

指向批判性思维培养的 HPS 教学模型构建与实施

赵玉茜 冯利 于海波

【摘要】批判性思维是发展物理问题解决能力的基础,生成创新能力的前提,HPS 教育能有效培养批判性思维。为凸显批判性思维质疑性与反思性的特点,以培养批判性思维为目标构建一种 HPS 教学模型,并根据批判性思维的生成过程,设计了批判性思考、分析、推理、总结、评估一系列层层深入的批判性思维活动。在教学实践中,教师需注意鼓励质疑批判,挖掘批判性教学内容,促进交流与合作,有助于学生养成主动质疑批判的习惯,发展其批判性思维。

【关键词】HPS 教育;批判性思维;物理教学

批判性思维是科学思维的重要组成部分,对其培养有助于发展学生的问题解决能力、逻辑推理能力和科学探究精神。《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》提出,要“基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判”,“能从多个视角审视检验结论”^[1]。在教学实践中,教师们尝试采用互动式对话教学^[2]、决策活动^[3]、问题解决^[4]、角色扮演^[4]等教学方法与模式等来培养学生的批判性思维,并取得了一定的成效。然而,研究亦发现,在批判性思维的培养上,存在跨学科内容融合不足,教学过程忽视质疑与辨析,缺乏可操作化模式等问题^[5]。HPS 教育作为一种科学与人文相结合的教育,通过将历史、哲学和社会学的人文思考融入复杂的科学推理之中,可以使学生超越对知识本身的理解,学会批判地审视问题。因此,通过精选教学内容,优化教学过程,在物理教学中融入 HPS 教育,是培养批判性思维的有效途径。

一、批判性思维与 HPS 教育

批判性是指“基于标准的有辨识能力的判断”^[6]。“思维”是人脑对感知经验的分析综合、抽象概括,并进行判断和推理的一种高级认知过程^[7]。“批判性思维”将“批判”与“思维”的要素相结合,既强调“批判”需要经历分析、抽象、推理等“思维过程”,也重视“思维”要遵循一定的“判断标准”,即逻辑、科学、知识等方面的规范和原则。可见,批判性思维既要顾及外在的技能层面,又要兼顾内在的思维倾向。因此,批判性思维可以看作是通过对有目的的、自我调节的判断,以作出合理解释、分析、评价和推理的一种思维技能与思维倾向。其中,批判性思维技能包括解释、分析、评估、推理、说明、自我调节等子维度。批判性思维倾

向包含寻求真理性、思想开放性、分析性、系统性、自信心、求知欲、认知成熟度等子维度。

HPS 教育是一种以科学史、科学哲学和科学社会学为基础的跨学科科学教育形式,HPS 教育强调教育应该超越科学本身,把科学视为一种文化现象,探究科学与社会、历史和人类文化之间的互动关系。开展 HPS 教学要重构科学知识体系,从科学史、哲学与社会学角度来重组与整合自然科学的内容^[8],可以以相关教学内容的科学史为背景,帮助学生认识知识发展的历史脉络,拓展思考,在整个教学活动中能够自主构建知识框架。科学哲学内容的渗透往往需要以科学史为依托,在其中提炼出科学家对不同观点的争论,从而梳理出逻辑推理方法,凸显追求真理、不畏权威的科学精神。科学社会学内容可以置于科学史中进行分析,或是结合当下热议的科学社会学问题引发思考与讨论,使学生认识到科学进步与社会发展的相互作用,深化对所学知识理解,培养其科学精神和人文精神。

批判性思维的培养要经历拓展思考、合理假设、理性推理等过程。因此,HPS 教育可以通过融入科学史、介绍科学社会学内容以实现学生批判性的拓展思考,即引导学生深究知识由来的“因”、思考知识应用于现实社会的“果”来拓宽学生的思维广度。同时,在追溯知识发展过程中引导学生学习科学哲学内容,激发学生主动质疑以提出合理假设,并通过严密的逻辑推理以验证假设,从而使物理课堂更富有挑战性和思考性,有利于发展学生对科学的批判性思考能力。所以,HPS 教育融入物理教学有助于学生更加深入、全面地理解科学知识,发展批判性思维和分析能力,使他们成为具备科学素养和批判性思维能力的终身学习者。

二、HPS 教育培养批判性思维的模型构建

批判性思维的生成是一种有目的的自我调节的判断过程,是对观点作出解释、分析、判断、推理的过程。运用 HPS 教育培养学生的批判性思维,需要体现两种特性:一是质疑性,即能够对科学观点和相应理论加以质疑,学会提出问题,发展独立思考和批判性思维的能力;二是反思性,即对科学发展的历史和科学知识的生成过程进行反思,以更好地理解科学知识的构建过程,从中获得科学本质的认识。所以,融入 HPS 教育的物理课堂要对如上两种特性予以回应,即在内容上要指向反思性与质疑性,要善于挖掘引发学生质疑、反思的要素;在教学过程设计上,要注重激发学生质疑观点、提出假设并形成自己的观点,同时要不断引导学生反思历史、反思自身,以领悟科学方法与精神。为此,教学模型建构如图 1 所示。

