

· 教育理论研究 ·

中学物理“思维型”课堂中概念的教学探讨

王长江¹ 胡卫平²

(1. 延安大学物理与电子信息学院, 陕西 延安 716000; 2. 陕西师范大学教师专业能力发展中心, 陕西 西安 710062)

摘 要:“思维型”课堂旨在通过营造充满思考的课堂, 促进学生创新素质的发展. 本文尝试将“思维型”课堂教学的基本原理融入到物理教学之中, 探讨了“思维型”课堂中概念教学的 4 个主要环节以及对应的教学策略.

关键词:“思维型”课堂; 物理概念; 教学探讨

国内外的教育者和政策制定者都已经认识到培养具有创新素质的学习者对于未来社会发展的重要性. 但是, 如何在课堂教学中, 培养学生的创新素质, 确是摆在教育者和一线教师面前一个棘手的难题. 本文以“思维型”课堂的基本原理为理论基础, 尝试将“思维型”课堂的基本原理融入到学生学习物理概念的过程中, 引发学生积极的、主动的思考, 进而促进学生创新素质的发展.

1 什么是“思维型”课堂

1.1 课堂上学生的思维活动存在的问题

在教学中我们注意到, 有不少学生学习活动中其思维处于“不思考状态”, 有些班级出现“集体不思考状态”, 甚至有些学生已经习惯了课堂上的“不思考”状态, 经常性的表现为: 教师提问, 低头不语; 课堂练习, 照抄书本; 小组讨论, 人云亦云. 课堂上产生这种“学而不思”现状, 有学生个性方面的因素, 比如胆小、爱面子等, 更为重要的是教师低效的教学方法产生的后果.

毫无疑问, 如果学习者的思维处于滞留状态, 教师的讲授全然白费, 知识理解、创造性思维、学习动机等创新素质的形成, 都依赖于思维经常性地处于“活动状态”. 苏霍姆林斯基曾反复强调: “让学生生活在思考的世界里——这才是应当在学生面前展示的生活中最美好的事物! 也应当向教师指明这个方向”.^[1]

教学实践表明, 营造充满思考的课堂, 仅凭教师的某些教学技巧是远远不够的. 那么, 有没有一种教学框架, 在这样的框架下, 学生都能积极地、主动地思考?

1.2 “思维型”课堂的主要内容

我们对国内外有重要影响的教学论述进行了

梳理后发现, 这些有重要影响的教学论述具有如下“共同特征”: 所论述的教学过程, 无论是明确学习目标、感知学习材料、理解所学知识、掌握学科方法、迁移运用知识、反思学习过程, 还是提出问题、分析问题、解决问题、师生互动、生生互动等, 其核心都是思维活动. 对于教师教的活动来讲, 明确教学目标、了解学生基础、进行教学设计、创设教学情境、组织教学活动、反思教学过程等, 核心也是思维活动. 这些教学理论都将促进学生积极思维、发展思维能力、培养思维习惯作为课堂教学的核心.

正是在考察国内外教学理论的“共同特征”的基础上, 以皮亚杰的认知发展理论、建构主义教学理论、学习科学的最新成果以及林崇德的思维结构“三棱”模型为支撑, 并在总结 20 多年的教学实践研究的基础上, 林崇德、胡卫平提出了“思维型”课堂教学理论. 可以说, “思维型”课堂教学理论吸收了国内外有重要影响的教学理论的“最新成果”, 它反映了现代教学理论最新探索.

“思维型”课堂教学强调以诱发思维动机为特征的教学导入、以引发思维动力为特征的教学过程、以思维监控为特征的教学反思和以抽象概括为特征的应用迁移. “思维型”课堂教学的基本原理如下.^[2]

(1) 认知冲突.

