·新课标研究·

基于跨学科实践的概念转变模式构建与案例设计

杨 倩[1] 乔翠兰[2]
(1.深圳市龙岗区平湖第二实验学校,深圳 518100;2.华中师范大学物理科学与技术学院,湖北 武汉 430079)

摘 要:迷思概念是一种学生认知结构的系统性缺陷,其形成具有深刻的认知层面因素.转变迷思概念是物理教学的一项重要任务.跨学科实践具备真实情境、大概念抓手、完整的探究过程等特点,能有效激发迷思概念的认知冲突,促进批判性思考,为迷思概念转变教学提供了可行的思路.基于对迷思概念和跨学科实践的本质分析,提出了促进迷思概念转变的跨学科实践教学模式,并以“电功率”为例进行了跨学科实践教学案例设计,为未来的教学和研究提供了参考.

关键词:跨学科实践;迷思概念;教学模式;概念转变

在物理学习过程中,学生会存在大量不完整的、有偏差的迷思概念,影响着相关概念的正确理解,阻碍相关物理规律的学习,有必要关注迷思概念转变教学.《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)将跨学科实践作为一项重要内容,强调将物理与日常生活、工程实践、社会发展相结合,在解决真实问题过程中理解物理概念,掌握物理规律,发展科学思维.[1]如何开展跨学科实践教学是物理教育面临的一项难题.本研究将从迷思概念转变的视角探讨跨学科实践何以何能,构建并分析促进迷思概念转变的跨学科实践教学模式.

1 迷思概念的内涵及其成因分析

1.1 迷思概念的内涵解析

何为迷思概念?研究者或是将其简单视为错误概念,或是将其等同于前概念,或是将其笼统视为学生大脑中与科学理论有出入的看法.[2]而从认知主义学习理论和系统观的视角出发,可以得到迷思概念更深层次的内涵.布鲁纳的认知结构学习理论指出知识在人脑中以复杂结构存在,认知发展源于前一阶段知识掌握的精确度和熟练程度,学习即知识结构的更新和重组过程.概念是知识结构的基本组成单元,从系统观来看,每个学生大脑中都存在错综复杂、形态各异的概念网络,包含各种不同的迷思概念.随着学习进阶,包含迷思概念的不完善概念网络影响着新知识的学习,造成新的偏差理解,形成新的迷思概念,并同化至原有的概念网络和知识结构中.[3]因此,本文指出迷思概念更深层次的内涵:学生认知结构的系统性缺陷,进一步的学习可能加剧原有概念网络和知识结构的复杂和混乱程度,造成更多偏差理解和错误应用.

1.2 迷思概念的成因分析

迷思概念客观成因是多方面的,例如生活经验造就的朴素理解;学生心智发育不成熟;教师在术语表达、概念阐释、类比等方面不够严谨等.从认知层面来说,迷思概念的成因更加深刻.首先,迷思概念的产生源于批判性思维缺陷.学生通常被动地接受和记忆教师对概念的解析,难以批判性地将其迁移至新情境中,造成片面理解.其次,迷思概念的产生受先前迷思概念的影响.学生难以意识到新概念与原有迷思概念的冲突;即使能够察觉到冲突,也难以自主、准确地改变原有迷思概念以顺应新的概念.最终,新概念被简单地同化至概念网络中,形成新的迷思概念,导致概念网络恶性发展.再次,迷思概念的产生源于大概念理解缺位.学生本体论认识和定式思维导致的大概念理解缺位,表现出来就是具体场景下概念的偏差理解.例如,“速度越大则加速度越大”的理解来源于本体论认识的大概念“加速度和速度都是描述物体运动快慢的量”,以及定式思维的大概念“两个相关的物理量一个大另一个也大”.[4]这些深层思维所形成的偏差大概念不加以转变,将直接影响新概念的学习,源源不断地产生新的迷思概念.

2 跨学科实践何以促进迷思概念转变

目前,亟须一个有效的教学模式从深层次的认知层面出发促进迷思概念转变,立足跨学科实践的视角可以带来一些启发.

