

Utilizing Maker Education-Creating a New Engine for Physics Teaching

Chunguo Zhang

Zhejiang Tonglu Middle School, Hangzhou, Zhejiang, 311500, China

Abstract

Strengthening and improving physics education is a strategic investment that concerns the national core competitiveness, national innovation capability, and the quality of national thinking. It is one of the core links in responding to the proposition of “Qian Xuesen’s question”. Current physics teaching is influenced and constrained by various factors, and it is still struggling and wandering between traditional education and innovative education, like a burdened stealthy traveler, making it difficult to shoulder the educational task of cultivating technological innovation and cross-century master-level talents. How to update educational concepts, explore a new educational path, and install a new engine for our physics education is a question worthy of consideration for physics education practitioners. This article carefully reads the works of famous educators at home and abroad, compares physics teaching cases at home and abroad, and believes that the concept of “experiential learning” deserves our attention, and maker education is a very meaningful path. The author would like to use this article to discuss with colleagues.

Keywords

Physics education; Experiential learning; Maker education; New engine

利用创客教育——创建物理教学新引擎

张春国

浙江省桐庐中学, 中国·浙江 杭州 311500

摘要

加强和改进物理教育,是关乎国家核心竞争力、民族创新力和国民思维品质的战略性投资。是回应“钱学森之问”这一命题的核心环节之一。当前的物理教学受多种因素的影响和制约,还在传统教育与创新教育中挣扎与徘徊,如同一个负重的潜行者,很难担负起培养科技创新,跨世纪的大师级人才的教育重任。如何更新教育理念,探索一条新的教育路径,给我们的物理教育安装新引擎,是摆在物理教育从业者值得思考的问题。本文认真阅读了国内外著名的教育家的著作,比较了国内外物理教学案例,觉得“体验式学习”理念值得我们重视,创客教育是一很有意义的路径,笔者愿借此文与同行们探讨。

关键词

物理教育; 体验式学习; 创客教育; 新引擎

1 体验式学习是物理学习的更高境界

美国哲学家、教育家约翰·杜威是体验式学习现代思想的奠基人。他在 20 世纪初提

出的教育哲学,为体验式学习奠定了核心理念。他的主要贡献包括:

“做中学”:杜威强烈批判传统教育脱离生活,主张教育必须基于经验,学习是

经验不断改造和重组的过程。

反思性思维:他强调经验本身不等于学习,必须经过

反思才能转化为真正的知识。他提出的“思维五步法”(感到困难→定位问题→提出假设→推理→验证)是体验式学习中反思环节的重要基础。

教育即生活,学校即社会:认为学校应该是一个简化的社会情境,让学生在真实的活动中学习。

美国心理学家大卫·库伯作为体验式学习的体验式学习理论系统化和命名人,在他的著作《体验式学习:体验作为学习和发展的源泉》中提出了经典的“体验式学习循环”模型:

2 该循环包括四个相互联系阶段:

具体经验:这是学习的起点和基础,强调全身心投入真实的、具体的体验。其核心:“做”和“感受”。学习者不是被动接收信息,而是主动参与一个活动、任务或情境。

【作者简介】张春国(1966—),男,中国内蒙古赤峰人,本科,中学高级教师,从事家校一体化教育,创客教育研究。

反思性观察: 这是将“经历”转化为“学习”的关键桥梁。学习者从不同角度审视和思考刚才的经历,其核心:“观察”和“反思”。思考“发生了什么?”、“为什么会这样?”、“我当时的感受。”

抽象概念化(形成一般性结论或理论): 在这一阶段,学习者从具体的反思中提炼出普遍性的原则、概念或理论,为未来的行动提供指导。其核心:“思考”和“归纳”。回答“这说明了什么?”、“我能从中得出什么一般性原则或理论?”

主动实验(在新情境中测试结论): 学习者将新形成的理论或概念应用于实践,去解决新问题或创造新情境,从而开启一轮新的具体经验。其核心:“计划”和“测试”。思考“如果..会怎样?”,并付诸行动去验证。

杜威和库伯两位教育家提出的以“体验式学习”来命名的这一理论,使其成为教育、管理和培训等领域广泛接受和应用的观念。

另外,美国教育家珍妮特·沃斯也在他风靡全世界的《学习的革命》一书中也提出了关于学习的新理念,《学习的革命》一书以其极具前瞻性和颠覆性的理念,倡导的彻底改变传统、低效、标准化学习模式的综合体系。其核心新理念可以概括为以下五个根本性的转变:

从“灌输知识”到“激发潜能”的转变。主张学习不是被动接受,而是主动发现和建构。大脑不是一个待填满的容器,而是一支待点燃的火把。

从“左脑主导”到“全脑协同”的转变:通过音乐、节奏、图像、色彩、情感和身体动作(如暗示学习法)创造放松、积极的学习状态,并强调情感作用,认为信心、愉悦和归属感是开启学习的关键。

