基于“学习即研究”培养批判性思维的途径与策略

董文杰[1] 吕朝阳[2]
(1. 江苏省前黄高级中学国际分校,江苏 常州 213161; 2. 江苏省前黄高级中学,江苏 常州 213161)

摘 要: 基于“学习即研究”观点,从批判性思维的内涵以及批判性思维能力的角度出发,以课堂预设的问题和问题链为主要手段,从概念教学、规律教学和模型教学 3 个维度,例谈在高中物理教学中培养学生批判性思维能力的途径与策略.

关键词: 学习即研究;批判性思维;课堂设问

1 “批判性思维”与“学习即研究”

1.1 批判性思维

批判性思维是一种理性评判的思维过程,它既是一种理性的思考方式,也是一种思维技能,带有鲜明的个性特质,质疑和评判是其典型特征. 批判性思维能力,一般包括求真质疑能力、分析推理能力、实践论证能力和反思评判能力,其行为特征是大胆质疑和谨慎求证.

1.2 学习即研究

为实现从“知识本位”的“被动学习”向“素养本位”的“能动学习”的转变,刘霁华教授提出了“学习即研究”的观点:学习者也是研究者,学习的过程应是研究的过程,其主旨是要求教师在课堂教学中,要用研究的过程来设计、组织和优化学习的过程.

我们把探求事物的真相、性质、规律等叫作研究,跟探究一词相比,研究的概念更为宽泛,即便是不适合用来探究的学科知识,也可以进行研究,也可以用研究的方式来组织教学,因此,相对于探究式教学理念,该观点的应用范围更加广泛,更具有普适性.

1.3 “批判性思维”与“学习即研究”

培养创新思维,培育具有创新精神和创新能力的人才,始终是学科教学的终极目标之一. 但要明确的是,批判性思维是创新思维发生发展的充分及必要前提,缺乏大胆质疑和理性批判,创新思维则成为无源之水,无本之木.

显然,只有变革以知识灌输为主的教学定式,将学习的过程重构为研究的过程,才能有效地改变学生的思维方式,让学生学会像科学研究者一样,在质疑、猜想、论证、评判和完善的探索中去发现和创造,从而实现从批判性思维到创新思维的质变. 据此看来,学习即研究观点与批判性思维能力的培养是极为契合的.

本文将以课堂设问为主要手段,从概念教学、规律教学和模型教学 3 个维度,例谈在高中物理教学中培养学生批判性思维能力的具体措施.

2 例谈基于“学习即研究”培养批判性思维的策略

培养批判性思维的关键在于教师,即教师首先要具有批判精神及批判性的思维意识. 教材本身就存在很多可用于培养学生批判性思维的课程资源,教师要在深入理解物理概念、物理规律的内涵、深层挖掘习题育人价值的基础上,通过设置印证类、拓展类和澄清类等由浅入深的一系列问题,以问题链的形式来培养学生的质疑意识和批判性思维能力.

2.1 物理概念教学与批判性思维能力的培养

案例 1. 在对概念名词本身的质疑中培养批判性思维,以 “机械运动”概念的教学为例.

在高中物理教学中,学生接触到的第一个物理概念就是“机械运动”,在人教版教材中,对机械运动的概念是这样定义的:“物体的空间位置随时间的变化,是自然界最简单、最基本的运动形态,叫机械运动.”在实际教学中,教师往往再作出如下阐述:“机械运动,也可以定义为一个物体相对于另一个物体所发生的位置的改变. 机械运动简称为运动”就结束了. 殊不知,这样的教学方式恰恰失去了一次培养学生质疑意识和批判性思维的绝佳机会. 此时,具有批评性思维意识的教师会这样设问.

设问 1: 请仔细审视“机械运动”这个概念,在

基金项目:本文系江苏省中小学教学研究室 2021 年度第 14 期重点自筹课题“基于‘学习即研究’构建‘学的课堂’的实践探索”(课题编号:2021JY14－ZB45)的研究成果.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

“运动”之前加上“机械”,你有什么疑问或疑惑吗?

设问 2:机械运动中的“机械”两字你认为有什么含义?

设问 3:有没有“非机械运动”?你知道还有哪些“非机械运动”吗?