通信作者:乔翠兰(1972年—),女,华中师范大学物理科学与技术学院,教授,研究方向为智能时代的物理教育创新.电子邮箱:1519540749@qq.com.

中国知网 https://www.cnki.net

2.1　跨学科实践的基本内涵

对跨学科实践的认识有两种视角：学科立场和跨学科立场.[5]学科立场强调跨学科实践应立足于某一学科的问题解决需要，整合其他学科的知识和方法.跨学科立场则弱化某一学科地位，强调以跨学科主题为载体，整合两门以上的学科知识和方法来完成主题学习.“新课标”强调跨学科实践要占总课时的 10%，并非指在一段时间的学习后单独拿出 10%的课时组织动手实践活动，而是指向学科立场，其内涵可以理解为：根据课时内容的特点和教学需要，在日常课堂教学中以解决生活、工程、社会中的物理实际问题为目标，在此过程中促进物理概念的理解，强化物理规律的应用.

2.2　跨学科实践促进迷思概念转变的特征分析

立足学科立场的跨学科实践如何能够促进迷思概念的转变？

首先，真实跨学科情境能够激发概念理解的认知冲突.跨学科实践以贴近生活实际的真实情境为依托，将物理知识与生活、工程、社会相结合，设计真实的问题或任务，在解决的过程中完成学习.[6]学生感知到迷思概念与真实情境的冲突，进而对其产生怀疑与批判，是概念转变的起点.在跨学科实践教学中，教师可以构建多元化的真实情境，引导学生突破思维定式和心理暗示，感知到原有的概念理解在新情境中存在可解释性、合理性危机，引发认知冲突.进一步地，可以设置真实的进阶任务，引导学生在实践中不断产生认知冲突，促进概念转变.

其次，跨学科实践以大概念为抓手推动批判性思维发展.跨学科实践以大概念为抓手，通过学科和跨学科大概念重构并统整知识，使分散的概念凝聚成网络，实现贯通理解.[7]例如，“寻找生活中各种能量转换现象中的不变量是探索自然界能量规律的重要方法”这一学科大概念勾连起功、机械能、能量转换等多个概念.将学科大概念与生活或工程情境结合，可上升至“物质与能量”这一跨学科大概念.在跨学科实践中激活和应用大概念能诱发批判性思考，促使学生从大概念视角追溯偏差概念理解的缘由.大概念的思维习惯还能使学生自觉地基于大概念发现和转变迷思概念、优化概念网络，使学习具有自主性和可持续性.

再次，跨学科实践探究过程能够促进概念迁移和概念网络融通.跨学科实践具有科学探究属性，涉及提出问题、建立假设、制订方案、获取信息、分析论证等全过程.[8]立足于实际问题，将抽象物理学知识转化为具体的跨学科任务或项目，经历完整的科学探究过程，能够更好地促进概念学习.一方面，与传统实验教学相对脱离实际相比，跨学科实践关注物化的产品或作品，更接近真实生活的探究过程.学生更容易在完成具象的任务过程中实现学科和跨学科概念的融合理解，并实现迁移应用，而不是识记概念后迷失在新情境中.另一方面，当学生在跨学科实践中转变迷思概念，一些与之相关的原有迷思概念也将得到新的理解，概念网络将因此得到调整、融通和优化.

3　促进迷思概念转变的跨学科实践模式构建

基于上述分析，以认知主义学习理论为指导，遵循学生的认知结构发展，本文提出了促进迷思概念转变的跨学科实践教学模式，如图 1 所示.