认知冲突(cognitive conflict)指认知发展过程中原有认知结构与现实情境不相符时在心理上所产生的矛盾或冲突. 在课堂教学中, 教师要根据课堂教学目标, 抓住教学重点, 联系已有经验, 设计一些能够使学生产生认知冲突的“两难情境”或者看似与现实生活和已有经验相矛盾的情境, 以此使学生心理产生强烈的震颤, 启发学生积极的、主

基金项目: 本文系陕西省高水平大学建设专项资金资助项目(项目编号为物理学 2012SXTS05)和陕西省教育科学“十二五”规划 2013 年立项课题“概念为本的中学物理教学模式研究”(课题编号为 SGH13085)的阶段性研究成果.

动的思维,从而进行质疑问难、预判猜测、设计方案、进行探究,主动完成认知结构的构建过程。

(2) 自主建构.

学习是学生的积极主动建构的过程;知识的接纳是个体经验的合理化;对学生来讲,已有的知识、经验是进一步学习的基础.课堂教学中应使学生处于积极的思维状态,促进学生思维结构的完善,教师可以通过列举典型事例,唤起学生的感性认识、运用观察与实验来展示科学现象、事物发生和变化的过程,教师可以联系学生已学知识进行教学.“思维型”课堂教学中,3种互动的关系是:情感互动是基础,行为互动是表现,思维互动是核心.课堂教学中如果在师生互动、生生互动中会引发彼此的思维互动,此时就会出现师生注意力高度集中,大脑皮层高度兴奋,思维高度活跃且时间持续,有人称之为思维流.^[3]在思维流发生的过程中,师生表现为精神振奋、心情愉悦、感受性强、自觉性高、记忆清晰、反应敏捷、联想丰富,时间在不知不觉中过去,学习的效率达到平时的最高水平.

(3) 应用迁移.

学习的目的在于将习得知识、能力迁移到新的问题情境中.迁移是与学习活动中的概括密切相关的,产生迁移的重要条件是学习者能在新旧问题情境中概括出共同的要素.学生迟迟进入不了思考状态,一个主要因素在于没有概括出新旧情境的共同要素.显然,学生对已有知识的概括水平越高,就越能揭示以前没有认识的同类问题的本质,就越容易将新的问题情境同化、吸纳进已有的认知结构,真正的思维也就越容易发生.

(4) 思维监控.

学习者必须对自己的学习活动进行思维监控、自我检查,以诊断和判断自己在学习中所追求的是否符合自己设置的目标.在每一次课堂活动将近结束时,教师都要引导学生对活动对象、活动过程、活动思维方式进行反思.通过反思,“把经验含糊的、可疑的、矛盾的、某种失调的情境转化为清楚的、有条理的、安定的以及和谐的情境”,^[4]让学生把活动过程中的思维方法领悟上升到一定高度,形成自己的认知策略,从而更容易在新的问题情境中进入积极的思考状态.

2 “思维型”课堂中概念教学环节

在“思维型”课堂中,物理概念教学的步骤有哪些呢?

第1阶段:引入概念.概念教学的第一个环节是为什么要探索这个概念?教学要求是唤醒学生

的科学前概念;联系已有知识,创设认知冲突,引发学习动机.

例如,在初二物理“密度”一节的教学,为什么要探索“密度”这个概念?以往教师在教学中,往往忽略这个问题,而直接从探索“物体的质量与体积的关系”开始,展开教学.要在每次概念教学的开始,就使学生养成刨根究底的思维倾向.

第2阶段:形成概念.这一阶段是概念教学的核心,教学要求是尽量多地让学生主动探究,在经历、参与、融入中,引发思考,建立概念(亦即强调认知建构);尽量多地让学生对问题进行充分交流、深入研讨(亦即强调社会建构).

其教学环节主要有两个:其一,引导学生经历丰富的感知活动,进而获得丰富的感性认识;其二,引导学生对教学材料进行思维加工,进而掌握正确的思维方法.这是一种创造性的脑力劳动,不仅需要运用抽象思维,而且要依赖于形象思维和直觉思维,依赖于各种思维方法的综合运用.

