#物理·技术·社会#

信息技术支持下物理跨学科实践教学设计与实施策略

——以“人体中的杠杆及预防中学生颈椎劳损”教学设计为例

林 军

(合肥市包河区教育体育局教学研究室,安徽 合肥 230051)

摘 要:“跨学科实践”是《义务教育物理课程标准(2022年版)》课程内容中新增的一级主题,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.本文基于信息技术,开发数字化创新实验平台,以“人体中的杠杆、预防中学生颈椎劳损”跨学科实践活动为例,探索主题任务驱动设计理念与设计思路,实现物理学与生物学、工程技术、社会发展等方面相融合的学习,体现跨学科实践教学的素养目标与育人价值.

关键词:跨学科实践活动;主题任务驱动;学科融合

新的义务教育课程方案明确提出了“加强课程综合,注重关联”的基本原则,同时要求各门课程将总课时的10%用于跨学科主题学习,[1]这是这次新课程改革的一大“亮点”.在义务教育物理课程标准中将“跨学科实践”作为5个一级主题之一,[2]成为课程内容的重要组成部分,以此加强学科之间紧密联系来弥补单一学科教学存在的局限性,通过围绕现实世界中真实问题开展自主实践与学习探索,提升学生分析、解决问题的综合能力,培养学生的批判性思维等高阶思维能力与创新精神,为国家培养创新人才打下坚实的基础.

1 对跨学科实践活动的认识

“跨学科实践”主题内容具有跨学科性、实践性和开放性的显著特点,与日常生活、工程实践及社会热点问题密切相关.[1]跨学科主题实践活动是指将两种或两种以上的学科统整,所有学科围绕同一主题组织教学,各个学科相互融合,最终达成或超越原课程设置目标的主题实践活动.“跨学科实践”可以理解为不同学科领域之间的交叉合作并强化学科间的相互关联,增强了课程的综合性和实践性.[3]

新课标理念下的初中物理教学,一定要摒弃“知识为中心”的旧观念行为,践行在具体的主题任务下开展基于知识、能力与素养之间的相互转化,设立跨学科主题学习活动,强化学科之间的相互联动;引导学生从“碎片化”的零散知识的记忆向跨越知识网络的整体建构体系,侧重于“以学为本”的学科知识整体性、综合性与迁移性新观念.

在当今大数据平台、人工智能高度发展的社会背景下,信息技术支持下的教育教学资源为跨学科实践赋能.基于主题任务与学生已有的认知开展探究真实物理问题的跨学科实践活动,可以强化学科间的贯通,让学生在跨学科的互动和整合中学习知识和解决问题,实现学科之间的统整,有效发展学生的核心素养.

2 跨学科实践活动设计理念与设计思路

2.1 设计理念

浙江省教育厅教研室黄小平教师认为:跨学科实践是课程与生活结合的必然,是贯彻落实党和国家教育方针的必然,更是知识平民化与人才创新的必然.华东师范大学课程与教学研究所安桂清教授也指出,跨学科主题学习主要是指基于学生的核心素养发展需求,围绕某一研究主题,以本学科课程内容为主干,运用并整合其他学科的知识与方法,开展综合学习的一种方式.

基于以上两位专家的观点及新的义务教育物理课程标准可知:跨学科实践活动设计要以物理教材和现实生活为蓝本,跨出学科本位,体现不同学科的融合,以有价值的实践主题为突破口,聚焦真实情境中实际的问题;设置一系列的活动任务,驱动学生自主学习和合作探究,实施跨学科实践

基金项目:本文系2020年度安徽省教育科学研究项目“基于深度学习的初中物理教学实践研究”(项目编号:JK20057)研究成果之一.

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

活动的开展，让学生在完成任务中实现问题的解决，体现跨学科主题实践活动的育人价值.

