·初中园地·

基于创新能力培养的初中物理跨学科实践教学策略

陈海涛
(苏州市吴江区苏州湾外国语学校,江苏 苏州 215299)

摘 要:初中物理跨学科实践的设置目标之一就是培养学生创新能力,但是如何在跨学科实践活动中培养学生创新,是初中物理教学实践面临的课题.将成熟的创造技法应用于具体的跨学科项目,培养学生的创新能力是一种实践方略.基于此,文中从 5 个方面较系统地介绍了培养中学生创新的策略.

关键词:初中物理;跨学科实践;创新能力;教学策略

2022 年版《义务教育物理课程标准》首次明确了跨学科实践活动的教育目标:“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]“人类实践需要提出战略性与创新性实践对策与实践方式,最终实现干预与改造世界、促进人类发展的目的.这就是人类实践的跨学科范式或跨学科逻辑”;[2]“跨学科学习是培养学生核心素养或创造能力的基本学习方式,其重要性自不待言”.[3]《自然》期刊汇总了世界各地已发表的高质量创新水平的科学论文,发现学科之间的交叉关联日益紧密.这也意味着全球科技发展离不开跨学科创新能力.[4]可见,开展好跨学科实践活动有着重要意义,涉及中学生创新能力的培养,影响到国计民生.但是如何在跨学科实践活动中培养学生创新能力,是初中物理教学实践面临的课题.将成熟的创造技法应用于具体的跨学科项目,可为学生提供高质量的“思维优化支架”,[5]能够引导学生用更合理的创新策略开展活动,更顺利地克服各种难题或障碍,促进学生在活动时能不断创新、不断进阶,不断优化或迭代自己的成果,从而实现对学生创新能力培养的优化.基于这样的思考,笔者从 5 个方面较系统地探索了培养中学生创新能力的策略.

1 激发持续求新欲望

“需要是发明创造之母.”在发明方法中,适应需求法是通过仔细的观察、充分的调查,抓住人们生产生活中的某一需要,下功夫去研究,提高优秀的发明课题的方法.我们常见到的如消毒柜、吸尘器、鲜花礼仪电报等都是这一发明技法实际应用的产物.[6]在跨学科实践活动中,教师指导学生使用适应需求策略,可以把这个“思维优化支架”用于活动的全程,激发学生为解决“需求”而持续不断地迸发创新活力.

案例 1:在“自制环保小屋”跨学科实践活动中,为了激励学生创新思维,教师在组织学生讨论时,给学生介绍了适应需求策略.为了让学生理解得更深刻,教师还简单列举了充电宝发明的过程:充电宝最早出现在 2004 年,是中国品胜电源为适应南极科考队需求而研发的一种能为摄像机和其他电子设备充电的便携式充电设备.后来充电宝进入千家万户,为了适应用户的各种需求,充电宝的样式已经琳琅满目.接下来,各小组受此启发,开始构建自己小组的未来小屋,大胆建模.学生在考虑当前资源紧张和未来百姓生活品质需求高等多种背景下,建构了各自环保小屋的雏形,确定了跨学科实践的子任务,明确了下阶段活动的主攻方向.有了适应需求策略这个“思维优化支架”,参加活动的学生想出了更多的“环保”措施,例如,考虑节能需求,为小屋安装太阳能发电和风能发电设备;考虑不同天气对需求带来的影响,学生还想到了可调方向的太阳能发电机和风力发电机,并安装储电系统,如图 1 所示.再如,考虑节水需求,为小屋安装集水系统和过滤水系统,同时用太阳能发电设备加热水;有的小组还想到安装“反向特斯拉阀”,用集水装置来发电,如图 2 所示.还如,为了小屋温度可调、四季宜人,有的小组想到了用

基金项目:本文系江苏省中小学教学研究第十四期立项课题“指向高阶思维能力的初中物理跨学科学习的实践研究”(课题编号:2021jy14-L12);苏州市教育科学“十四五”规划课题“初中物理跨学科实践的表现性评价研究”(课题编号:2022/C/02/003/11)阶段性研究成果.

中国知网 https://www.cnki.net

气凝胶做隔热系统;有的小组想到用地源热泵系统调节室内温度. 再比如,为了适应环保,有的小组想到为小屋配套一个微型生活垃圾处理系统,通过燃烧垃圾发电;有的则想到用光学元件为小屋配套采光. 还有,大多数小组学生都考虑到了人文元素,考虑小屋的美观和吸引力……可以看出,适应需求策略一直在激发学生创新思维.