经历了初中阶段的学习,学生对“运动”一词是非常熟悉的,但对“机械”这个名词比较陌生.机械运动一词是通过英文“mechanical motion”翻译而来,而“mechanical”在英文中有“机械的、力学的”等多重含义,据此有人认为应翻译为“力学运动”.同时,鉴于学生在初中已经学习过“热运动”的概念,第 3 个设问的目的是培养学生思维的发散性和灵活性,引导学生说出还有热运动、电磁运动、化学运动、生物运动甚至是思维运动等的答案来.

学习即研究观点认为,学习的目的包含研究本身,不唯结论、不拘形式,因此对“机械”含义的理解、对“运动”种类的划分是否准确并不重要,重要的是,这样的设问会在学生心中埋下一颗质疑和批判的种子.

案例 2.在对相似概念的联想对比中培养批判性思维,以 “内能”概念的教学为例.

人教版教材中内能是这样定义的:“物体中所有分子的热运动动能与分子势能的总和,叫作物体的内能.”此处可以这样设问.

设问 1:内能的定义是否让你联想到以前所学的其他形式的能也有类似的定义方式?

设问 2:仅从定义出发,你能发现这两者的不同吗?

设问 3:你认为,内能和机械能还有哪些不同点?它们之间有没有什么联系?

在教学中发现,在对学生提出第 2 个问题时,几乎所有的学生都回答说,机械能和内能这两者定义的形式几乎相同,即“机械能也是总和,只不过是动能、重力势能和弹性势能的总和”.在跟其他物理同行交流时,笔者惊讶地发现,有相当一部分物理教师对机械能概念的认识跟学生相同,即都认为机械能是动能、重力势能和弹性势能的总和.

查阅人教版高中物理教材可知:“重力势能、弹性势能与动能都是机械运动中的能量形式,统称为机械能.”教材中紧接着还有这样的一段文字:“通过重力或弹力做功,机械能可以从一种形式转化为另一种形式.”这说明了动能、重力势能和弹性势能都是机械能,只不过分别是机械能的 3 种不同的形式而已,因此,机械能并不是动能、重力势能和弹性势能的总和.

提出第 3 个问题旨在帮学生厘清微观的内能和宏观的机械能有着本质区别,能量大小判断的依据也完全不同.以分子动能(平均动能)和动能为例,前者由温度决定,后者由物体质量和速度大小决定.教师通过创设问题情境引导学生在质疑中自主归纳这些区别.

在高中物理教材中,类似的可用于质疑批判或类比联想的概念还有很多,例如线速度与角速度、电场与磁场、电场强度与磁感应强度、机械波与电磁波、感生电场与静电场等等.教师通过对这些概念名词本身的解读,以及相似概念的联想类比,不仅可以加深对物理概念的理解、避免出现因“想当然”而出现的错误,提升学生由此及彼、横向联系的联想力,还可以培养思维的发散性和缜密性,培育学生的质疑意识和批判精神.

2.2 物理规律教学与批判性思维能力的培养

案例 3.在对物理规律的深入解读中培养批判性思维,以“动能定理”规律的教学为例.

在高中物理中,动能定理是一个横跨了力学、电学、热学和原子物理学,应用极为广泛的重要物理规律.在动能定理的复习巩固课中,教师一般都会这样设问.

设问 1:动能定理是如何得出的?

设问 2:你能用自己的语言来描述动能定理的内容吗?

设问 3:动能定理的表达式有哪几种?

设问 4:你知道利用动能定理解决实际问题时有哪些优势吗?

这样的教学方式看起来很细致、很清晰,但在解决实际问题时,发现学生仍然存在很多问题,仍然会出现很多意想不到的错误.究其原因,是对动能定理挖掘的深度不够、设问没能触及到学生易错的本质原因.此时,应继续设问.

设问 5:请仔细审视动能定理的表达式 $W_{合外}=\Delta E_k$,相对于其他的功能关系式,你有什么疑问吗?

设问 6:动能定理的表达式中直接涉及的能量只有动能,怎么没有重力势能、弹性势能或内能等其他形式的能呢?

设问 7:动能定理没有考虑内力所做的功,你认为这说明了什么?

设问 8:能对多个物体构成的系统使用动能定理吗?如果能,你认为必须满足什么条件?

