

指向深度学习的高中物理循证教学探索^{*}

任虎虎

(华东师范大学教师教育学院 上海 200062;

江苏省太仓高级中学 江苏 苏州 215411)

(收稿日期:2023-04-25)

摘要:循证教学是一种基于证据、培养批判性思维的教学模式,具有系统性与结构性、实践性与持续性、开放性与生成性的特征.证据收集、问题解决和反思评价是循证教学的核心,通过感知与体验、探究与反思、引发与维持的过程促进经验概念化、概念结构化和结构系统化.基于教学目标明确证据收集的维度、基于问题解决确定证据背后的原因、基于迁移应用实现概念结构的迭代和基于反思内化促进深度学习的发生是循证教学的有效策略.

关键词:循证教学;深度学习;批判性思维;逆向教学设计

循证教学是基于证据、培养批判性思维的教学模式,是基于经验、事实和证据引导学生学习,并在师生交往互动中促进学生掌握知识、习得技能、提升思维和培养品行的实践活动^[1].循证教学是促进学生自我觉醒、自我修炼、自我提升的过程,是对传统经验主导性教学和主观决断性教学的批判、反思和改进.

批判性思维也叫“审辨式思维”,是为决定信什么或做什么而进行的合理的、反省性的思维^[2].培养批判性思维的核心要素是“问题+证据+反思”,可见、基于证据的循证教学是发展批判性思维能力、促进深度学习的重要路径.

1 循证教学的特征

1.1 系统性与结构性

循证教学是师生间以知识为载体、以批判性等高级思维能力为核心,所展开的对话或交互过程^[3].对于循证教学首先要回答的一个问题就是要基于什么证据来进行教学?基于学科核心素养目标收集相关证据组织教学,所以教学目标是循证教学的核心要素,还包括教师、学生、课程、时空环境和文化氛围等要素,这些要素在教学中相互作用,构成一个自组织的结构.

1.2 实践性与持续性

循证教学作为一种教学实践模式,与其他教学

模式相比最突出的特征是实践中的嵌入性和动态性,在教学实践中依据收集到的证据对教师教和学生学的情况进行综合评估,及时进行调整和改进.并且是伴随实践螺旋进阶的过程,这里的持续性不仅指课堂中要收集证据教学,课前根据诊断性评价和课后根据反思性评价都是收集证据实施循证教学的过程^[4].

1.3 开放性与生成性

循证教学是通过师生间的互动,促进教学内容、教学信息、教学空间从有限到无限、从机械到灵活、从分散到整合,体现了循证教学的开放性.教师和学生都要保持开放的心态,不以获得知识为终极目标.开放性为教学的生成性提供了可能,教学过程中在学生表现、教师反思和他人反馈的基础上及时调整教学路线和策略,促进教学的有效和高效^[5].

2 指向深度学习的高中物理循证教学模式

循证教学的核心是“证据+问题+反思”,其也是融合循证教学过程和循证教学结果的基础,具体包括证据收集、问题解决和反思评价.循证教学的过程是基于教材的学科逻辑、基于学生的认知逻辑和基于教师的教学逻辑的融合统一,循证教学中始终以学生思维发展情况为依据,不断调整教学的节奏,促进学生的经验概念化、概念结构化和结构系统

^{*} 江苏省教育科学“十四五”重点规划课题“指向深度学习的高中物理单元逆向设计与实施的研究”阶段研究成果,项目编号:C-b/2021/02/80.

作者简介:任虎虎(1989-),男,在读博士研究生,中学一级教师,主要研究方向为中学物理课程教学.

化,实现深度学习真实发生,如图1所示.