图 1　环保小屋模型 1



图 2　环保小屋模型 2

值得一提的是,适应需求策略这个思维优化支架可以用于跨学科实践的全过程,有利于学生实践成果的迭代、进阶,促进学生不断创新. 不过,在使用该策略时,教师最好能引导学生尽量多考虑工程、数学、技术、人文艺术学科和其他科学学科,[6]如图 3 所示,丰富需求的内涵,提升学生创新的质量. 还有,适应需求策略虽然能为学生的实践和创新提供更多的取向,但是在具体解决问题过程中,还需要和其他创新策略相结合,才能使学生的创新过程更灵活、更深刻.

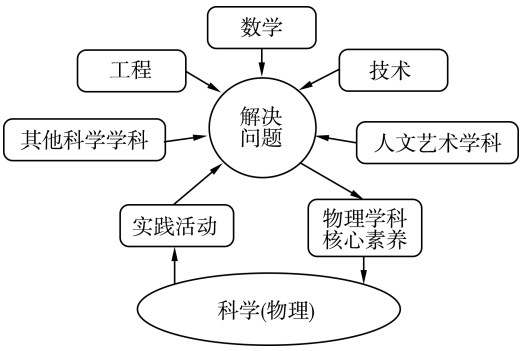

图 3　趋向问题解决的跨学科实践结构

2　提供头脑风暴机会

头脑风暴法是创造工程学中提出的第一个创造技法. 它最初用在创造广告的新花样上,后经进一步总结推广,形成一种有组织的、用来强化创新思维的普遍性方法.[7]使用该方法,当团队中某人提出一种设想,就会引起其他人的不同思考,从而产生新的不同设想. 由此激发一连串新的思考,达到互激效应的良性循环. 在跨学科实践活动中,学生一般是分组进行活动的,而且学生经常要面临在真实情境中解决实际问题的情况,需要有源源不断的新思路,用头脑风暴策略,可以让小组活动如虎添翼、群策群力,利用同伴相互启发,在思维碰撞中不断创新,探寻解决问题的最佳思路.

案例 2:在“物理知识在自行车中的应用”跨学科实践活动中,某位教师先组织全班学生使用头脑风暴策略,各抒己见,学生提出各自的看法,然后再参考别人的见解,形成自己的认识,汇总起来成果惊人——自行车前后轮所受到的摩擦力的方向相同吗? 属于有益摩擦还是有害摩擦? 自行车中有哪些杠杆应用? 自行车的坐垫设计有什么讲究? 自行车轮胎对地面压强问题有什么影响? 车胎充多少气比较合适呢? 自行车是如何维持平衡的? 变速自行车是怎么变速的? 自行车是怎样发展起来的? 自行车中用到哪些声、光知识? 自行车的轮子一定是圆的吗? 畅销的自行车有哪些物理学特点? 然后每组学生只要选择好自己喜欢的子任务,就可以顺利进入活动的后续环节了. 头脑风暴策略让学生体验到了团队合作创新的力量,感受到问题拓宽的新思路.

在使用头脑风暴策略时,为了效果更好,教师应注意指导学生遵循以下几个原则:① 自由思考原则. 要求小组成员不受常规的束缚和限制,随心所欲,自由发挥. 往往被认为荒诞可笑的主意,最终却可能成为新创意的起点. ② 滞后评判原则. 在学生畅谈阶段,不允许批驳、讥笑和抑制别人,要尊重每一个人的发言. ③ 多多益善原则. 鼓励学生畅想,以数量谋创新. ④ 反思改善原则. 要求学生在头脑风暴后及时反思,吸收别人的创意加以综合、改善和发展成新设想、新思路.

3　指导组合创造技法

组合创造法是指用一定的技术原理、功能和目的,将两个或两个以上的技术、物质、方法和产品,进行合理的组合,形成新产品. 或者把原产品分割,重新排列组合成新产品,或将多个单一产品组合成一个新产品的方法.[7]组合创造法是企业界最通用的创造技法之一,例如加热器同时带加湿功能,空调带远程遥控功能,卫生间镜子带加热功能就不会起雾……这些都是组合创造法的典型应用. 在跨学科实践活动中,指导学生使用组合创造策略,同样便捷,可以降低学生创新的难度.