从“线性文本”到“多感官网络”的转变:主张信息应以最符合大脑自然处理方式的形态呈现。大力推广思维导图:利用关键词、图像和分支结构来组织和记忆信息,模拟大脑的联想网络。倡导多媒体学习,在当时就极力主张利用计算机、交互式光盘等新技术,到现在更有AI技术的加持来提供动态、交互的学习体验。

从“孤立学科”到“综合应用”的转变:主张学习应与真实世界的问题解决相连。主张打破学科壁垒,围绕一个现实课题(如“海洋生态”)综合运用数学、科学、语言等多学科知识。学习不应局限于学校,而应贯穿一生,并融入社区和职场。

从“教师中心”到“学习者中心”的转变:教师是教练、引导者和资源提供者,而非知识的唯一权威;鼓励学生发现自己的学习风格(视觉、听觉、动觉型),并采用相应策略;主张合作学习:强调通过小组讨论、互相教学来深化理解。

综上所述,这些教育大师们都强调了一个新的学习理念——“体验式学习”。体验式学习是一中学习的更高境界。体验式学习与传统学习是两种差异显著的教育范式,它们在

学习过程、设计和目标上都有根本不同。我们可以用一个生动的比喻来理解:传统学习像是阅读一本精美的旅游指南,学习者系统地了解目的地的历史、地理和景点介绍;体验式学习则像是亲自背上行囊去那个目的地探险,在真实的环境中问路、尝试当地食物、克服困难,并写下自己的旅行日记。

3 创客教育为体验式学习创造了广阔空间。

3.1 创客:定义与画像

(1) 核心定义:“创客”一词源于英文“Maker”,指的是一群出于兴趣与热情,利用数字技术(如3D打印、开源硬件、编程)与传统工艺,将自己独特的想法和创意转变为现实产品的人。他们不仅仅是“制造者”,更是“创新者”和“创作者”。

3.2 创客的典型特征:

(1) 跨界身份:他们可能是程序员、工程师、艺术家、设计师、学生、教师,或者仅仅是任何领域的爱好者。身份不再被传统职业所界定。

(2) 技术赋能:他们熟练或乐于使用各种工具,从螺丝刀、电烙铁到3D打印机、激光切割机,再到Arduino、树莓派等开源硬件和编程语言。

(3) 社区属性:创客不是孤独的发明家。他们活跃在线上的论坛(如GitHub,Hackaday)和线下的创客空间(MakerSpace),分享、协作、互简单来说,一个用3D打印机为自己设计并打印手机支架的人是创客;一个用Micro:bit为自行车制作智能转向灯的学生是创客;一个用废旧材料打造出炫酷机器人艺术装置的艺术师也是创客。

3.3 创客精神的内核:

由个人兴趣或问题驱动,通过亲手造物来探索,在开放社群中分享与协作以获得支持和灵感,并秉持迭代试错的心态,不断推进项目,最终成果又回馈社群,激发新的问题与创造。

是一种在数字时代背景下,融合了动手实践、开源哲学、迭代思维与草根力量的“赋能”精神,它赋予每个个体将想法变为现实的能力、勇气和连接感。创客精神=动手实现的勇气×开放分享的胸怀×迭代试错的智慧×解决问题的心。

3.4 创客精神为创新物理教育理念提供新视角:

从“知识的接收者”到“世界的创造者”传统的物理教育侧重于公式记忆和解题训练,学生往往知其然不知其所以然,缺乏与真实世界的联系。创客教育为此提供了全新的视角:

(1) 动手实践:“做中学”是物理学习的根本。创客精神鼓励通过亲手制作、调试来理解抽象的物理原理

(2) 开放分享:鼓励学生分享自己的项目代码、设计图纸和失败经验,形成协作学习的社区文化。

(3) 跨界融合:物理不再孤立,它与编程、工程、艺

术(物理可视化)紧密结合。

(4)快速迭代:接受失败,在“设计-制作-测试-优化”的循环中深化对物理规律的理解。创客教育助力物理未来教育..

(5)造物激励:创建一个能动、能亮、能交互的实物所带来的成就感,是解出一道难题无法比拟的,这是最强大的内在驱动力。

3.5 创客教育是对物理教育的升华:

(1)从虚拟到现实:将课本上的公式(如 $F=ma$)转化为小车竞速;将电路图变为闪烁的LED艺术装置;不仅看现象,更要用传感器精确测量数据,用软件进行分析,培养科学探究能力。

(2)从理解世界到改变世界:引导学生运用物理知识解决真实问题,如制作太阳能充电器、智能节水系统等。

这些理念是对传统教育“重理论轻实践”、“重结果轻过程”的一种有力补充,是“体验式学习”所倡导的理念在当代技术环境下的生动实践。

4 利用创客精神搭建物理教育新框架,安装新引擎:

4.1 物理创客空间(线下核心)