跨学科主题实践活动的设计在教学目标上要基于课程标准，凸显学科特质；在实践活动设计上要强化主题统领，优化课程结构；在实施上要注重学科实践，创新课堂教学. 跨学科实践活动的开展，促使学生在多学科知识理解、科学技术改变人类生活、应用科学进行生活决策、深化对科学研究方法的认识等方面水平显著提升.[4]

2.2 设计思路

新的义务教育物理课程标准中明确提出：一级主题“跨学科实践”包含 3 个二级主题“物理与日常生活”“物理学与工程实践”“物理学与社会发展”. 新课标强调跨学科实践一定要立足于本学科视角，在整合学科内容的基础上，实施综合课程的统筹设计和面对真实问题解决的跨学科主题学习活动，凸显课程协同育人功能，体现跨学科性和实践性的基本特征.[5] 以“人体中的杠杆和预防中学生颈椎劳损”现实生活中的问题为研究主题，首先建构数字动画模型，实现物理学与生物学融合；建构杠杆模型，实现与工程技术融合，通过设计数字化创新实验操作装置，探究颈椎病的形成机理；最后与社会发展融合，查阅电子资料找寻颈椎病的科学防治方法，设计思路如图 1 所示.

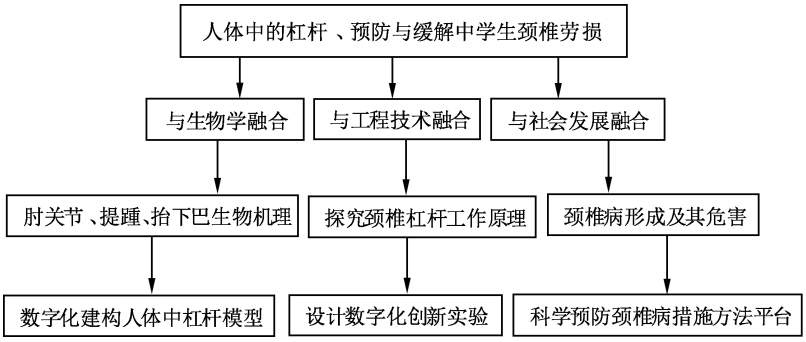


图 1 跨学科实践案例设计思路

3 基于任务驱动的跨学科实践活动设计

国家课标组核心成员黄恕伯教师强调，跨学科实践活动应让学生立足于物理学科自身，在熟练掌握所学的物理概念和方法的基础上，“跨出”本学科知识的视野，把物理学科知识与二级主题中的 3 个要素结合起来，展开综合分析和直面解决真实的现实问题，在质疑创新意识的引领下，唤醒学生的创新创造能力. 其根本宗旨是帮助学生形成物理观念；训练科学探究能力；提升科学思维能力；培养科学态度与责任. 下面以初中物理“杠杆”章节中“人体中的杠杆以及如何预防中学生颈椎劳损”课堂教学为例，运用数字化传感器装置开展具体的活动设计.

3.1 物理学与生物学的融合

在“杠杆的分类”内容学习的基础上，学生提出探究“人体中杠杆的组成结构”专题. 该知识点涉及人体骨骼、关节与肌肉的组成，以及通过人体肌肉的收缩与舒张带动骨骼运动等生物学原理. 让学生从中抽象出杠杆模型，立足于物理学科，“跨入”到生物学科中，基于跨学科的视角，设计跨学科实践活动任务单，在课堂上实施探究活动.[7]

任务 1：探究手臂提物、提踵、抬下巴动作中的杠杆原理.

要求：

(1) 了解手臂提物、提踵、抬下巴这些动作，查阅其涉及的骨骼与肌肉名称.

(2) 运用信息技术展示以上动作中的骨骼与肌肉是如何共同协助完成的.

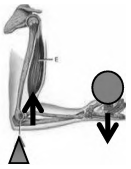
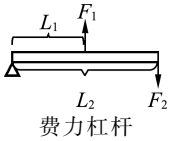
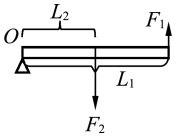
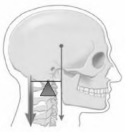
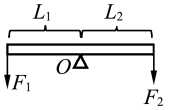
(3) 运用信息技术抽象模拟出以上动作人体中的杠杆类型. 列举生活中类似实例.