在概念的形成阶段,教师应通过演示实验、生活事例等巧妙地设置认知冲突,引发学生原有认知结构与现实情境的矛盾或冲突;教学是学生主动建构知识的过程,教师应通过典型示例来唤醒学生的已有知识,建构新的知识.另外,在教学中,教师还应引导学生发散思维,进行联想、想象,尽可能从多个角度提出问题、猜想、方案,留心方案实施中的意外情况,利用已有的知识进行推理,核查、确定可探究的、合理的假设,评估实施方案,最后运用比较、分类、概括、分析综合等技能进行探究、得出结论.

第3阶段:运用概念.教学要求是精心设计能够用本节课所学知识解决的、富含生活情境的物理问题.

在引导学生明确物理概念的内涵、外延的基础上,在新的问题情境中,运用概念解决问题,深化、活化对物理概念的理解,进而形成物理概念的结构.思维的发展是在掌握和运用知识、技能的过程中完成的,稳定的思维结构只有在多次运用概念解决问题的过程中才能形成.例如,在“声音是什么”这节课中,可以设计这样一个问题:请设计一个测量声音在空气中的传播速度的实验方案.这个问题涵盖了对声源的选择、声音传播的介质、时间的测量等问题,既可以巩固本节所学知识,还可以促进学生对本节知识的深入理解.

第4阶段:反思小结.教学要求是设计启发式“自我提问清单”,培养学生的元认知能力.

在上述 3 个阶段结束后,教师应引导学生及时反思整个概念的学习过程,为以后概念的学习

积累学习经验.图 1 是“思维型”课堂中概念教学过程的流程图.

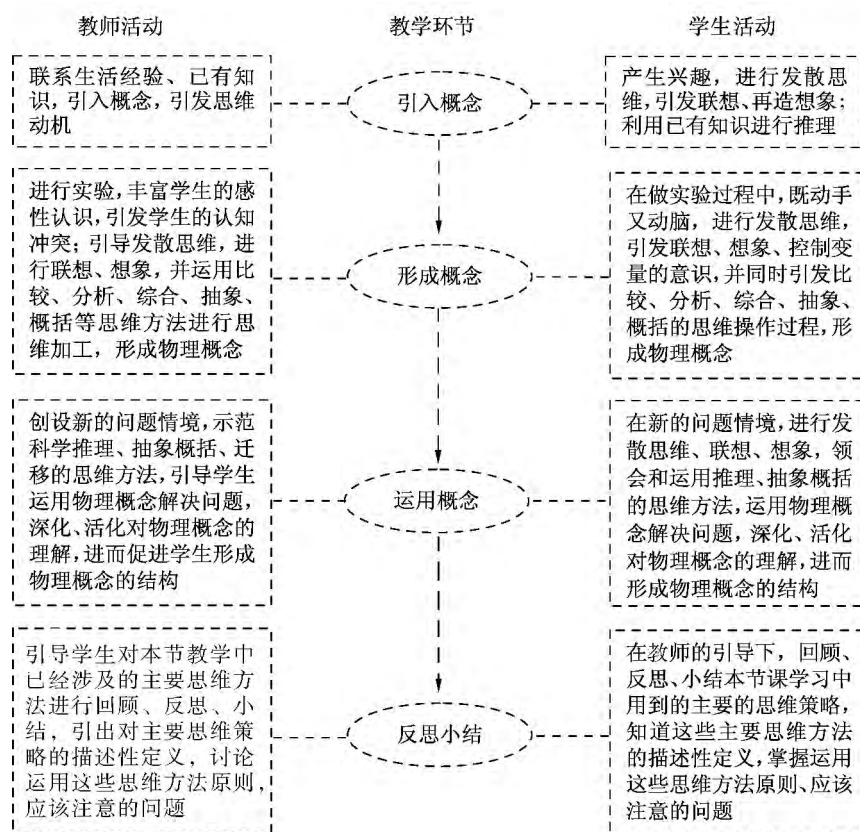


图 1 “思维型”课堂中概念教学流程

3 “思维型”课堂中概念教学的策略

为了在物理概念教学中引发学生积极思考、主动探究,进而提升学生的创新素质,同时考虑到中学生学习物理概念的认知过程和思维障碍,在指导学生学习物理概念过程中,针对不同的概念教学阶段,我们提出相应的教学策略.