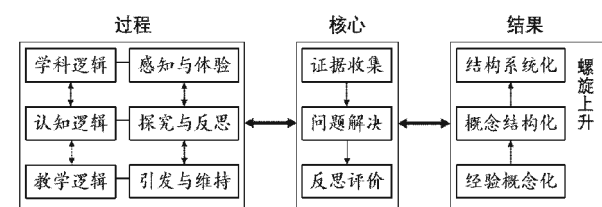


图1 指向深度学习的高中物理循证教学模式

2.1 循证教学的核心

循证教学离不开证据收集、问题解决和反思评价,主要在学生对问题情境的分析、问题解决的过程和问题迁移的环节中,通过观察学生的真实表现和教师的自我反思获得有效证据.对获得的证据需要综合分析,基于证据进行科学的推理和判断.问题解决过程也是学科实践的过程,是学生在与问题情境交互的过程中对问题的分析、建模、归纳和总结的过程,是最能反映学生思维发展情况的过程,也是考验教师组织和引导水平的过程.反思评价是对证据的有效性和问题解决的方式与结果进行持续的监控与改进的过程.

2.2 循证教学的过程

循证教学是学科逻辑、认知逻辑和教学逻辑的辩证统一.学科逻辑是基于学科本质和学科史构建学科发展的脉络、线索和结构,需要学生主体与学科不断交互去感知体验.认知逻辑是基于学生的已有观念、认知基础和认知结构,明确学生的潜在发展区,即“最近发展区”,教学过程中引导学生持续探究与反思挑战学生的认知极限,促进深度学习.教学逻辑即教师个人根据自己的教学经验,整合感知与体验、探究与反思中获得的证据形成一个最佳的实施方案,目的是不断引发和维持学生的学习动机,支撑深度学习过程,这也是课堂上动态生成的过程.

2.3 循证教学的结果

循证教学的结果是发展批判性等高阶思维能力,以灵活解决生产、生活中的实际问题,促进深度学习.埃里克森认为学习的内容只有上升到概念性思维层级才能被广泛地迁移,也就是大概概念层次.循证性教学通过创设问题情境,在感知体验的过程中实现已有经验或前概念的科学化、精致化和概念化,并且在持续性探究反思的问题解决过程中从浅层学习走向深度学习,实现概念内涵的不断丰富、外延的不断扩展,促进概念的关联化、意义化和结构化.在对

学科大概概念不断迁移解决问题、跨学科实践应用的过程中实现结构的概括化、普适化和系统化^[6].由于物理学科的逻辑性很强,旧概念建立的内容或方法往往是新概念学习的基础,所以这个过程将在循证教学实践中持续进行,螺旋上升,促进思维进阶^[7].

3 基于循证教学促进深度教学的策略

基于上述循证教学模式,将感知与体验、探究与反思、引发与维持3个过程融入到证据收集、问题解决和反思评价的过程中,促进深度学习真实发生,下面以人教版新教材“单摆”教学为例进行阐述.

3.1 基于教学目标明确证据收集的维度

教师在进行教学设计确定教学目标的同时,就要明确从哪些维度收集目标达成的证据,即指向教学目标的证据.可以从课程标准中的教学要求和教学建议、物理学科核心素养的维度、教材内容的深刻解读、学生的已有知识和实际认知水平等维度出发收集证据.

在单摆教学中,首先要明确本节课的定位,单摆实际上是简谐运动的具体应用和拓展,依据课程标准的表述:能用公式和图像描述单摆.通过实验,探究单摆的周期与摆长的定量关系.知道单摆周期与摆长、重力加速度的关系.再依据对教材的解读和学生的已有认知,明确本节课教学中证据的来源的主要维度:

- (1) 通过生活实例的分析,建立起单摆这个理想化模型;
- (2) 通过协作讨论,设计不同的方案证明单摆的振动为简谐运动;
- (3) 通过实验探究,知道单摆周期与摆长、重力加速度的定量关系.

教学中时刻关注学生在这些重要维度的表现情况和教师的自我教学行为,对教与学的活动及时调整.