实验器材：《生物学》教材、连有互联网的电脑、数字化软件、笔、纸与刻度尺.

活动过程：全班学生每 3 人一组，按照要求，将任务 1 进行拆解，阅读《生物学》教材. 指导学生上网查阅人体运动骨骼与肌肉名称，在小组内交流讨论，了解完成手臂提物、提踵、抬下巴这些动作的骨骼与肌肉的协调过程，运用数字化软件绘画实物模型来展示完成这些动作中骨骼与肌肉的协调过程，抽象出杠杆模型并加以分类，列举生活中同类杠杆实例等. 在教师指导下，让学生设计个性化任务单，将各组探究成果进行收集与整理后填入表 1 中.

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

表 1　人体中杠杆(手臂提物、提踵、抬下巴)的运动机理与分类

人体中动作	图例	骨骼与肌肉运动	抽象出杠杆模型	生活中举例
手臂提物		用力:肱二头肌收缩将前臂的桡骨、尺骨向上拉起. 负荷:抬起前臂与手掌中重物. 支点:手臂的肘关节转动	 费力杠杆	缝纫机脚踏板、镊子、筷子、钓鱼竿等
提踵(脚尖站立)		用力:小腿后部的腓肠肌收缩,提升脚踵. 负荷:人体的体重. 支点:脚掌前端趾骨关节弯曲,跖骨抬起	 省力杠杆	铡刀、瓶口扳手、动滑轮、羊角锤等
抬下巴		用力:颈部肌肉收缩将后颅骨向下拉. 负荷:前颅被提起,抬起下巴. 支点:寰枢与枕骨之间关节上的颅骨枢纽	 等臂杠杆	天平、定滑轮、一种家用生活剪刀等

学生通过任务驱动,完成任务单各项内容.由于“跨学科”是解决真实问题的必然路径,将物理学科主题跨入到生物学科,甚至还运用信息技术学科内容,实现多学科的有机融合,建构有效的知识架构,帮助学生从多视角、多层次、多手段去经历科学探究过程,学会多种科学探究方法,提升高阶思维能力,培养正确的科学态度.

3.2　物理学与工程技术相互融合

工程技术内容来源于 STEM 物理教学理念,其是以科学、技术、工程与数学学科为基础,打破各学科领域的边界,实现多学科之间有效的融合,是跨学科实践研究的重要方式.针对“人体中的杠杆”这些结构,其力学本质是杠杆,其工作机理是相应部位的肌肉收缩与扩张而产生力的作用,促使骨骼绕关节转动来完成各种动作.从学生思维由浅入深的认知特点出发,教师首先用数字化拉力传感器,建立“手臂提物”简单杠杆模型进行探究.

任务 2:设计“手臂提物”模型,探究它是什么类型的杠杆.

要求:运用工程技术手段组装手臂模型,探究提起钢球动作过程的力学特点.

实验器材:拉力传感器、数据采集器与笔记本电脑,绕轴转动的木条,小钢球等.

实验探究过程:学生展示用木条制作的人体前臂模型,进行分组实验.(1) 打开电脑桌面的软件界面,将仪器“校零”,用拉力传感器测出钢珠重为 G;(2) 如图 2 所示,将木条穿在支架上绕轴转动,模拟人肘关节(杠杆支点),将钢球悬挂在绕轴转动的木条前端细线上,用来模拟人手心托起重物(杠杆的阻力大小)动作;(3) 拉力传感器钩住木条后端的细线,模拟肱二头肌收缩时提起前臂,电脑显示传感器拉力 F(杠杆的动力大小).