3.1 概念引入阶段的教学策略

要使学生投入到概念学习中,教师在教学中应想方设法激发学生思维动机,这是“思维型”课堂教学在教学导入环节最重要的要求.如何才能激发学生的思维动机呢?

(1) 诊断知识基础.

学生的知识基础是概念学习的出发点.越来越多的物理研究者认为,有效的物理教学是基于前概念基础上的,要转变学生错误的前概念,首先要知道学生存在哪些前概念.美国著名教育心理学家奥苏伯尔:“假如让我把全部教育心理学仅仅归纳为一句原理的话,那么,我将一言以蔽之:影响学习的唯一最重要的因素就是学生已经知道什

么,要探明这一点,并应据此进行教学.”学生在进入课堂学习科学概念之前,头脑中对将要学习的概念已有了认识,教师要在教学准备阶段善于发现学生的前概念,尤其是错误的前概念,以此作为引发思维动机的前提.

诊断的方法有课堂提问、个别访谈、问卷测试或将其结合起来等.例如,为了了解学生对力学概念的认识情况,可以选用信度较高的力学问卷或自行编织力学问卷,对全班学生进行测试;在测试的基础上,再进行个别访谈,深入了解个别学生头脑存有的前科学概念,尤其是错误的前科学概念.在课堂上使用精心设计的问题,进行不断追问,也是了解学生存有的前科学概念的简便、有效的方法.

(2) 运用演示实验.

实验是获得感性认识的重要途径.通常情况下,教师的演示实验有 3 种效果:第 1 种是实验现象不显著,教师进行演示实验时,学生已经猜到了实验结果.因此,学生对教师的实验结果无动于

“心”. 第 2 种是实验现象非常显著, 尽管学生猜到了实验结果, 但是, 对实验现象仍然留下了较深的印象. 第 3 种是实验现象非常显著, 学生预测的实验现象与实际发生现象不一致, 学生陷入了积极的思考中, 对实验现象留下了深刻的印象.

在“思维型”教学中, 教师运用演示实验的要求, 就是应该想法设法引发学生的好奇心、求知欲, 使学生在观察实验、操作实验时, 大脑发生“惊奇”, 心理产生“震颤”, “心”动后更想“手动”, 从而引发学生浓厚的学习动机.

例如, 在进行“光的折射”教学时, 用如下 3 种方法演示实验.

方法 1: 把筷子放入盛水的碗中, 观察筷子形状的变化.

方法 2: 用激光笔照射盛水的碗, 观察光线的变化.

方法 3: 在空碗中放入一枚硬币, 向碗中慢慢倒水, 观察碗底看到了什么.

对于方法 1, 学生可以根据生活经验, 知道放入碗中的筷子会发生弯折现象, 学生预先已经猜到了实验结果, 只是他们不会解释其中的道理, 学生的学习兴趣并没有很好地调动起来. 对于方法 2, 一些学生猜到实验结果, 一些学生猜不到, 实验会激发学生的学习兴趣, 是个很好的演示实验. 对于方法 3, 学生预测的实验现象(什么也看不到)与实际发生现象不一致(随着水的倒入, 看到了硬币), 营造了强烈的认知冲突, 学生陷入了积极的思考中, 对实验现象留下了深刻的印象.

(3) 引发期待效应.

通过意义阐述, 来引发学生的期待效应, 从而引发思维动机, 也是一种可取的方法. 这是因为学习并非都充满了娱乐性、趣味性, 学习活动需要长久的专注和意志的能力; 上学是强制性的, 课程内容与学习活动选择的依据是国家课程标准, 而不是学生自由的选择; 国内班级中人数多数在 20 人以上, 教师无法一一满足学生的需要. 学习对于有些学生来说是枯燥的; 高竞争性的学校环境, 使得学生倾向于关注成功满足的外部需求, 而不是内在的学习意愿倾向.