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

初学动能定理，学生最大的困惑在于无法理解为什么之前重力势能变化和重力做功关系的特点是某个力做功对应着某种能量的变化，而动能变化却等于各个力做功的总和. 设问 5、6 重在解决这个难点. 以重力做功和重力势能变化关系为例，重力做功是释放重力势能的过程，因此重力做的功等于重力势能的减少量. 而动能定理由牛顿运动定律推导得出，各种形式的机械能都能转化为动能，这种转化是通过各种力做功达成的，所以动能的增量等于各个力做功的总和. 学生易错点之一，是将动能定理跟能量守恒定律混淆，通过对设问 6 的释疑就可以解决这个问题. 学生易错点之二，是搞不清动能定理所对应的研究对象是单个物体还是多个物体构成的系统（即质点系）. 动能定理的表达式中只有外力的功，而没有内力的功，这说明了动能定理所对应的研究对象是单个物体，而不是质点系，但在实际问题中，往往又会把多个物体组成的系统为研究对象列出动能定理的表达式，这让学生十分困惑.

与“质点系动能定理——所有外力对质点系所做的功和内力对质点系做功之和等于质点系动能的增量”相比较可以发现，如果以质点系为研究对象，则只有当内力对质点系做功为 0 时，高中阶段动能定理的表达式才可以成立. 由于高中物理不涉及质点系动能定理，即不考虑系统内力所做的功，故教师可以设置具体的问题情境，在问题解决中让学生体悟到对多物体系统使用动能定理所需满足的条件. 我们认为，只有这样，对动能定理的理解才是深刻的，而不是浮于表面的.

案例 4. 在对相似规律的异同区分中培养批判性思维，以“动量定理”规律的教学为例.

在人教版教材中，将“物体在一个过程中所受力的冲量等于它在这个过程始末的动量变化量”的这种关系叫作动量定理，并且特别指出：这里说的“力的冲量”指的是合力的冲量，或者是各个力的冲量的矢量和，因此动量定理往往也被表述为“物体受到的合外力的冲量等于物体动量的变化”，表达式为 $I_{总}=\Delta p$. 此处可以这样设问.

设问 1：从动量定理表达式的形式上，你能联想到以前学过的什么物理规律？

设问 2：结合动量定理和动能定理，你能总结出力的不同作用效果吗？

设问 3：这两个规律所涉及的研究对象都可以是单个物体，也都可以是多物体组成的系统吗？

设问 4：这两个表达式所对应的运算方式有什么不同？

设问 5：利用这两个表达式所求出的力的平均值，你知道有什么不同吗？

动量定理与动能定理形式上虽然相似，但有本质的区别. 动量定理是矢量表达式，反映了力对时间的积累效果，研究对象可以是单个物体也可以是质点系；动能定理是标量表达式，反映了力对空间的积累效果，研究对象一般是单个物体. 当遇到变力作用时，这两个表达式都可以求出力的平均值，但用动量定理求出的是力对时间的平均值，而用动能定理求出的是力对位移的平均值.

学习即研究观点指出，我们要重构教学过程、重塑教学行为，以实现将“知识本位”的“被动学习”向“素养本位”的“能动学习”的重大转变. 在高中物理教材中，需要进行深入解读或相似区分的物理规律还有动量守恒定律与机械能守恒定律、能量守恒定理与电荷守恒定律、库仑定律与万有引力定律等，通过精心设问，就可以将学习的过程转变为研究的过程，在研究的过程中，既可以加深对物理规律的透彻理解，也可以培养学生思维的深刻性，提高学生的批判性思维能力.

3 物理模型教学与批判性思维能力的培养

习题教学是物理教学中的重要部分，也是提升学生解决问题能力的重要方式和手段. 习题教学的本质是模型建构的教学. 在实际教学中我们发现，物理模型建构的教学往往变成了物理模型套用的教学. 这样的教学方法只能培养学生机械模仿的能力，与批判性思维和创新思维培养的要求南辕北辙.

案例 5. 在对模型建构的合理性分析中培养批判性思维，以 2020 年全国Ⅰ卷第 3 题为例.



图 1 荡秋千

如图 1，一学生表演荡秋千. 已知秋千的两根绳长均为 10 m，该学生和秋千踏板的总质量约为 50 kg. 绳的质量忽略不计. 当该学生荡到秋千支架的正下方时，速度大小为 8 m/s，此时每根绳子平均承受的拉力约为

（A）200 N.　　（B）400 N.

（C）600 N.　　（D）800 N.