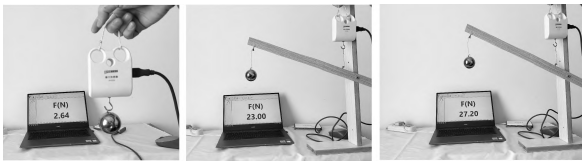


图 2　模拟“手臂提物”的实验装置

学生分组反复实验,发现该类型杠杆的动力始终大于阻力,于是得出探究结论:人体的前臂(手臂提物)是费力杠杆.

在日常生活中,中学生由于课业负担重,要长时间伏案写字、看书,有些学生常常坐姿不太端正.教师可以发问:当人在低头时候,颈部的肌肉要承受多大的力呢?人们由于长时间坐办公室工作,致使颈部肌肉劳损导致的颈椎病的比例为何高居不下?颈部肌肉劳损产生的原因是什么呢?经调查,有大量年轻人出现颈椎劳损现象,还有进

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

一步年轻化的趋势，对人体健康危害性极大，如何运用所学的知识解释这些现象？怎样预防与缓解这些症状呢？如果仅仅从杠杆平衡理论上进行分析，思维的坡度较陡，学生难以理解与接受. 为了在课堂教学中降低思维台阶，帮助学生弄清这些疑问，教师指导学生设计数字化创新实验展开自主探究实践活动.

任务 3：设计人体头部颈椎模型，探究人在低头情况下颈椎会承受多大的力作用.

要求：(1) 运用工程技术手段组装一套能够体现人体头部及颈椎活动装置系统，测量人在低头时颈椎的受力大小.

(2) 为了使实验效果更加明显，用数字化传感器技术取代弹簧测力计，体现前沿信息技术的应用.

(3) 要求学生了解人体长时间伏案低头对颈椎的危害性.

实验器材：拉力传感器、数据采集器与笔记本电脑，直径为 10 cm 带转轴的塑料圆盘、教学用量角器、长 25 cm 塑料尺、200 g 钩码、带十字支架的铁架台、胶棒枪、充电钻各一件，打印人体头部图片、红色的圆形纸、自攻螺丝与细线等.

实验装置组装过程如下：

(1) 人体头部颈椎中杠杆及模型的组装.

如图 3 甲所示为人在抬头时的状况，A 点为头颅的重心；头颅模型绕支点 O 转动；B 点为颈部肌肉收缩时拉力作用点；如图 3 乙所示为人低头时的状况，头颅从竖直位置转动的角度为 θ；颈部肌肉收缩时拉力大小为 F. 为了研究方便，首先取来塑料圆盘，将塑料尺沿半径的方向用热熔胶棒枪固定在圆盘上，将红色纸贴在圆盘上，用胶棒枪将人体头部图片固定在塑料尺后面，将钢轴穿过圆盘圆心(杠杆支点)，用来模拟转动的颈椎. 用充电钻在塑料尺前段打一小孔，将细线穿过小孔，下端悬挂 200 g 的钩码，模拟人头颅的重量(杠杆的阻力大小)；在圆盘靠近外侧再打一小孔，将自攻螺丝旋入孔中，在螺丝上系好细线，用拉力传感器钩住自攻螺丝上的细线，用来测量颈部肌肉伸缩时对颈椎的拉力(杠杆的动力大小).

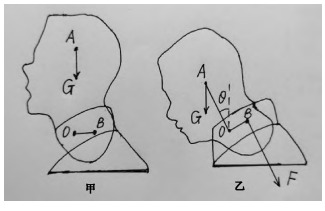
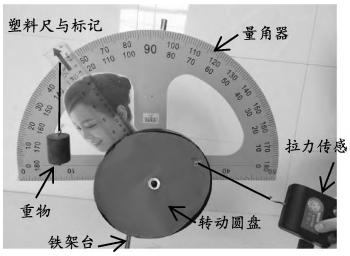


图 3　人体颈椎中杠杆受力装置图



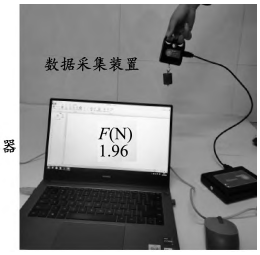


图 4　模拟人体颈椎受力实验装置

(2) 组装量角器与数据采集装置.