进行意义阐述, 促使学生对新的情境进行价值判断, 从而引发思维动机. 根据马扎诺的学习行为模式, 当学习者遇到新的任务时, 自我系统先起作用, 进行明智的价值判断, 如果学习者认为该任务很重要, 就会决定积极行动, 反之, 就会产生消极影响. 教师在教学中, 尤其是在高年级的教学

中, 应该充分阐述教学活动的积极意义, 使学生乐于接受活动, 那么, 学生的思维动机就会调动起来.

3.2 概念形成阶段的教学策略

在概念形成阶段, “思维型”课堂教学的要求是引导学生通过自主建构(包括认知建构和社会建构)等方式建立概念.

概念的形成离不开思维加工. 思维是人脑对客观事物间接的、概括的反映, 它的基本特点是概括, 即思维反映的是一类事物的共同特征、本质属性和内在规律性. 它之所以能揭示事物的本质属性和内在规律性, 主要来自抽象和概括的过程. 抽象过程, 就是在思想上区别某种事物的本质属性或特征和非本质属性或特征, 从而舍去后者并提取出前者; 概括过程, 则是在思想上将某种事物的本质属性或特征, 推广到同类事物中去. 因此, 学生只有在感性认识的基础上, 经过分析、综合、抽象、概括等心理过程, 才能形成物理概念.

在“思维型”课堂教学中, 教师不仅重视在知识获得过程中学生的分析综合、归纳概括等思维方法的引导, 还十分重视学生思维加工的内在动力的激发. 在“思维型”概念教学的形成阶段, 教师除了应巧妙、精心地设置认知冲突外, 还应该开启好如下活动.

(1) 精心准备、组织学生的实验探究活动.

物理学是一门实验科学, 几乎所有的概念习得都可以通过实验来探究. 教师应该准备充足的实验器材, 引导学生亲历实验过程. 学生在实验过程中, 自己会建构意义, 产生新的想法. 正是教师设计的这些“实验探究活动”, 加速学生学习中的比较、分类、抽象等思维加工的效率.

(2) 精心准备、组织学生的交流研讨活动.

交流研讨的力量在于语言和思维的相互作用. 它使孩子在学习中从疑难达到用他们的语言有条理地解释现象的“彼岸”. 因此, 充分的交流研讨“成了从经历中探求意义、寻求结构的探索, 推动学习者沿着概念箭头前进”.^[6] 概念习得是一种创造性的脑力劳动, 教师应营造宽松的教学气氛, 开展充分交流, 引发师生之间、生生之间良性的行为互动、情感互动, 尤其是思维互动.

概念形成阶段, 基本上是围绕着两个基本问题展开的.

基本问题 1: 如何探索这个概念?

围绕着基本问题 1, 在教师的引导下, 学生在设计研究方案的过程中, 会提出问题, 进行想象、

假设.例如,学生在学习“密度”时,学生已经有了这样的感性认识:质量大的物体,它的体积也大;质量小的物体,它的体积也小.那么,物质的质量与体积究竟有怎样的关系?教师应引导学生做出种种假设:质量与体积成正比;质量与体积的平方成正比等等.当其他学生有不同意见时,教师要及时抓住时机,让学生进行充分交流,培养学生共情倾听、互助思考、管理冲动的思维倾向.接着,教师会引导学生设计研究方案,其中涉及到创造性想象、设计等思维技能.

基本问题2:这个概念的建立经历了怎样的过程?

围绕着基本问题2,在教师的引导下,学生要经历概念的建立过程,会进行实验操作、比较、分类、概括等.涉及的思维倾向包括概括、力求准确、理性分析.

总之,新的物理概念的建立,是从物理事实到物理本质的巨大跨越,需要各种认知过程的参与(包括形象的和直觉的、抽象的思维技能).如何在物理概念的构建过程中,驱动学生积极思考?这就需要教师创设认知冲突情境,引导学生积极进行实验探索,同时要引导学生充分的、积极的交流,进行深入研讨,亦即通过认知冲突、自主建构的种种策略,引发学生积极的思考状态.当比较、分类、概括、解释等认知过程都处于一种积极的思考状态驱使下,概念习得会更有效.

3.3 理解运用阶段的教学策略

在理解运用阶段,“思维型”课堂教学要求是精心设计能够用本节课所学知识解决的、富含生活情境的物理问题,并运用习得的物理概念、思维能力解决新的问题.