该教学模型立足批判性思维的培养,通过优选物理教学内容,在教学流程中设计了 6 个层层递进的教学环节,分别是:“演示现象—提出观点”“讲授历史—认识观点”“设计实验—检验观点”“梳理历史—总结方法、领悟精神”“联系社会背景—评价观点”“总结与评价”。其中,环节三是在环节二的基础上检验观点、明晰信息,理清观点和证据的对应关系,并且这两个环节形成一个循环,直至观点被确

证。各教学环节环环相扣,逐步深入,以实现学生观点的升级与知识框架的生成。

三、HPS 教学模型在“牛顿第一定律”教学中的实践

应用 HPS 教学模型培养学生的批判性思维,首先,需要以科学史为主线创设相关物理情境,使学生能够在环节一与环节二中生成与认识不同的观点,并通过环节三的实验检验不断更新观点。其次,需要在环节四与环节五中梳理观点发展不同时期所处的社会背景,以及各科学家所持的哲学观点,使学生能从科学史、科学哲学与科学社会学三个方面认识观点,从而自主构建知识框架,生成批判性思维。

(一) 演示现象—提出观点

教师活动:呈现一块静止的小木块,并组织引导学生思考如何使静止的木块运动,以及物体运动所需要的条件。

学生活动:通过实验操作与观察现象,学生总结现象,提出观点。

【设计意图】演示现象以创设物理情境,提出“物体运动的原因”这一问题,引发学生的批判性思考,通过分析现象、展开讨论,最后提出合理的假设或解释。鼓励学生相信自己的观点,包容他人的观点,以提升学生思想的开放性,但不对学生的观点作

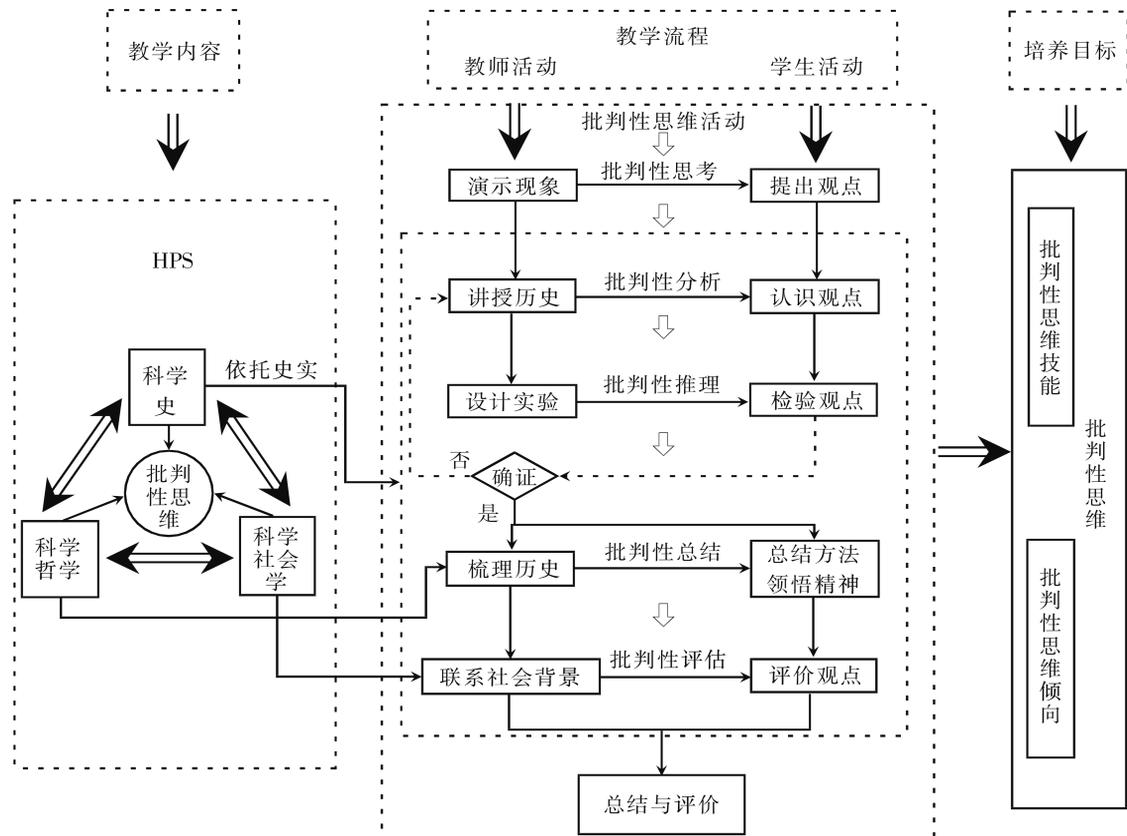


图 1 培养批判性思维的 HPS 教学模型

出评价,使学生保持质疑,寻求真理。

(二) 学习历史—认识观点

对于“物体运动的原因”这一问题,按照时间顺序,亚里士多德是最早对其作出回答的科学家,伽利略又在亚里士多德的基础上进行实验并推翻其观点,学生对该问题的认识与历史发展同步。因此,需要先介绍亚里士多德的观点,并引导学生分析其不足,以引出伽利略的观点。