取来带十字支架的铁架台，将组装好的人体头部颈椎模型竖直固定在转轴上，再将量角器的顶点与颈椎模型共轴，竖直固定在铁架台上(如图 4 左所示)，剪出微型红色箭头粘在塑料尺上端作为标记，量角器可以测量人头低下的角度大小. 用数据线将拉力传感器、采集器与电脑连接好备用(如图 4 右所示).

实验探究过程：

(1) 打开电脑桌面的软件界面，“校零”仪器. 用拉力传感器测出钩码重为 $G=1.98$ N. (2) 将拉力传感器钩住转盘自攻螺丝上的细线，让圆盘上的塑料尺处于竖直位置时，拉力传感器的示数为零；让圆盘上的塑料尺由竖直位置轻轻转过 30° 角，拉力传感器沿与塑料尺平行方向拉住，待静止时读出示数为 $F_1=4.28$ N，模拟人低头时颈部肌肉承受的拉力大小.

(3) 继续让圆盘上的塑料尺由竖直位置轻轻转过 45°角，仍然使拉力传感器拉力方向与塑料尺平行，静止时读出示数为 $F_2=4.80$ N.

(4)再让圆盘上的塑料尺由竖直位置轻轻转过 60°、70°，重复以上实验，分别读出拉力传感器上的拉力 $F_3=5.71$ N、$F_4=6.39$ N(如图 5 所示). 将测得数据填入表 2 中.

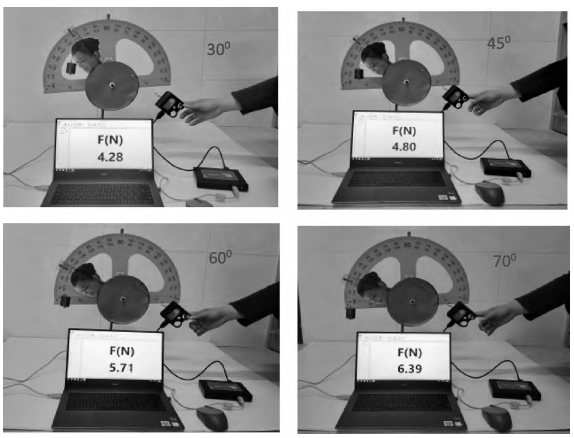


图 5　探究人体头部低头的角度与颈椎的受力大小关系实验

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

表 2 人体颈椎承受拉力大小与头部低下的角度的关系

头部低下的角度 θ	0°	30°	45°	60°	70°
人体颈椎承受的拉力大小 F/N	0	4.28	4.80	5.71	6.39

实验结论:人体颈椎承受的拉力大小与头部低下的角度有关系,人头部沿竖直方向低下的角度越大,颈部肌肉承受的拉力也越大.颈椎承受的拉力也越大,对人颈椎损伤越大,造成的危害也越大.

在教师引导下,学生自主建构一些由简单到较复杂的物理实验模型展开深度探究,符合义务教育物理新课程标准的内容与要求.因为模型建构是科学思维的核心要素,建模能力是科学思维的重要能力指标.通过学生自主探究活动,极大提高课堂教学效率,顺利实现思维进阶,整个探究过程实质是高阶思维主导的自主式学习,更是一种接近知识本质和智慧内核的学习方式.[2]在一系列实验数据的比较分析中,将看似有些棘手的问题进行可视化处理,得益于工程技术融入物理教学中.因此将落脚点放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.[6]

3.3 物理学与社会发展的相互融合

新的义务教育物理课程标准特别注重培养学生的"知行合一、学以致用"的教学原则.我们在跨学科实践中面对生活中的真实问题时,一定要不避讳矛盾,要知难而上去直面解决问题.通过以上人体颈椎数字化模型探究活动,发现从事脑力劳动的人们由于坐姿不正确而导致颈椎劳损的危害很大,必须高度重视.下面继续设计跨学科主题任务进行探究.