当初步建立概念后,需要进一步深入理解概念的涵义和理清概念的外延,同时学会使用概念.物理概念的涵义是指物理概念所反映的对象、现象、过程所特有的本质属性.例如力的涵义是指“一个物体对另一个物体的作用”;物理概念的外延是指具有物理概念所反映的本质属性的全体对象.例如重力、弹力、摩擦力、万有引力、电磁力、强相互作用力、弱相互作用力等都属于力这一概念的外延.在物理教学中,要使学生明确物理概念的涵义,了解物理概念的外延,引导学生搞清概念间的联系及关系,这是掌握物理概念的根本之一.在理解运用阶段,涉及到的认知过程包括比较、分析、类比、执行或实施等;涉及的思维倾向包括理性分析、勇于质疑、坚持不懈.

理解运用阶段,大体上是围绕着两个基本问题展开的.

基本问题1:如何理解这个概念?

明确概念的涵义、内涵和外延.在对感性材料进行思维加工的基础上,给概念下一个明确的定义,这是把有关概念用语言精确地加以表述的过程.理解和掌握物理概念,首先要重视物理概念的涵义内容.定义既可以帮助我们理解概念的本质,又能易于记忆所研究的问题.其次要理解物理概念的涵义和外延、概念的真正含义.

例如,在密度概念初步建立后,可以提出如下问题:质量为 2.7 g 的铝,切去一半,剩下的一半其密度是多少?将这个铝块从北京带到重庆,它的密度是多少?

基本问题2:如何在新的问题情境中运用这个概念?

课堂教学时间很宝贵,教师应该精心设计应用本节知识可以解决的问题.在“思维型”课堂中,我们对第3个环节的问题设计的要求是:(1)问题可以运用本节知识解决;(2)问题需要多种认知过程参与;(3)问题情境能激发起学生探究的兴趣.

例如学完“力”的概念后,可以设计这样的问题:明明犯错误了,爸爸用棒子打了他的屁股,明明疼的嗷嗷叫,棒子也打断了,可见,力的作用是相互的;迈克·泰森是世界著名的拳击手,他曾经多次KO对手,请用本节知识解释:为什么他能KO对手,而自己不会受伤?

首先,这个问题容易激发学生探究的兴趣;其次,如果要顺利解决这个问题,除了要知道拳击运动中一些常识,还需要深入理解下列知识:力是物体对物体的作用;物体间力的作用是相互的;力的作用效果在于改变物体的形状或改变物体的运动状态.最后,要解决这个问题,需要提取、比较、推理等多种认知过程的参与.

运用是形成概念的重要环节.当学生初步形成概念后,必须及时运用概念解决实际问题,通过运用、巩固、深化和活化概念,同时能够掌握运用概念解决问题的方法,提高能力.注意在应用时,问题要有典型性、灵活性、启发性和针对性.

3.4 反思小结阶段的教学策略

在反思小结阶段,“思维型”课堂教学要求是对概念学习活动进行思维监控、自我检查,以诊断和判断在学习中所追求的是否符合自己设置的目标.在这个阶段,主要围绕着下面的基本问题展开教学活动:在探究概念过程中, (下转第12页)

在大角度摆动时,其受力和运动的情况又是怎样的,同时还可以和学生一起探讨甚至设计实验探究单摆做简谐运动时偏角的具体范围,让学生亲身感受不同角度所带来的误差变化,而不是含糊不清的“较小偏角”。

再次,在“单摆周期”的教学中,教师要明确书中的单摆周期公式仅适用于单摆做简谐运动时的情况,同时教师还要对“伽利略、惠更斯等人对单摆的研究”这一部分科学史进行合理有效地穿插讲述,使学生在感受这些伟大先辈的人格魅力、明白他们科学研究的一般过程与思路的同时,体会单摆等时性在自由落体和物体斜面运动等方面的迁移,从而发展他们的好奇心与求知欲,培养科学探索兴趣,形成良好的情感态度与价值观。