3.2 基于问题解决确定证据背后的原因

循证教学基于证据,但不是唯证据,而是要对收集到的证据进行综合分析,明确问题产生的原因和证据背后的逻辑,也就是对证据进行转化,提出针对性的教学策略,这个策略在实施后也有可能没有达到预期的效果,需要继续基于新的证据进行调整,持续不断.

在单摆模型构建的过程中,发现学生从生活中的荡秋千和摆钟现象到单摆模型建立存在困难,主要表现在:不知道需要抓住哪些主要因素进行模型建构;对次要要素如何简化.此时对应的教学策略是类比弹簧振子模型,让学生明确建模的方向与方法,建构单摆模型.在设计不同方案证明单摆的振动为简谐运动的环节,学生虽然能类比弹簧振子提出两个方向:研究单摆的振动图像是否为正弦函数图;单摆指向平衡位置的合外力(回复力)是否满足 $F=-\kappa x$ 的形式.根据获得的证据发现:学生不知道回复力的来源;不能很好地对单摆的回复力进行推导和化简;对拉动木板留下墨迹是否为正弦图像不清楚.对于单摆的回复力推导过程,可以和学生协作完成,并且提供 10° 到 200° 角对应的弧度制和正弦值数据,让学生总结规律.位移-时间图像是否为正弦函数,可以用 DIS 平台的位移传感器进行定量测定,实验装置如图 2 所示,将位移传感器的反射和接收装置分别固定在两个铁架台上,发射端固定在铁质重锤上,一起做小角度摆动,得到的位移-时间图像如图 3 所示.然后再对这个图进行拟合对比.

在探究单摆周期的环节,学生能猜想到单摆周期可能与摆长、振幅和质量有关,但重力加速度不好想到,可以在图 2 装置的铁质重锤下面放一个磁性较强的磁铁,观察到摆动明显变慢,但重锤质量不变,这样操作相当于增大了重力加速度.在应用控制变量法探究周期与振幅的关系时,可以用等时圆帮助理解,如图 4 所示,A 为竖直圆周的最低点,AB 和 AC 为圆周上两个光滑斜面,利用动力学相关知识可以得到小球静止从 B 和 C 出发滑到 A 的时间相等,单摆周期与振幅无关.对于学生存在的问题,如什么位置开始作为单摆周期测量的计时起点?如何减小周期测量的误差?这些细节问题需要逐步引导学生思考解决.



图 2 实验装置

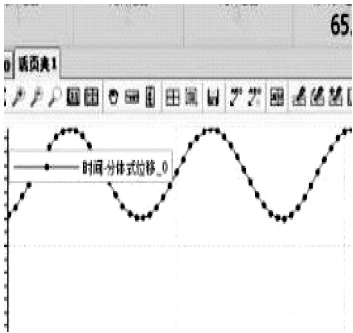


图 3 位移-时间图

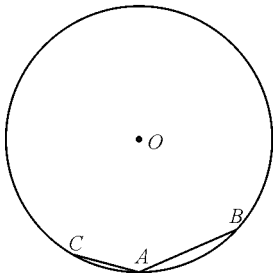


图 4 类比等时圆

3.3 基于迁移应用实现概念结构的迭代

迁移应用的过程不仅是对所学内容的巩固,也是拓展学科内涵与外延的过程,还是所建立的概念不断“生长”和“变大”的过程,从而超越概念的文字化、符号化和表面化层次,深入到概念的逻辑性、意义性和价值性层次,通过与真实生活的关联中进一步升华到概念的精神和哲学层次,从而实现概念及其结构的迭代优化.

迁移应用 1:一个质量为 m 、侧面积为 S 的正方体木块,放在水面上静止(平衡),如图 5 所示,现用力向下将其压入水中一段深度后(未全部浸没)撤掉外力,木块在水面上上下振动,试判断木块的振动是否为简谐运动.如果已知水的密度为 ρ ,重力加速度为 g ,求木块运动的周期.