任务 4:颈椎病的症状及其产生原因有哪些?如何预防和缓解颈椎病,减轻颈椎劳损的预防措施有哪些?

要求:(1) 针对中学生群体,收集整理预防颈椎劳损的措施;(2) 通过网络大数据平台查询缓解颈椎病痛苦的绿色方法.

教学资源:网络大数据平台、医院、学校、按摩店、养老中心等.

探究过程:首先,放手让学生基于大数据平台自主查询并了解颈椎病的症状,椎体病变,严重劳损,压迫神经,导致头部供血不足;站立不稳、上肢发麻、有头晕、恶心、呕吐等症状,接着,让学生在全校进行调查走访,并结伴深入按摩店、医院骨科门诊和住院部等机构,开展产生颈椎劳损问卷调查统计.最后,再从云平台上查阅颈椎问题的年龄分布及其产生的原因,设计好统计图并做好数据分析得出探究结论.

探究结论:颈椎病是人体公害,有年轻化的趋势,必须高度重视.

预防措施:广泛做好预防颈椎病的宣传,要求学生不要长时间低头伏案写字、杜绝做看手机短视频的"低头族";切记不要一个姿势工作太久;要养成良好的生活和工作习惯,保护好自己的颈椎.另外,可以适量参加体育运动,如:做广播体操、跳绳、打羽毛球等体育活动,也可以练习中国传统的保健气功——"五禽戏"和"八段锦"等,开展多种形式的中医养生运动,积极预防颈椎病的产生或复发.

4 结语

跨学科实践活动的有效实施有助于学生形成积极的态度和正确的价值观;有助于培养正确的行为规范和创新的精神;有助于培育学生可持续发展的必备品格与关键能力.跨学科实践活动的实施要紧密结合物理教学内容,体现综合性和实践性,注重激发学生的求知欲和学习热情.作为一线物理教师可将先进的信息化教育教学手段与物理学科教学资源深度融合,选择具有综合性、实践性的跨学科实践课题,制订跨学科实践方案,科学引导学生循序渐进实施跨学科实践,促进学生物理学科核心素养的发展,赋能创新人才的培养.

在实施跨学科实践主题教学过程中,必须要体现"立足本学科"与"减负提质"的教学原则,同时,在开展跨学科实践教学中一定要有物化成果的呈现和交流,物化的成果可以是数字化模型、创新实验装置、具体解决方案、活动总结、网络调查报告等多种形式的呈现.[8]

总之,跨学科实践活动的实施要求教师转变教学观念和教学方式,也要求学生学习方式做深度变革.在信息技术支持下的物理学科跨学科实践活动的实施,旨在建构培养学生科学思维的"脚手架";发展学生跨学科运用知识的能力、分析和解决真实问题的综合能力、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;培育学生物理学科核心素养,凸显物理课程的实践育人功能.

参考文献:

1 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程方案(2022 年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022.

(下转第 78 页)

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

条线的斜率?[4]② 请求出 AC 两点对应时间内的平均速度.数值等于哪条线的斜率? 同时观察两条割线的变化趋势.③ 当选取的末状态逐渐趋向于 A 点时,割线的变化情况是怎样的? 你有什么认识?

设计意图:① 问题组仍以大情境"刘翔 110 m 跨栏比赛"为问题情境,讨论平均速度意义,并引出瞬时速度概念.同时通过学生自行阅读教材,在"阅读"中培养学生的信息获取能力,初步体悟极限思想,也进一步显化科学方法教育.② "体悟 1"引用教材实验的纸带并做调整,通过 3 个图片,逐渐双向靠近 B 点,引导学生体悟"物理上的小".③ "体悟 2"借鉴《原理》和教师教学用书的部分设计,通过细化的问题链设计,引导学生利用已有的图像知识,体悟"线段→点""割线→切线""平均速度→瞬时速度".