1. 亚里士多德的观点

教师活动:介绍亚里士多德在历史上的地位,并向学生讲述其提出“力是维持物体运动的原因”这一观点的过程,以及这一论断长期统治人类的的思想的历史故事,引起学生对权威的质疑。

学生活动:学习历史,进行小组讨论与交流,并初步提出自己的观点及论据。

2. 伽利略的观点

教师活动:讲述伽利略质疑并推翻亚里士多德观点的科学史故事,介绍伽利略的观点,即“摩擦力阻碍了物体的运动,如果没有摩擦力,物体就会一直运动下去”。

学生活动:从历史故事中领悟伽利略的批判精神,同时对自己的错误观点进行修正,以生成新的观点。

【设计意图】教师介绍不同的观点之间的矛盾,调动学生进行批判性分析,以认识与评估各观点的合理性、适用性,并给出证据。学生经历了“怀疑—批判—更正”的过程,从而能用批判的眼光去看待科学实践。本环节学生对观点的认识升级,同时认识到权威不是不可推翻的,科学观点也不是一成不变的。

(三) 设计实验—检验观点

教师活动:引导学生提出实验假设并设计实验,探究摩擦力对物体运动产生的影响。

1. 学生自主设计实验

学生活动:提出“物体停止运动是因为摩擦力的存在,如果没有摩擦力,物体就会一直运动下去”的实验假设,设计并进行分组实验,即使小车以同一初速度在粗糙程度不同的平面运动,观察并记录实验数据(表1),以验证实验假设。

表1 实验记录表

表面材料	粗糙程度	滑块滑行距离
毛巾	最粗糙	最近
棉布	较粗糙	较近
木板	较光滑	较远

2. 教师演示历史实验

教师活动:介绍伽利略验证“力不是维持物体运动的原因”这一观点的科学史故事,并演示伽利略的

斜面实验,引导学生思考小球所到达的最高点低于其释放点的原因,并设想小球与滑轨接触面完全光滑时可能发生的现象。

学生活动:通过观察现象与讨论交流,从逐步深入的问题中梳理证据、加深认知,推理出“接触面完全光滑时不存在摩擦力,小球能到达的最大高度等于释放点的高度”这一结论。

教师活动:逐步减少实验的干扰因素,以引入伽利略的理想实验(图2),引导学生思考运动与力的关系。

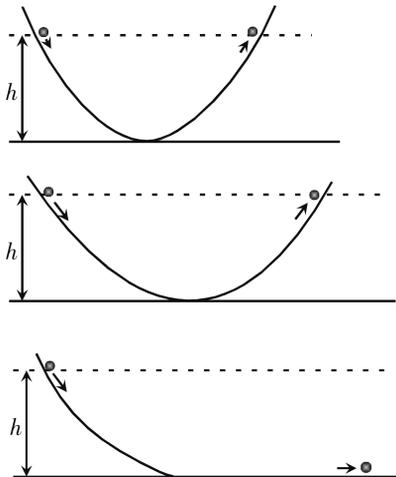


图2 伽利略的理想实验

学生活动:学习理想实验,进行小组交流与讨论,作出“运动不需要力来维持”的结论。

【设计意图】教师引导学生设计实验,以调动学生的系统性与分析性思维,鼓励学生积极主动地表达自己的观点,以培养其解释、说明的批判性思维技能。学生经历批判性推理的思维活动,系统性地观察实验现象和分析实验数据,以作出推论,并且充分论证和说明结论的合理性。教师演示伽利略的理想实验,打开学生的思路。这一环节学生对观点的认识再次升级,一方面,在理性认识上,通过实验推理结论、验证观点,提升批判性思维技能;另一方面,在感性认识上,养成不畏权威的自信心和寻求真理的科学态度,以提升批判性思维倾向。