案例 3:在“幻灯 show”跨学科实践活动中,教师要求 8 年级学生自制一台幻灯机,然后再自制幻灯片,且用幻灯片讲述自己喜闻乐见的事. 在此过程中,教师指导学生使用组合创造策略,可以分散思考、分块实践:选择好一个盒子做幻灯机外

中国知网　https://www.cnki.net

壳;选好一个光源提供照明;选好合适的透镜用来成像;选好一个播放装置用来播放;选好一个主题用来做幻灯片. 通过指导,小组内的学生思路清晰,各成员分头行动,各自完成负责的子任务,最后再适当组合就行了. 例如,在学生最难完成的连续播放装置中,有的小组用两个“发条”装在立柱底端来带动幻灯片连续播放,如图 4 所示;有的小组则是通过轮轴手动播放幻灯片,如图 5 所示;有的小组则利用 3D 打印机打印的马尔蒂十字结构(一种可将连续旋转转换为间歇旋转的齿轮结构),如图 6 所示. 在制作幻灯片时,有的小组选择的主题是电影《长津湖》精彩片段;有的小组选择的是苏州美食“六虾面”的制作过程;有的小组选择的则是“苏州园林”历史文化介绍. 通过有序的组合创新,一台幻灯机模型就做好了,创新的难度变小,成功的概率提升.[8]



图 4 幻灯片播放装置 1



图 5 幻灯片播放装置 2



图 6 幻灯片播放装置 3

为了更好地使用组合创造策略,教师可以指导学生注意常见的组合形式:① 功能组合. 例如起子的手柄配用不同规格的头,功能立刻放大. ② 材料组合. 把不同性质的材料组合在一起,达到革新的目的. 例如把铝和其他元素适当组合,强度反而增加. ③ 意义上的组合. 如亲子装. ④ 原理的组合. 如电钢琴. ⑤ 物与物的组合. 如杯子和保温装置结合做成保温杯. ⑥ 方法与方法的组合. 如超声波洗牙时再加入水磨沙冲洗牙齿,可以更好地洁齿. 合理利用以上组合,可为学生在跨学科实践时提供更广阔的创新思路.

4 倡导发散求异思维

思维发散、思维求异对解决问题的新颖度贡献很大. 受创造学家 A. F. 奥斯本启发,后人总结出奥斯本检核表创造方法,对思维发散、思维求异有重要作用. 奥斯本检核表法指引人们从 9 个方面提问:① 有无其他用途? 现有事物还有没有新的用途? 或稍加改进能否扩大其用途? ② 能否借用? 能否借用别的经验? 有无与过去相似的东西? 能否模仿点什么? ③ 能否改变? 意义、颜色、活动、音响、气味、式样、形状等能否作其他改变? ④ 能否扩大? 能否增加什么? 时间、频度、强度、高度、长度、厚度、附加价值、材料能否增加? 能否扩张? ⑤ 能否缩小? 能否减少什么? 能否再小点、浓缩、微型化、再低些、再轻些、省略? 能否分割化小? 能否采取内装? ⑥ 能否代用? 能否用其他原料、其他制造工艺、其他动力、其他场所、其他方法取而代之? ⑦ 能否重新调整? 可否更换元件,用其他的型号,用其他设计方案,用其他顺序? 能否调整速度? 能否调整程序? ⑧ 能否颠倒过来? 可否变换正负,颠倒方位? 反向有何作用? ⑨ 能否组合? 混成品、成套东西是否统一协调? 单位、部分能否组合? 主张能否综合? 创造设想能否综合?[6] 如果把该创造方法转化成检核表策略,那么当学生在跨学科实践活动中遇到障碍时,用检核表进行逐项思考,有利于强制性打开学生发散思维,拓宽思路,激发求异,引发更多创新思维的迸发,能够尽快地集中精力朝提示的目标和方向思考,提升成功的概率.

案例 4:在“制作一个‘悬浮’置物架”跨学科实践活动中,教师先展示了一个利用“张拉整体”原理制作的“互”字型玩具,该玩具上方木模呈现“悬浮”效果,非常吸引人,如图 7 所示. 学生在此基础上,进行了各种改进:图 8 是把装置的最上方改成了四方形,吊线换成了结实的铁链,但是顶部放置物体后并不稳定;图 9 由图 7 的 3 根吊线换成了 5 根吊链,顶部也换成了桌面,这样就可以放置重物了;图 10 进行了优化处理,只有 4 根吊链,但是更美观了,如果投入生产可以作为商品出售了;图 11 和图 12 则是用 PVC 管和树枝做的玩具,装置中上下部分结构不一样、不对称也可以实现“悬浮”. 在此过程中,学生分别用到了检核表策略中的大部分方法. 如果教师能进一步指导学生用检核表策略进行思考和实践,相信学生还会有更多的精彩制作.