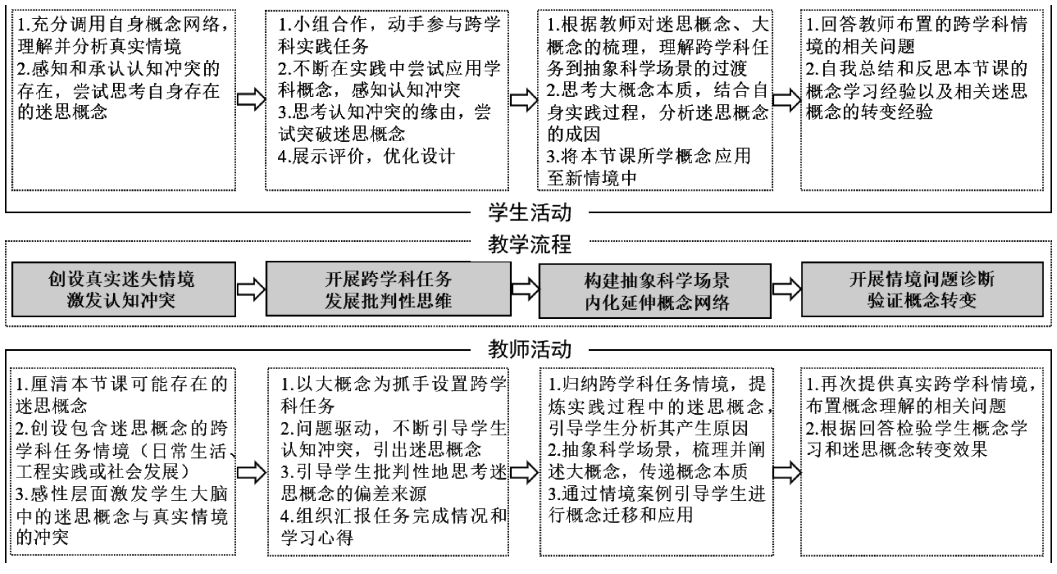

图 1　促进迷思概念转变的跨学科实践教学模式

中国知网 https://www.cnki.net

创设真实迷失情境，激发认知冲突.这一环节从感性层面激发学生迷思概念与真实情境的冲突，引出学习内容.教师需做好学情分析，明确学生可能存在的迷思概念，并在课堂一开始创设跨学科任务情境，从中提出迷思问题，引发概念认知冲突，鼓励和引导学生思考自身可能存在的迷思概念.

开展跨学科任务，发展批判性思维.这一环节开展感性的跨学科实践.跨学科任务要以大概念为抓手.在实践中，教师可采取问题驱动方式，不断诱导学生的认知冲突，引出迷思概念；学生在教师的引导下，在实践中应用学科概念，批判性地思考迷思概念的偏差来源，挑战认知，完成任务.

构建抽象科学场景，内化延伸概念网络.这一环节起到升华作用，旨在优化概念网络.根据跨学科实践的过程和结果，教师带领学生提炼和理解实践中涉及的迷思概念，系统梳理学科与跨学科大概念，学生需在教师引导下自主分析迷思概念的成因.教师还需设置一些新情境，引导和促进学生的概念迁移以及概念网络融通.

开展情境问题诊断，验证概念转变.课程的最后教师可以再布置一些真实生活中的跨学科情景问题，考查验证学生的概念学习以及迷思概念转变效果.学生则需要进一步总结和反思本节课的概念学习经验和相关迷思概念的转变经验.

4 促进迷思概念转变的跨学科实践案例设计与分析

选取初中物理“电功率”课时，进行跨学科实践教学设计，以突破该节课迷思概念.首先通过学情分析发现学生在生活中对电功率已有一定程度的了解，但依然存在以下迷思概念：(1) 电功率越大，消耗电能越多；(2) 额定功率大于或等于实际功率；(3) 不能完全理解电功率的物理本质，仅将其视为一个数学上的比率；(4) 混淆电功率与电能的单位.

提炼该课时的学科大概念包括：(1) 电功率表示电能随时间变化的趋势，反映消耗电能的快慢，是衡量用电器性能、判断电路负载能力以及设计电路的重要指标；(2) 比值定义法是定义物理量常用方法，常用某个物理量与时间的比值，来比较变化的快慢；(3) 实际功率体现了电器在工作状态下的实际能量转换效率，很大程度上决定了用电器的亮度、热度或其他输出特性.本课时的跨学科大概念概括为：能量可以在不同的系统间相互转移，单位时间内能量的转换速率有所不同.

突破“电功率”课时迷思概念的跨学科教学设计内容如下.