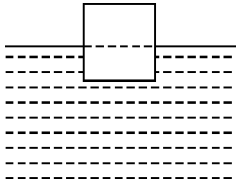


图 5 正方体木块在水面上振动

迁移应用 2:小明家从黑龙江搬到了海南,搬家时把家中一直很准的一个大摆钟也运到了海南,但发现这个标准钟不再准时,请问是偏慢还是偏快?请通过查阅资料,提供具体方案帮助小红进行校准.

这两个问题有助于将判断单摆运动是否为简谐

运动和单摆周期相关知识迁移过来,实现对简谐运动本质和概念结构的升华与扩展.

3.4 基于反思内化促进深度学习的发生

基于证据不断调整教学方向和策略的过程,就是超越证据本身的过程,另外学习本身是一个复杂系统,有不同的要素和不同的层次,需要对教学多维过程和结果不断反思,理解和内化学科的本质,实现思维的进阶,从浅层学习走向深度学习.

通过引导学生对单摆教学3个重要环节反思,发现其不仅涉及知识层面,还应用到多种物理思想方法,如单摆概念建立用到的理想化模型建构法、类比法;单摆运动是否为简谐运动判断过程中用到的分析法、近似法、类比法等;单元周期探究过程用到的控制变量法、作图法和概括法等.通过引导学生反思发展批判性思维、协同性思维和创造性思维等高阶思维能力.通过引导学生反思不仅能认识到单摆是简谐运动的一个特例,还能对简谐运动内涵的认识以及简谐运动回复力的理解更深刻.

另外通过反思,体会单摆教学中体现出的物理学逻辑美(将简谐运动迁移到单摆)、理论美(从弹簧振子周期公式理论上推导出单摆周期公式)、简洁美(单摆模型、单摆周期的简洁性)和对称美(简谐运

动的对称性),让学生在发现美、鉴赏美和领悟美的过程中陶冶情操、培育物理学科核心素养.

循证教学是基于证据、证据驱动和批判证据的师生交互活动,这里的证据主要是在对教学目标动态评价中得到的,与逆向教学设计的理念非常相近,都注重教学目标的导向和评价证据的驱动作用,从而实现从“教”到“学”的根本转向,促进深度学习真实发生.

参考文献

[1] 崔友兴.教师教育者循证教学素养的结构体系与培育路径[J].教师教育学报,2022,9(5):28-36.

[2] 王建,李如密.批判性思维与创新思维的辨析与培育[J].课程·教材·教法,2018,38(6):53-58.

[3] 邹逸,黄晓.美国教学实践的循证化变革[J].比较教育研究,2022,44(9):76-83.

[4] 崔友兴.循证教学的过程逻辑与运行机制[J].课程·教材·教法,2021,41(1):64-71.

[5] 郑红苹,崔友兴.“互联网+教育”下循证教学的理念与路径[J].教育研究,2018,39(8):101-107.

[6] 任虎虎.基于学科大概念的中学物理教学研究[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2022.

[7] 任虎虎.基于学科大概念高中物理单元设计与实施[J].物理教师,2022(3)13-15.

Exploration on Evidence-Based Teaching in High School Physics Pointing to Deep Learning

REN Huhu

(School of Teacher Education, East China Normal University, Shanghai 200062;
Taicang Senior High School, Suzhou, Jiangsu 215411)

Abstract: Evidence-based teaching, fostering critical thinking, is a teaching model characterized by systematicity, structurality, practicability, continuity, openness, and generativity. Evidence collection, problem-solving, and reflective evaluation are the core components of evidence-based teaching, which promote experiential conceptualization, conceptual structuring, and systemic structuring through the processes of perception and experience, exploration and reflection, and stimulation and maintenance. Evidence collection is based on clear teaching objectives, identifying the reasons behind the evidence collection is based on problem-solving, iterative conceptual structuring is achieved through transfer applications, and the occurrence of deep learning is facilitated through reflective internalization. These strategies are effective in evidence-based teaching.

Key words: evidence-based teaching; deep learning; critical thinking; backward instructional design