

培育核心素养的物理跨学科 实践活动优化策略

——以“估测引体向上的拉升功率”为例

范佳午

【摘要】物理跨学科实践活动应聚焦学科育人和核心素养培育。跨学科实践可以先初步设计活动方案,然后再不断优化、提升,使其能更好地促进学生学科核心素养的发展。物理跨学科实践活动的优化策略有挖掘跨学科实践活动的核心素养目标,模拟真实问题解决的活动过程,设计与核心素养目标一致的评价方案。

【关键词】跨学科实践;物理;活动优化;核心素养;学科育人

《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)在课程内容中新增一级主题“跨学科实践”,怎样开展好跨学科实践教学,培育学生的核心素养,成为落实新课标的-一个重要问题。新课标实施以来,教师们设计出大量的跨学科实践活动,然而相当一部分活动还不能很好地落实核心素养。那么,怎样对初步、尚不成熟的跨学科实践活动加以改进优化,使其能够较好地落实新课标的要求呢?本文对此进行探讨。

一、跨学科实践活动的育人功能

新课标指出,跨学科实践是落实物理课程育人要求的重要载体,物理教学应发挥不同教学方式独特的育人功能^[1]。那么,跨学科实践有哪些独特的育人功能呢?

跨学科实践活动有利于建立物理学习与真实生活的联系。教育要培养面向未来的人才,学生步入社会时面临的生活实践中的真实问题是不分学科的,且解决问题时往往需要从不同角度、运用综合思维来分析处理。在物理教学中,如果学生没有跨学科实践的经历,只解决经过学科“过滤”后的习题,只是单纯地从学科角度考虑真实问题的一个侧面,或仅用单一学科知识和逻辑考虑问题,就会导致物理学习逐渐脱离真实问题解决的过程,不能有效发展学生进入社会所必须的问题解决能力。为此,《义务教育课程方案(2022年版)》明确要求,加强知识学习与学生经验、现实生活、社会实践之间的联系,注重真实情境的创设,增强学生认识真实世界、解决真实问题的能力^[2]。在物理课程中,跨学科实践具有跨学科性和实践性特点,与日常生活、工程实践及社

会热点问题密切相关,能让学生经历类似真实问题解决的过程,从而加强物理的学科育人功能。

跨学科实践活动有利于培育学生的核心素养。分科教学有利于学生快速建构学科知识,形成较完整的知识体系。但在分科教学中,学生解决的常常是模型化的、结构良好的、纸面上的问题,这些问题提供了解题的各种条件,过滤了无关信息,一般情况下有单一的解题思路 and 标准答案。这样单纯的解题会让学生难以经历观察生活并从中提出问题的过程,从真实问题中抽象建构物理模型的过程,多角度分析解决问题的过程,以及从不同视角反思评估问题解决方案的过程。不难发现,跨学科实践活动可以为学生提供机会经历上述过程。跨学科实践旨在发展学生跨学科运用知识的能力、分析和解决问题的综合能力、动手操作的实践能力,培养学生积极认真的学习态度和乐于实践、敢于创新的精神^[1],可以与分科教学形成互补,发挥培育学生核心素养的独特育人价值。

二、物理跨学科实践活动的迭代优化

在现实教学中,跨学科实践活动的设计常常难以做到一步到位,教师可以先提出初步的活动方案,然后在初步方案的基础上不断改进、提升。

以“估测引体向上的拉升功率”为例,这原本是初中物理一道常见的纸笔练习题,教师将其转化为学生的跨学科实践活动,初步方案设计如下:

教师引导学生分组用体重秤测出质量 m ,用刻度尺测出拉升距离 h (估测为手臂长度),用电子秒表测出连续做5个引体向上的拉升过程的时间 t ,然后利用 $P=5mgh/t$ 估算功率。该活动指向新课标对

跨学科实践要求中的“物理学与日常生活”,涉及物理、体育、生物等学科,核心素养目标为物理观念中的运动和相互作用观、能量观,科学思维中的模型建构,科学探究中的证据等。

该初步方案虽然略显粗糙,但比起原来的纸笔练习题已经体现出很大进步。从改进优化的思路设计并完善物理跨学科实践活动,教师们就会发现,跨学科实践活动开展起来并不难,相关资源也很多,可以先初步提出活动方案,然后再不断打磨、改进、提升,使其能越来越较好地促进学生核心素养的发展。

三、物理跨学科实践活动的优化策略

教师可以针对初步方案,先进一步挖掘核心素养目标,引导学生经历类似真实问题解决的过程,然后设计评价方案促进核心素养目标落实,不断完善教、学、评一致的活动方案。下面仍以“估测引体向上的拉升功率”为例,分析物理跨学科实践活动的优化策略。