4.1 创设生活情境，唤醒经验引发冲突

(1) 教师创设生活情境.展示生活中的灯泡，唤醒生活经验，提问① 灯泡的铭牌显示的 xxW 反映了灯泡的什么特性？(学生答：亮度)② 多挡位台灯 L_1 铭牌显示，电功率为 20 W，相比另一个 15 W的 LED 灯泡 L_2 而言，哪一个更亮？(学生答：L_1 更亮)③ 哪个灯消耗电能更多？(学生答：L_1 更多).

(2) 教师展示.多挡位台灯虽然标 20 W，但实际存在 3 种亮度，且只有最高挡位比 15 W 的灯泡亮.将两灯分别接入电能表，观察 L_1 发光时间更短时，两灯电能消耗情况，如图 2 所示.

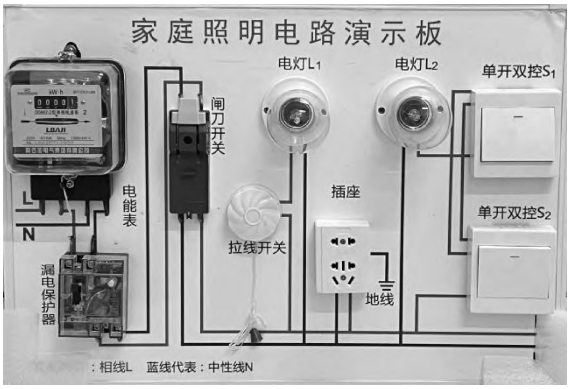

图 2 灯泡电能消耗展示仪器

(3) 引发认知冲突.提问① 为什么标 20 W 的灯泡不一定比 15 W 的灯泡亮？② 为什么标20 W 的灯泡能实现 3 种亮度变化？③ 为什么标 20 W 的台灯消耗电能不一定比 15 W 的灯多？

(4) 设计意图.唤起生活经验，学生一般会认为铭牌标注电功率大，消耗电能多，电功率反映灯泡的实际亮度.多挡位台灯展示了实际功率与额定功率的区别，此次情境创设引出了跨学科实践任务：制作一个多挡位的小台灯，让学生带着问题，在制作过程中突破迷思概念.

4.2 开展台灯制作任务，发展批判性思维

将制作多挡位台灯的跨学科任务分为以下 4 个小任务.实践过程中进行问题驱动式教学，引导学生在问题解决过程中突破迷思概念，了解大概念.

(1) 探究小台灯的原理.根据大概念和迷思概念提出以下问题①多挡位台灯亮度变化的实质是什么？② 电压一定时，实现功率变化的原理是什么？③ 电压一定时，电阻变化导致电功率变化，这

中国知网 https://www.cnki.net

和铭牌上标注的电功率有什么区别与联系？

设计意图：通过原理阐释，解决以上问题，学生将了解到电功率的物理意义和比值定义法的内涵，理解实际电功率的本质及其与额定功率的关联，回应了情境创设环节学生的认知冲突点.

(2) 电路设计与外观设计.针对电路设计提出问题：① 灯泡发光的基本电路需要用到哪些元件？② 如何实现电路中电阻的变化(学生电路设计如图 3 所示)？针对外观设计提出问题.③ 台灯除了电路系统，还有哪些基本构造？④ 制作台灯可以用到生活哪些常见物品，或利用废品改造？

设计意图：引导学生运用电学知识设计台灯电路与外观，在设计过程中学生能够掌握学科知识，突破迷思概念，提升问题解决能力，学会利用工程知识理解台灯各个系统之间的关系，发展工程、美学等跨学科素养.

