。

②Center for Science, Mathematics, and Engineering Education, National Research Council, *Inquiry and the National Science Education Standards—A Guide for Teaching and Learning*, National Academy Press Washington, D. C. P. 24—27.

③④转引自W. I. B. 贝弗里奇著,陈捷译:《科学研究的艺术》,科学出版社1979年版,第63页。

[执笔人罗星凯系广西师范大学科学教育研究所所长、教授、博士;李萍昌系广西师范大学科学教育研究所物理室2000级硕士生。广西桂林 541004]

(本文责任编辑:赵永嵩)