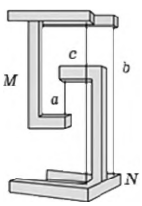

图 7 “互”字型玩具



图 8 上方为四方形的置物架

中国知网 https://www.cnki.net



图 9　5 根吊链的置物架



图 10　实用的置物架



图 11　用 PVC 管做的“悬浮”玩具



图 12　用树枝做的“悬浮”玩具

案例 5：在“一次如何使用四驱玩具车”的跨学科实践活动中，如图 13 所示，教师指导学生用检核表策略分组尝试，学生提出了丰富多彩的创意：战争时，可用来排除地雷；在车上安装灯泡，晚上玩时效果好；当车坏后，喇叭可以用来改装门铃，电动机可以制作微型电扇；将车外壳改进为轻质材料，增加速度和坚固程度；在车上安装太阳能电池板，用太阳能驱动；改用无线电遥控；安装螺旋桨做成水陆两用玩具；汽车上安个玩具小人，充当开关，能改变电机的转动方向，从而改变与电机相连的车轮转动方向，当车翻身时，使车能朝原来相反方向前进；要使其速度增大，可改变传动齿轮大小，或在汽车后安装一个风扇助推；在车上多安装几个轮子，每个轮子都可自由转动，这样，车不仅可以朝前跑，也可以侧向跑；利用车上喇叭做报警器；在车上安装一个摄像装置，可用作侦察车；在车上安装一个播音器，可用作宣传车；通过增加一些机械部件，使其可以跑弯道.



图 13　四驱玩具车

由此可见，使用检核表策略开展跨学科实践活动，有利于学生思维的求异与发散，培养学生形成多向的思维结构. 在活动时利用好该策略，可以让学生如虎添翼、创新有力.

5　应用质疑批判思维

世界上的万事万物都不可能是十全十美的，任何产品或事物总存在缺点或不足之处. 通过观察分析，将这些缺点和不足列举出来，并提出改进的方案，就可以形成创意的新设想，产生新发明. 人们把这种发明创造技法称之为缺点列举法.[6] 在跨学科实践活动中，教师可以指导学生使用缺点列举策略，对活动的整个过程都可以质疑、批判，打破原有的思维定式，这样能让学生在批判中不断创新，在创新中不断追求精致.

案例 6：在“水韵苏州”跨学科实践活动中，某组学生在绘制苏州的水网分布图时，就不断地使用缺点列举策略，最终绘出了一份精致的水网地图. 她们组先是在纸上绘，发觉效果不好，然后改在泡沫板上绘，发现比纸好，可以用美工刀把泡沫雕刻成水网图，还可以显示不同地区的高低落差，立体感很强. 后来，他们发现在泡沫板上染上不同的颜色，可以把地图上不同区域区分开，然后给滴胶调色并注入所凿河流湖泊，可以形象地模拟河流湖泊中的河水，接着将各河流湖泊名称写在纸片上并用牙签制成小旗，安插在地图上，最终一幅立体感很强的水网地图在不断自我批判、改进中“诞生”了，如图 14 所示. 后来，有的小组给他们提出了建议，还可以用 3D 打印或激光木雕制作这幅地图，那将更精准. 在“水韵苏州”跨学科实践活动中，另一个小组研究的是水车对苏州人民生产、生活的影响，他们研究了水车的组成，先用硬纸板制作零部件自制了水车，如图 15 所示，然后又自我批判觉得不美观，换成用网上购的木质零件制作了新的水车，如图 16 所示.



图 14　苏州地区水网模型图



图 15　自制硬纸板水车模型

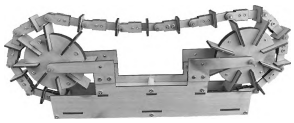

图 16　拼装的木质水车模型

教师在指导学生跨学科实践活动时，可以鼓励学生从以下方面找找缺点：例如顺不顺手？方不方便？省不省力？是否节能？是否美观？是否耐用？是否轻巧？是否省料？是否安全？是否省时？是否缺少功能？缺点列举时，学生可以自己小组独立寻找，也可以请其他小组同学帮助寻找，还可以请教师和家长质疑. 这样更有利于跨学科实践活动的迭代和升级.