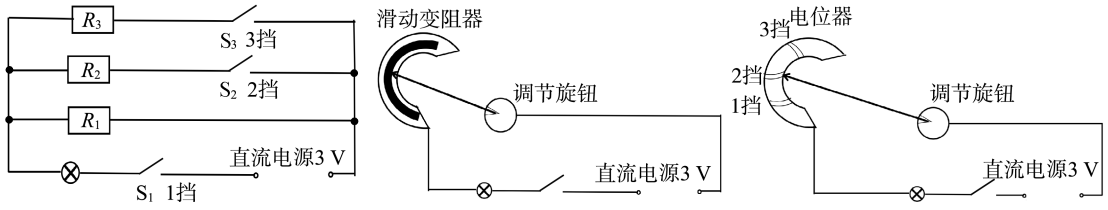

图 3 可调光的多挡位台灯电路设计图

(3) 台灯制作实践.教师提供基本电路元件让学生自由选择，学生结合生活中的物品，分小组进行合作，制作一个多挡位台灯(如图 4 所示).



图 4 可调光的多挡位台灯制作材料图和作品图

(4) 展示与优化.各小组依次上台展示并汇报台灯制作成果，其他小组提出问题，汇报小组解答疑惑，教师记录学生交流分享过程，并进行总结.根据学生的交流评价情况，结合组内作品，进行进一步的优化.例如简化电路，用滑动变阻器实现电阻变化；用更节能的 LED 灯泡代替传统灯珠；用单刀三掷开关简化开关数量；美化台灯外观；利用生活废品进行创新设计等.

4.3 抽象科学场景，内化延伸概念网络

本环节将由教师带领学生基于多挡位台灯制作的原理和过程，进一步体系化地提炼迷思概念，抽象科学场景，理解更加上位的大概念，实现从实践到理论的飞跃.

(1) 梳理迷思概念.教师引导学生思考并总结台灯设计制作过程中遇到的迷思概念，比如家庭台灯的多挡位其实是电功率不同；台灯制作的原理是改变电阻，而实现功率的变化；台灯亮度发生改变，是由于实际功率发生了改变而非额定功率等.

(2) 抽象大概念.教师将制作台灯的情境任务抽象化，带领学生进一步理解本节课的大概念.例如比值定义法是定义物理量常用方法，某个物理量与时间的比值可以比较变化的快慢；电能与时间的比值表示消耗电能的快慢；从台灯亮度的变化可以理解电能转换为光能的速率发生了变化；理解多挡位台灯原理，从而理解用电器的电功率越大，消耗电能越快，性能和负载能力也更强；日常生活中通常根据不同的需求，选取不同电功率的用电器，家庭夜灯需要柔和的灯光即使用小功率灯泡，生产车间则需要用到大功率的足够明亮的灯泡；灯泡亮度变化反映了实际功率的变化，实际功率是评估电器性能的重要指标.

(3) 迁移内化.根据小组设计制作的多挡位台灯，计算出台灯的最大功率(针对大概念 3 和迷思概念 3)；提问，手持风扇的风量很大但电池续航时间很短，这可能是什么原因造成的？(针对大概念 1、3 和迷思概念 2).

4.4 跨学科情境问题诊断，验证概念转变

物理＋医学：心脏起搏器是一种小型医疗设备，在患者使用过程中，需要长期开启，它的电池寿命可达 10 年，假如一个心脏起搏器的电池含电能 1.2 W·h(1 W·h＝3600 J)，估算心脏起搏器的电功率大概是多少？(针对大概念 1 和迷思概念 3)

物理＋生活：在炎热的夏天使用空调和电风扇.如果空调的功率是 1500 W，电风扇的功率是 100 W，那么哪个设备的能耗更多？(针对大概念 1 和迷思概念 1)电动自行车充电 (下转第 39 页)

中国知网 https://www.cnki.net

比如做电池两极的材料其金属活泼性必须有差异,活泼的金属板做负极,不活泼的金属板做正极,其次溶液(电解液)是酸性物质,这为日后高中化学的学习积累经验,这才是真正的“先学”;三是还可以延伸到干电池结构和原理的了解,让物理学习走进学生的生活(图5).当然,学生还可以继续研究,比如用同一个水果,插入其他金属板,比如铁、铝等,电路中的电流强弱有没有变化?金属板的面积不同,或者两者的距离不同,电路中电流的强弱有什么不同?……小小的水果电池可以引发一连串开放性的探究活动,我们达成课程理念也正是需要这些活动.