(一) 挖掘核心素养目标

明确跨学科实践活动的核心素养目标,对发挥其独特的育人功能至关重要。跨学科实践活动中涉及的知识、技能较容易列出,难点在于核心素养目标的设计与挖掘。教师可以在初步方案的基础上,进一步分析情境中蕴含的思维过程、探究过程、问题解决过程等,深度挖掘跨学科实践活动蕴含的核心素养,并将其准确、具体地转化为学生在活动中要发展的核心素养目标。

“估测引体向上的拉升功率”初步方案中,将运动和相互作用观、能量观、模型建构、证据等核心素养作为目标,但目标还比较笼统、不够具体。模糊的素养目标可能导致核心素养的培育停留在口号上,无法落实为学生的实际获得。

以模型建构为例,用 $P = 5mgh/t$ 估算功率是理想模型,但初步方案仅让学生按教师建构好的模型做简单测量和计算,并没有让学生经历从真实引体向上拉升过程到理想物理模型的建构过程。学生会使用理想模型进行计算,就等于发展了模型建构思维吗? 模型建构思维有哪些特征? 为准确理解模型建构思维,教师查阅文献后发现,模型是对客观事物、现象、过程或系统的简约化、抽象化表征;在研究真实问题时,常常通过抓住主要因素、忽略次要因素来建构理想模型;模型有其适用条件。^[3] 在学习模型的本质内涵的基础上,教师深入分析“估测引体向上的拉升功率”活动,发现用 $P = 5mgh/t$ 估算功率时,假设拉力等于人受到的重力,忽略了拉升速度变化时拉力和重力不相等。只有近似匀速直线运动时才能假设拉力等于重力^[4],因此用 $P = 5mgh/t$ 估测功率的方案适用于静力式引体向上,不适用于摆动式引体

向上。基于上述分析,结合新课标要求,进一步将模型建构思维的目标具体化为“能用学过的物理模型研究生活中的问题,并分析模型适用的条件”。

再以能量观为例。“功率”在新课标中属于“能量”一级主题下的内容,但初步方案仅涉及功率的知识点,似乎还没有上升到能量观。怎样从估测功率走向更上位的能量观呢? 为拓展思路,教师进一步挖掘“估测人运动功率”的真实意义:现实生活中有人测量人运动的功率吗? 为什么要测量? 教师查阅文献得知,体育学科中有测量“无氧功率”并用其反映人体无氧运动能力的研究(运动中人体肌肉的无氧代谢供能系统提供 ATP 的极限能力,表示肌肉在磷酸原和糖酵解供能条件下的做功能力^[5]),而引体向上是一种无氧运动。基于上述信息,进一步将能量观目标具体化为“能基于能量观,从物理学视角对体育、生物等相关学科问题开展初步探究”。

案例中,为提升活动育人价值,教师在初步方案基础上继续深入挖掘“估测引体向上的拉升功率”蕴含的核心素养培育价值。挖掘核心素养目标的路径有两点:(1)深入探讨并理解初步方案提出的核心素养目标的内涵,并反思初步方案能在多大程度上落实这些核心素养目标。为此,教师需加强对物理核心素养、中国学生发展核心素养的理解与学习。(2)寻找初步方案中的活动所对应的真实生活中的原型,如真实生活中有哪些专业的人从事类似的事? 真实生活中的原型与初步方案的活动过程有哪些不同? 真实原型对核心素养有哪些更深层次的要求?

(二) 模拟真实问题解决的活动过程

想要培养学生认识真实世界和解决真实问题的能力,就要创造机会让学生经历真实问题解决的过程。为此,跨学科实践活动设计应尽量做到以下几点:(1)创设具有真实性、开放性的情境。驱动学生活动的问题或任务应来源于真实生活,具有实际意义。问题或任务的目标要明确,解决问题所需的条件要适当开放,留出学生自主搜集、获取问题解决条件的空间;问题解决的方法和路径要适当开放,允许不同学生自主采用不同方法、路径来解决问题;问题的答案要适当开放,在不违背科学规律的前提下,不同学生可以从不同学科视角、不同途径获取证据,得出不完全相同的结论,并交流讨论。(2)引导学生经历类似真实科学家探究、工程师实践等的活动过程,发展学生的相关核心素养。(3)在活动过程中尽可能创造机会让学生运用分析、评估、创造等高阶思维。

“估测引体向上的拉升功率”初步方案仅让学生测体重、距离和时间,然后按公式进行计算,学生利用已经建构好的理想模型来解决结构良好的封闭式问题,除了应用物理知识和基本测量技能,几乎没有运用