2.3 "显化"矢量方向,强化直观想象

教学实践中经常发现,将"矢量"隐藏在具体情境下考查,学生往往很难直观地分辨或判断.这说明学生的矢量观念是不深刻的.在实际教学中,可以通过恰当的问题设计和直观的现象,尽可能将"矢量"显化出来,增强学生的直观想象能力.

案例 3.速度方向.

体悟:两人分别以大小为 2 m/s 的速度沿一条直线运动 5 s,两者的位移一定相同吗? 3 人分别以大小为 2 m/s 的速度向各个方向运动了 5 s,最后 3 人到达的位置是同一处吗?

迷你实验:利用单摆实验器材,并给小球贴上红色箭头,摆动,如图 3 所示.教师利用希沃软件实时录像、慢放.

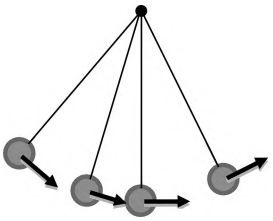


图 3 小球单摆实验图

体验:请 2 位学生上台进行飞镖投掷活动,要求能击中目标盘.并讨论能否击中目标盘与哪些因素有关?

设计意图:"矢量问题"的处理,是学生进入高中后,遇到的一大难点."速度"是我们进入高中以来遇到的第 2 个矢量,为了逐步有效化解学生理解上的困局,加深对速度方向的体悟,笔者设计了以上 3 个问题"体悟—实验—体验".通过"想—看—做—议"的方式最大限度调动了学生的参与度,让学生在实践中获取知识,在体验中感知成功的乐趣.

3 结语

英国哲学家波普尔说:知识的增长永远始于问题,终于问题.本文通过对两版教材的比较研究,综合两版本教材的优点,对本节内容的教学设计进行整合设计:① 以"跨栏比赛"为大情境,贯穿整个教学设计.依托情境载体,以"位置变化快慢"为核心问题、为问题链的起点,然后"分枝"成 2 个次中心问题,关注学生的最近发展区,设计合理的"思维间距",将其细化为几个问题组.② 通过这样有中心、有序列的层次鲜明且系统性良好的问题组,[5]由预设问题到生成问题,问问相连,使学生的思维过程可视化,凸显重点内容、显化科学方法.③ 借鉴两版教材编写特点,在教学设计时,注重文字表达、公式表达、图像表达,在多种信息传递的方式中,不断提高信息加工的效能,丰富认识,促使教学的关注点由"知识层次"向"思维层次"延伸,促进学生的思维产生飞跃.

参考文献:

1 彭前程.人教版《第一章运动的描述》编写说明[J].中学物理,2019(15):7－9.
2 鄢红春,李定国.问题链教学模式及其在物理教学中的应用[J].物理与工程,2011(2):54－56.
3 弭乐,郭玉英.概念学习进阶与科学论证整合的教学设计研究[J].课程·教材·教法,2018(5):90－98.
4 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.物理(必修 1,教师教学用书)[M].北京:人民教育出版社,2021.
5 王后雄."问题链"的类型及教学功能[J].教育科学研究,2010(5):50－54.

(收稿日期:2023－06－07)

(上接第 75 页)

2 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.
3 周敏,沈苹.指向深度学习品质的跨学科项目化学习实践探索[J].基础教育研究,2021(2):16－17.
4 黄丹青.促进智慧生成的跨学科交互教学策略[J].中小学数字化教学,2023(2):82－85.
5 陈海涛.初中物理跨学科实践方案设计策略[J].物理教师,2022(11):47－50.
6 黄建林."高见度"实验改进方向的策略研究[J].物理教学,2018,40(5):37－39,36.
7 何季军.初中物理跨学科实践教学策略与思考[J].物理教师,2023(2):45－46.
8 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(10):33－35.

(收稿日期:2023－07－08)

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