跨学科学习是激发学生发散性思维,走向自觉探究、主动学习的有效途径,为避免“烟花式”无序低效的短期“假繁荣”探究,教师需要通过主题引领、项目驱动这种方式,让创新探究真正实现“有心栽花花盛开”的有效学习,旨在拓宽学生的视野,提高学生综合运用知识解决真实问题的能力.同时,教师也要做好基于课堂教学内容见机而作的那种“无心插柳柳成荫”的跨学科学习,潜移默化地促进学生勤思考、爱探究的好习惯的形成,让物理课堂更具有生命力.

物理教材就像物理课程的“压缩包”,解压的“密码”就是课程标准,解压的“软件”就是物理教师的学科素养和育人价值观.不同于计算机解压文件,对于不同素养或不同价值取向的教师,解压课程“压缩包”的视角、方法和结果不尽相同,在各自头脑中形成的课程样态是千差万别的.但是,落实新课程理念,指向学生思维发展的追求是一致的.因此,每一位物理教师应该研读课标,理解课程理念,拓展科学探究空间,丰富课程学习内容,让物理教学持续焕发蓬勃的生机与活力.

参考文献:

1 潘国盛.基于科学思维能力提升的问题情境设计策略[J].物理教师,2022(12):17-19,23.
2 张月兰.基于“互联网+”思维的初中物理情境教学设计[J].物理教师,2022(3):43-45.
3 杨勇诚.刍议初中物理教学中的情境创设[J].物理教师,2022(1):39-42.
4 李海畅,杨勇诚.概念学习与规律探究整合教学设计——以初中物理“机械功”和“功的原理”教学为例[J].中学教学参考,2022(20):29-32.
5 杨勇诚.初中物理教学中提高科学探究实效性的五项建议[J].中学物理教学参考,2020(9):1-4.
6 张飞.问题驱动:通往物理深度学习的动力引擎[J].福建基础教育研究,2023(10):100-105,131.

(收稿日期:2024-03-31)

(上接第34页)

器的功率为30 W,如果充电器连续工作了2 h,那么充电器消耗的电能是多少kW·h?(针对大概念1和迷思概念4)

物理+音乐:乐团在奏乐时,使用两种乐器奏相同的音符,钢琴10 s内演奏20次,小提琴30 s内演奏55次,哪种乐器演奏得更快?(针对大概念2)

物理+工程:在设计一款用于月球表面探测的电动钻探机时,工程师需要考虑月球上的极端环境对设备性能的影响.已知一款探测电动机额定功率为10 kW,受温度影响实际电功率为8 kW,求该探测电动机每分钟消耗的电能?(针对大概念3和迷思概念2).

5 总结

本研究应用于教学实践需要教师做好充分的学情分析和课前准备,准确挖掘学生的迷思概念,科学分析和提炼出大概念,使跨学科实践从头至尾围绕着核心的概念转变目标而运行,而不是简单地将课堂交给学生盲目地开展动手操作.

参考文献:

1 汤清修.把握物理课程改革新方向——解读《义务教育物理课程标准(2022年版)》的主要变化[J].全球教育展望,2022,51(6):75-84.
2 陈坤,唐小为.国外迷思概念研究进展的探析及启示[J].教育学术月刊,2019(6):17-24.
3 汪树林.迷思概念、相异构想与儿童数学教学[J].中小学教师培训,2014(1):47-49.
4 许桂清.学生迷思概念与科学概念比对图模型的建构与应用[J].课程·教材·教法,2016,36(6):97-102.
5 程龙.重申跨学科学习的学科立场[J].全球教育展望,2023,52(3):25-34.
6 荆鹏,侯恕.初中物理跨学科实践教学的内涵、价值与路径[J].物理教师,2022,43(10):32-36.
7 郑青岳.大概念的特征及其对科学教学的启示[J].物理教师,2021,42(4):14-17.
8 罗莹,蔡天娇.从科学探究到跨学科实践:初中物理教学的新变革——基于新旧课标的比较分析[J].物理教师,2023,44(2):38-43.

(收稿日期:2024-04-16)

中国知网 https://www.cnki.net