高阶思维的空间,这与真实问题解决的过程明显不同。

教师在查阅相关文献,对比真实体育研究者研究“无氧功率”的过程后,改进活动过程:(1)赋予活动真实意义。教师提出驱动问题“机器功率能反映机器性能,人做功的功率能反映身体素质水平吗?怎样通过引体向上估测人的无氧运动功率?”,要求小组推选身体素质较好的学生,以最快速度完成5个引体向上。相比初步方案中做引体向上可快可慢,测出的功率没有实际意义,改进后测量的功率能反映无氧运动能力,学生的探究兴趣更高。(2)模拟科学家的探究,开展分析、论证、评估等活动,加强活动的开放性。引导学生分析论证能利用 $P=5mgh/t$ 估测功率的前提条件;让学生对实际测量和得出结论的过程开展评估,分析估测误差的产生原因。随后布置拓展任务:查阅资料,了解体育、生物学科对人体运动无氧功率的研究,并讨论利用引体向上测量无氧功率有哪些优缺点。

改进后的活动,学生在真实情境中建构理想模型,进行估测后又回到真实世界分析模型的适用性;参考体育、生物学科的真实研究过程,赋予“估测引体向上的拉升功率”现实意义;布置的拓展任务还能激励有兴趣的学生深入更开放的学习探讨。上述活动过程为学生创设了运用模型建构、质疑创新等科学思维以及开展科学探究的空间,创造机会让学生经历运用多学科知识解决真实问题的过程。

(三)设计与核心素养目标一致的评价方案

与核心素养目标一致的评价方案,是促进跨学科实践活动目标得以落实的关键。好的评价方案能引导学习过程始终朝向核心素养目标的达成,发挥评价导向和促进学生发展的作用。

设计评价方案可从以下方面入手:(1)将活动的核心素养目标转化为具备不同水平核心素养的学生在具体活动中能表现出什么样的行为(即能做出什么样的事或说出什么样的话)。目的是让核心素养从目标转化为可观测的外在行为表现,从而便于观察和评价。那么,应该将核心素养的行为表现分为几个水平加以描述呢?这可以视具体情况而定,如果活动较简单,可以分为2个水平:水平1参考初中物理学业质量标准要求水平;水平2略高,目的是引导优秀学生挑战更高的核心素养目标。如果活动较复杂,可以分为3个水平:水平2参考初中物理学业质量标准要求水平;水平1略低,目的是肯定学生取得的阶段性进步;水平3略高。(2)设计评价方法。可以结合活动过程或学生提交的成果,观察学生的核心素养表现。例如,通过观察学生的小组探究、交流展示过程、回答问题过程或者学生提交的任务单、实验报告等,对学生的核心素养表现进行评价。开

展评价时,不仅要关注最终学习成果,更要关注学习过程,尤其是过程中科学思维、科学探究等的运用。(3)确定评价主体,可以是教师评、学生互评或自评。

“估测引体向上的拉升功率”要求学生提交任务单并进行小组交流展示,展示时要说明测量方案设计及理由、测量过程、测量数据及结论、反思评估等。对任务单和交流展示的评价见表1(仅以科学思维中的模型建构的评价为例),主要用于学生自评和教师评价。

表1 “估测引体向上的拉升功率”评价表

项目	水平1	水平2
科学思维	通过交流,能提出将引体向上拉升过程简化为匀速直线运动并估测功率的模型	能提出将引体向上拉升过程简化为匀速直线运动并估测功率的模型,说明模型与实际相比做了哪些简化,适用条件是什么,据模型估测的结果与实际情况相比可能有哪些不同

值得注意的是,跨学科实践活动中的评价,主要目的不在于区分学生的不同水平,而是将重点放在发挥评价的引导、激励和反馈功能。表1对教师而言,可以依据行为表现观察判断学生是否达到预期的基本教学目标;对学生而言,主要目的不是区分他们到底处于水平1或水平2,而是让学生知道教师希望他们在活动中能达到水平1,激励有兴趣、有能力的学生挑战水平2。

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,2022:42-43,34.
- [2]中华人民共和国教育部.义务教育课程方案(2022年版)[Z].北京:北京师范大学出版社,2022:14.
- [3]范佳午.物理核心素养落地课堂的校本教研探索[J].物理教学探讨,2022(4):1-3,13.
- [4]那树森,刘静民.摆动和静止引体向上技术的力学分析[J].体育科研,1997(3):11-14,17.
- [5]文心灵,霍志瑜,兰慧杰.无氧功率测试方法对比[J].体育世界(学术版),2016(12):180,182.

【作者简介】范佳午,博士,北京教育科学研究院教研员,教育部初中物理课标修订测试组核心成员,教育部中考物理评价组核心成员,北京版初中物理教材编写组成员,多次主持教育部基础教育质量监测中心专项课题(北京 100036)。

【原文出处】《中小学课堂教学研究》(南宁),2024.1.26~29

【基金项目】北京教育科学“十四五”规划2022年度重大课题“新时代北京市中小学生创新思维评价及培养路径研究”(CDMA22002)。