直觉：把人和踏板看作质点，重心集中于绳的末端，等效为单摆模型. 在最低点，由 $2T-mg=m\frac{v^2}{l}$，得 $T=410$ N，故选选项（B）.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

质疑：设该学生身高 $h=1.6$ m，体重 $m_1=45$ kg，踏板质量 $m_2=5$ kg，在绳长 $l=10$ m 的情况下，“直觉”中物理模型的构建合理吗？

论证：人的重心近似在人的中点，人重心在最低点时，有 $2T_1+N-m_1g=m_1\dfrac{v^2}{l-h/2}$. 以踏板为研究对象，踏板在最低点时，有 $2T_2-N-m_2g=m_2\dfrac{v^2}{l}$，得 $T=T_1+T_2=423$ N，答案仍为选项(B).

评估：再次审视题干发现，题干中 10 m 的绳长与人身高相比，在数值上要大得比较多；从“拉力约为”这 4 个字中发现本题是一道估算题；题干所给出的质量是人和踏板的总质量. 综合以上信息可知，最初“直觉”中所构建的物理模型是合理的，即可以将人和踏板的整体看作质点，其运动可看作是单摆运动模型.

虽然在费了一番周折后又回到了原点，但在单摆模型建构合理与否的研究中，带领学生经历了从直觉到质疑、从论证到评估的批判性思维过程，从“会套用物理模型”到“会合理地选择物理模型”，实现了从“知识”到“素养”的质变.

案例 6. 在对理想、非理想模型的准确判断中培养批判性思维，以 2022 年湖南卷第 5 题为例.

2022 年北京冬奥会跳台滑雪空中技巧比赛场地边，有一根系有飘带的风力指示杆，教练员根据飘带的形态提示运动员现场风力的情况. 若飘带可视为粗细一致的匀质长绳，所处范围内风速水平向右、大小恒定且不随高度改变. 当飘带稳定时，飘带实际形态最接近的是



直觉：看到这道题后，脑中闪现出飘带在风中飘舞的画面，从生活经验出发，第一直觉是应该排除选项(A)，正确答案应该在(B)(C)(D)中选出.

质疑：质疑 1，题干中的飘带是高中物理常见的不计粗细和质量的理想绳子吗？由于将飘带视为粗细一致的匀质长绳，要考虑其粗细及质量，显然不是理想绳模型，而是一个新颖的、非理想化的物理模型. 质疑 2，那能否将这条匀质长绳看作是另一种理想模型——质点呢？因需要判断长绳在风中的形状，显然也不能被看作质点.

论证：因匀质长绳既不是理想绳模型，又不能被看作质点，故可采用隔离法，由飘带的下端向上选取任意长为 Δx 的一段作为研究对象. 假设飘带总长为 L，质量为 m，由于风速水平向右、大小恒定且不随高度改变，可认为单位长度飘带受到的风力 F_0 相同，故长为 Δx 的这段飘带所受重力和风力大小分别为 $G=\Delta mg=\dfrac{\Delta x}{L}\cdot mg$，$F=\Delta x\cdot F_0$，该部分飘带稳定时受力平衡，受力分析如图 2 所示.

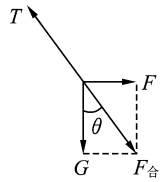

图 2

设飘带与竖直方向的夹角为 θ，则满足 $\tan\theta=\dfrac{F}{\Delta mg}=\dfrac{\Delta x\cdot F_0}{\Delta x\cdot mg/L}=\dfrac{F_0L}{mg}$，据此可知，飘带与竖直方向的夹角与所选取的飘带长度无关，飘带为一条倾斜的直线. 故选项(A)正确.

评估：本题以冬奥会跳台滑雪空中技巧比赛场地边风力指示杆上系着的飘带为问题背景，情境新颖，且跟体育运动相结合，让人耳目一新. 但由于飘带在风力作用下的运动比较复杂，故将飘带视为粗细一致的匀质长绳的命题设置比较勉强. 即便如此，由于本题的飘带既不能看作是常见的轻绳模型，也不能被看作质点模型，需要利用隔离法，合理选择研究对象，才能解决问题，可以考查学生的高阶思维能力.

高中物理模型教学最易落入浅层化和表面化，要么就事论事、就题论题；要么忽视或没能充分挖掘和利用习题的育人功能，没能凸显出其培养批判性思维的价值. 此外，新高考背景下的高中物理命题，有从理想化模型向非理想模型、从常规模型向非常规模型转化的趋势，这类试题因与生产生活实际联系紧密，能有效地考查学生的分析综合能力和推理论证能力，对学生的批判性思维和创新思维能力也有很好的检测和评价作用，需要引起一线教师足够的重视.