最后,重新设计“利用单摆测定重力加速度”这一实验。教师可以融合借鉴其他版本教科书的实验设计,整体上注重实验的探究性和学生的自主性,在学生明确实验目的和原理后,让学生自己设计实验、实施实验、评价实验中的注意事项和讨论选择处理数据的方法手段,同时还要拓展“单摆

实验”,不仅仅拘泥于“利用单摆测定重力加速度”的实验,还可以考虑让学生利用单摆沿着伽利略的轨迹设计验证能量守恒定律等实验,从而培养学生的实验操作能力、实验思想方法以及创造性思维。

参考文献:

- 1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验)[S]. 北京:人民教育出版社,2003:45—46.
- 2 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心. 普通高中课程标准实验教科书物理(选修3-4). 北京:人民教育出版社,2007:14—18.
- 3 柯瓦雷,艳平,天文,等. 伽利略研究[M]. 南昌:江西教育出版社,2002:31—33.
- 4 Nelson R A, Olsson M G. The pendulum: Rich physics from a simple system [J]. Am J Phys, 1986, 54(2): 112—121.
- 5 黄晓. “历史—探究—反思”——谈“单摆”的科学本质教学[J]. 中学物理教学参考, 2014, 43(52): 40—45.
- 6 普通高中课程标准实验教科书(选修3-4)[M]. 广州:广东教育出版社,2005:12—17.

(收稿日期:2014—12—12)

(上接第6页)

我们究竟是如何思考的?

在上述3个阶段结束后,教师应引导学生及时反思整个概念的学习过程,为以后概念的学习积累学习经验。教师不仅要引导学生对概念建构历程进行梳理,更重要的是对概念建构历程进行概括。只有概括力更强、抽象度更高的核心概念才有可能在新的情境中进行迁移。

教师要引导学生梳理总结本节课中所学习到思维策略。思维策略在学科教学中的作用极为重要。现在更多的学者支持在学校教育中教授思维的策略,“我们应该教会学生如何思考,而不是教他们思考的内容”。拜尔指出,思维策略是指为将要达到的目标或为思维的成果所拟定的全盘计划,比如做决定、解决问题和形成概念等。

为了有效培养学生的思维监控能力,我们建议教师在每节课的“反思小结”阶段都采用波利亚的“启发式自我提问清单”,让学生在策略训练之后的一段时间里反复运用这个自我提问单来加强思维监控。

“启发式自我提问清单”可以通过教学生学会自我提问来提高他们思维的自我监控能力。对自己提问,反而能够启发自己的思路,主要有以下步骤。

(1) 表征问题。解决问题的首要任务是表征问

题。为了促进对概念相关问题的理解,学生可以向自己提出如下问题:已知条件是什么?物理过程是怎样的?你能画出物理图景吗?

(2) 制定方案。这个步骤要形成一个问题解决方案。关于方案的问题包括:过去见过这个问题吗?实验探究还是理论探究?如果是实验探究,需要哪些实验器材,实验步骤该如何设计?如果是理论探究,应该用哪种理论模型?

(3) 执行方案。这个步骤在于审查执行解决方案,核查每一解决步骤。可以设计如下:这一步是合理的吗?有根据吗?

(4) 总结回顾。可以设计如下问题:你检验结果的正确性了吗?你能把这个结论或方法用于解决其他问题吗?

参考文献:

- 1 瓦·阿·苏霍姆林斯基著. 杜殿坤编译. 给教师的建议[M]. 北京:教育科学出版社,1984:215.
- 2 林崇德,胡卫平. 思维型课堂教学的理论与实践[J]. 北京师范大学学报(社会科学版),2010(1):29—36.
- 3 姜正川. 思维流与教学. 教育科学[J],1994(3):17—19.
- 4 约翰·杜威著. 姜文闵译. 我们怎样思维·经验与教育[M]. 北京:人民教育出版社,2005:88.
- 5 兰本达等著,陈德璋等译. 小学科学“探究—研讨”教学法[M]. 北京:人民教育出版社,2008:142.

(收稿日期:2015—01—25)