在跨学科实践活动中培养学生的创新，是活动开展的重要目标. 为了更好地培养学生创新，需要教师有意识地指导学生学会使用各种创新策略，

中国知网　https://www.cnki.net

大单元视角下的升华和凝华创新实验设计

——以“冰雪小屋”场景实验为例

申 洁[1] 李 艳[2]
(1. 苏州市振华中学校,江苏 苏州 215006; 2. 苏州市第一初级中学校,江苏 苏州 215001)

摘 要:从单元教学设计的角度审视物理实验.创设一个能体现“物态变化”主题的真实情境,建造“冰雪小屋”低温模型,以真实且富有艺术美感的场景氛围,将自然界中不同时空出现的霜、雪、雾凇等现象在这个特定的小屋里集中呈现,使学生对其形成过程达成内在本质性的认识.让形成物理观念、发展科学思维能够在课堂上有效发生,从而全面提升学生的物理学科核心素养.

关键词:大单元;创新实验设计;升华和凝华

1 设计意图

崔允漷教授指出:“指向学科核心素养的大单元设计是落实立德树人、发展素质教育、深化课程改革的必然要求,也是学科核心素养落地的关键路径.这要求教师必须提升教学设计的站位,即从关注单一的知识点、课时转变为大单元设计.只有这样,才能改变学科知识点的碎片化教学,才能真正实现教学设计与素养目标的有效对接.”[1]

物理课程标准明确了物态变化在课标中属于“物质”这一内容的一级主题,本主题的教学应尽可能与学生生活中接触到的物质联系起来,如自然界中的雾、露、霜、雪等现象,深化实验探究,让学生经历从具体到抽象、从宏观到微观、从特殊到普通的认识过程,力求以学科知识为载体,发展科学思维能力,着力培养学生的核心素养.[2]

“升华和凝华”是物态变化单元的学习内容,是“汽化和液化”“熔化和凝固”内容的拓展和延伸.常态教学中,教师一般先让学生观察“碘锤”中的物态变化,引出升华和凝华的概念,然后结合图片示例,让学生认识干冰消失是升华现象,霜、雪、雾凇的形成是凝华现象.这样的教学处理,知识形成过程中学生的学习体验性与参与性不强,科学思维的深度是不够的.

基于此,笔者尝试立足大单元视角,创设一个能体现“物态变化”主题的真实情境,通过建造的“冰雪小屋”低温模型,以真实且富有艺术美感的场景氛围,将自然界中不同时空出现的霜、雪、雾凇等现象在这个特定的小屋里集中呈现,使学生对其形成过程达成内在本质性的认识.在观察现象的同时,经历重要的科学思维过程,建构物态变化的知识结构体系,形成科学的物质观念.

2 设计过程

2.1 器材选择

自然界的霜、雪、雾凇一般出现在秋冬季节,

让学生积极地使用各种创新策略解决问题.这样将有利于补齐义务教育中的“创新”短板,让我们的学生在未来参与全球竞争时富有创新元素.为了更好地培养学生创新,教师在评价学生跨学科实践活动时,最好把评价“创新”的指标放在评价的重要位置,让每一次活动的过程都能促进学生创新的升级.

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.
2 母小勇.“还原”物理课程的跨学科实践逻辑[J].物理教师,2022(9):2-8,14.
3 张华.“跨学科学习”:意义与策略[J].江苏教育,2020(11):23-28.
4 Gates A J, Ke Q, Varol O, et al. Nature's reach: narrow work has broad impact[EB/OL]. (2019-11-06)[2022-04-17]. https://www.nature.com/articles/d41586-019-03308-7.
5 郭华,等.跨学科主题学习是什么?怎么做?[M].北京:教育科学出版社,2023.
6 杨杰,郭晨跃,冯秀梅.跨学科实践中驱动问题的设计方法与实施策略[J].物理教师,2023,44(3):44-48.
7 谭迪熬.青少年发明创造竞赛指导[M].长沙:湖南师范大学出版社,2000.
8 陈海涛.初中物理跨学科实践的分层教学[J].物理教师,2023,44(9):20-24.

(收稿日期:2024-03-08)

中国知网 https://www.cnki.net