4 结语

学习即研究观点指出，指向“素养发展”的学习是培养学生面对真实情境发现问题和解决问题的能力和品质，特别是创造性思维和批判性思维能力和品质的过程，因此指向素养发展的学习也是发展理性批判的创造性学习. 但培养批判性思维的前提，是教师自身要具有批判性思维的意识，要掌握培养学生批判性思维能力的基本途径或策

(下转第 32 页)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

识,便在课堂一开始提供给不同组参数不同的仪器制作浮力秤,在课堂推进到这一环节时,再告知学生.因此此时直接针对各组精度的测量值来验证自己的猜想即可,并尝试通过原理推导出精度的影响因素,在这个过程中体会理论分析与实验验证相结合是物理学研究的一般方法.从而通过这样的课堂设计高效地完成教学目标.

(4) 紧扣主线,升华主题.课堂小结部分是整节课的梳理与升华,可以给学生留下较深的印象.因此在这一部分,首先请学生总结制作一个测量工具的过程,并回顾在此过程中都运用了哪些学科的思想与方法,从而升华主题,意识到跨学科实践的重要意义,引导学生今后多利用跨学科的思维来解决问题.

参考文献:

1 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022.
2 R Fogarty. Ten ways to integrate curriculum[J], Educational leadership,1991,49(2):61－65.
3 廖峰. 跨学科概念融入高中物理教学研究[D].武汉:华中师范大学,2022.
4 王兴芳.基于科学史开展跨学科项目学习的实践研究——以九年级化学微项目"空气中氧气含量测定"为例[J].新课程教学(电子版),2023(7):16－19.
5 宋定飞.基于核心素养的初中物理"跨学科实践"教学探索——以"制作小孔成像仪"教学为例[J].中学物理,2023,41(8):35－40.
6 沈伟云.指向科学思维的跨学科实践活动问题设计策略——以"自制杆秤"实践活动为例[J].物理教师,2023,44(4):43－44,67.
7 郭伟,陈旭远.科学教育视域下的跨学科概念教学:理论内涵与实践路径[J].中国教育科学(中英文),2023,6(2):58－69.
8 黄龙文.英国初中物理教材中跨学科实践内容研究[J].物理教师,2023,44(6):59－62,65.
9 J Krajcik, K L McNeill, B J Reiser. Learning goals driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy[J]. Science education, 2008, 92(1):1－32.
10 J E Davidson, R Deuser, R J Sternberg. The role of metacognition in problem solving[M]//Metcalfe J& A P Shimamura. Metacognition: Knowing about knowing. Massachusetts: MIT press,1994.

(收稿日期:2023－10－06)

(上接第 23 页)

课程的要素之一,也是课程有效实施必要条件.[5]不仅有利于民族地区学生形成科学的物理观念,有效促进物理学科素养的形成,而且对于提升物理课堂教学效果、传承民族优秀传统文化也具有十分深远的意义.

参考文献:

1 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022:55.
2 王贵林.基于地方课程资源的物理跨学科实践设计——铜犴发声原理探究与拓展[J].物理教师,2023,44(9):17－19.
3 关亚琴.中学物理课程资源开发与利用研究进展述评[J].物理教师,2015,36(10):27－30,35.
4 廖伯琴.从《普通高中物理课程标准》例析民族地区科学实验课程资源利用与开发[J].民族教育研究,2009,20(1):32－34.
5 戴芯芬.基于高中物理教材课程资源开发与利用的研究[J].物理教师,2016,37(2):17－19.

(收稿日期:2023－12－14)

(上接第 27 页)

略.我们认为,教材本身就有比较丰富的、可用以培养学生批判性思维的课程资源,作为一线教师,要扎实钻研教材文本,深入理解物理概念和物理规律的内涵,深层挖掘模型教学的价值和功能,增强自我研究意识和研究能力,不断提升课堂教学品质,为学生批判性思维和创新思维能力的培养提供强大助力.

参考文献:

1 刘霁华.指向素养发展的物理课堂转型与重构[J].基础教育参考,2021(12):50－54.
2 刘霁华.从知识积累学习到素养发展学习的转变[J].中小学教材教学,2021(9):47－52.
3 汪明,任虎虎.浸润批判性思维的物理教学框架与策略[J].物理教师,2023(11):20－24.
4 汪明.融入批判性思维的深度学习范式建构[J].江苏教育研究,2019(6):7－11.
5 陈新华,陶兆宝.基于批判性思维的高中物理论证式习题教学[J].物理教学探讨,2023(2):9－13.

(收稿日期:2024－01－02)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net