(四) 梳理历史—总结方法、领悟精神

教师活动:引导学生分析伽利略观点的不足之处,介绍笛卡尔与牛顿的观点以及他们提出自己观点的科学史故事,帮助学生梳理历史脉络。

学生活动:理清观点发展的历史过程,学习各种逻辑推理方法(见下页表2),并思考自己提出观点使用的科学方法。学习科学家追求真理的精神,反思权威观点对自身观点的影响。

【设计意图】学生梳理牛顿第一定律的发展历史,进行批判性总结与反思,领悟批判性思维对物理学发展的重要意义。学习科学家使用的逻辑推理方

表 2

科学家观点的发展历程

科学家	观点	科学方法	发展过程
亚里士多德	力是维持物体运动的原因	观察—思辨	亚里士多德提出 ↓ 伽利略推翻 ↓ 笛卡尔补充 ↓ 牛顿综合
伽利略	运动不需要力来维持	实验—归纳—演绎	
笛卡尔	运动的物体不受力时,将继续以同一速度沿同一直线运动,既不会停下来,也不偏离原来的方向	思辨—演绎	
牛顿	一切物体总是保持匀速直线运动状态或静止状态,除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态	分析—综合	

法,以提升批判性思维的分析、推论技能。这一环节融入科学哲学内容,使学生能从横、纵两个方向总体认识观点,形成全面的认知框架。

(五)联系社会背景—评价观点

教师活动:引导学生思考亚里士多德观点的价值与意义,在理性认识的基础上引导学生进行人文分析,介绍不同科学家所处的时代背景及不同科学家所持的哲学思想,使学生养成辩证看待问题的态度与习惯。

学生活动:进行小组讨论,联系社会背景对不同科学家的观点作出评价。

【设计意图】结合科学社会学内容,从人文的角度激发学生的批判性思考,学生通过批判性评估多角度地认识到社会背景对科学发展的局限性和推动作用,从而辩证地看待错误的观点,以提升认知成熟度。或是结合当今社会背景展开讨论或辩论,如探讨科学发展对社会变革的推动作用,以及科学伦理和社会责任等问题,进而批判地认识科学进步对社会发展的正面影响和负面影响。

(六)总结与评价

教师活动:引导学生反思学习过程中观点的变化,提出牛顿第一定律在实际中的应用、该观点的局限与不足等问题,使学生对牛顿第一定律进行更加深入的思考。

学生活动:结合自身观点的变化反思自己的思维过程,并在组间交流经验,讨论自己对于牛顿第一定律的看法。

【设计意图】这一环节的主要目的在于让学生反思自己的思维过程以及学习过程中自己观点的生成、改变与完善的过程,并进行自我调节,以发展批判性思维的自我调节技能。同时,教师提出需要进一步探索的问题,让学生养成追求真理的习惯以及结合物理知识解决实际问题的能力。

四、结语

批判性思维使学生在物理学习中不局限于现有结论,始终保持审慎思考,是学生发现物理问题、学习物理知识的重要助力,其培养需要在教学中凸显质疑性与反思性。HPS 教学模型在教学内容与过程

上强调质疑反思,并充分调动学生的批判性思维活动,能有效促进批判性思维的发展。在教学过程中教师要注重以下几点,以更好地发挥 HPS 教学模型对批判性思维培养的价值:一是鼓励质疑批判,激发思维活动。即激励学生提出各种质疑,这是教学的前提。二是挖掘教学内容,指向批判思维。即挖掘教学内容中蕴含的批判性思维特质。三是营造民主环境,促进交流合作。教师应努力创建一种民主的互动环境,使学生在批判性思维的引导下形成独立的见解。

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(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020.
- [2]石军辉.基于互动对话教学模式的学生批判性思维培养[J].中国成人教育,2017(15):85-87.
- [3]林婉晶,张锋.基于生物学决策活动的高中学生批判性思维培养[J].生物学教学,2023,48(7):13-15.
- [4]陶威,沈红.批判性思维可教的涵义及实现[J].教育理论与实践,2022,42(10):51-57.
- [5]吴亚婕,陈丽,赵宏.批判性思维培养教学模式的探究[J].电化教育研究,2014,35(11):71-77.
- [6]汪明.基于批判性思维的“狭义相对论”教学研究[J].物理教学,2019,41(4):8-12.
- [7]叶成林.初中物理科学探究中培养学生批判性思维的教学实践——以苏科版8年级“浮力”教学为例[J].物理教师,2021,42(9):53-55.
- [8]张健,王华,李春密.促进科学本质认识的HPS教学过程构建——以“牛顿第一定律”教学为例[J].物理教师,2021,42(2):12-16.

【作者简介】赵玉茜,伊犁师范大学物理科学与技术学院(新疆伊宁 835000);冯利,伊犁师范大学教育科学学院(新疆伊宁 835000);于海波,东北师范大学物理学院(长春 130024)。

【原文出处】《物理教学探讨》(重庆),2024.9.5~9

【基金项目】教育部人文社会科学研究规划基金项目“新疆中小学铸牢中华民族共同体意识教育成效评估研究”(23YJA880008)。