(1)基础工具区:3D打印机、激光切割机、电工工具、万用表、示波器等。

(2)核心模块库:提供标准化的传感器套件(距离、温度、湿度、光敏、加速度、陀螺仪等)、执行器套件(舵机、电机、继电器等)和主控板(如Arduino, Micro:bit, Raspberry Pi)。

(3)主题工作坊:力学工坊、电磁学工坊、光学与声学工坊,配备相应的专项器材。

4.2 数字化资源平台(线上支撑)

(1)项目库:包含从入门到精通的梯度化项目。

(2)入门级:如用Micro:bit制作倾角测量仪(理解重力与角度)。

(3)进阶级:制作基于超声波传感器的自动避障小车(理解波速、距离与反馈控制)。

(4)挑战级:设计并优化一台基于电磁感应的磁悬浮装置或斯特林发动机。

(5)课程与教程:提供与教材章节配套的创客项目视频、图文教程和代码库。

(6)仿真实验室:在动手前,使用诸如Falstad电路仿真、Algodoo物理仿真等工具进行低成本试错。

(7).社区与展示平台

在线社区:学生可以展示自己的项目、提问、组队参加比赛。

赛事与活动:定期举办校园创客马拉松、物理创新制作大赛,并与全球性的赛事接轨。

成果展示墙:在线上平台和学校实体空间展示优秀学生作品,形成榜样激励。

5 实施路径与策略

5.1 课程融合模式:

(1)补充式:在传统实验课后,增加

(2)社团式:成立物理创客社团,吸引有兴趣、有余力的学生进行深度探究。

5.2 师资发展:

(1)培训工作坊:对物理教师进行创客工具、编程和项目设计的培训。

(2)跨界合作:邀请信息技术、通用技术教师乃至校外工程师参与教学,形成跨学科教学团队。

(3)激励措施:将教师指导学生创客项目的成果纳入教学评价体系。

5.3 评价体系改革:

(1)过程性评价:关注学生在项目中的探究、协作、迭代和问题解决能力。

(2)成果性评价:评估作品的创新性、技术实现度和文档完整性(设计图、代码、报告)。

(3)多元评价:结合教师评价、同学评价、社区点赞和竞赛成绩。

6 创客教育典型案例设计:设计并优化“最准的摆”——探究单摆周期的秘密

6.1 案例概述

本案例以“设计一个周期精确为1.00秒的单摆”为驱动任务,引导学生像科学家和工程师一样,经历“发现问题→猜想假设→设计实验→收集数据→分析建模→迭代优化”的完整探究过程。它超越了传统的验证性实验,强调自主设计、数据驱动决策与工程思维。

6.2 设计理念融合

体验式学习循环(库伯模型):学生将亲身经历具体制作、观察测量、抽象建模(得出/验证公式)、主动应用(优化设计)的完整循环。

创客精神:动手造物、迭代优化、问题解决、分享交流。

学习的革命理念:动手与动脑结合、个性化探究路径、利用数字化工具、合作学习。

6.3 教学目标

知识与技能:

理解单摆的构成,探究影响单摆周期的因素(摆长、摆角、摆球质量)。

学习控制变量法,并能用其设计实验。练习使用基本测量工具(刻度尺、停表/传感器)和数据处理方法。

了解单摆的周期公式($T=2\pi\sqrt{L/g}$)并理解其物理意义,并能亲手制作单摆。

过程与方法:

经历完整的科学探究过程,提高实验设计、数据收集与分析、误差分析的能力。

发展基于证据进行解释和论证的科学思维。

体验“设计-测试-改进”的工程迭代流程。

6.4 情感态度与价值观:

激发对物理规律的好奇心和探究欲。

培养严谨求实的科学态度和面对“失败”数据的积极心态(试错价值)。

增强团队协作与沟通分享的意识。

7 教学准备

材料包(每组):铁架台、多种长度的细线、多种质量的摆球(螺母、钢球、木球等)、卷尺/刻度尺、电子停表(或智能手机秒表App)、量角器。

可选高阶工具:运动传感器(如Phyphox手机传感器)、数据采集器、电脑(用于数据可视化)。

记录工具:实验记录单、坐标纸/平板电脑(用于绘图)。

7.1 教学活动流程(共2-3课时)

第一阶段:情境导入与问题提出

(1)现象观察:展示两个摆长明显不同的单摆,让学生观察其摆动快慢。再展示一个精准的秒摆(周期2秒的摆钟原理模型)。

(2)驱动任务发布:“同学们,如果我们需要自制一个周期精确为1.00秒的“心跳摆”用来做节拍器,你们认为它的身材(摆长、摆球)应该是什么样的?今天,你们就是产品研发小组,目标就是设计并制造出这个周期是1.00秒的‘最准的摆’。”

(3)头脑风暴:引导学生提出可能影响单摆摆动周期(来回一次的时间)的因素

(摆长、摆球质量、摆角...),并说出猜想的理由。

第二阶段:方案设计与初步探究

(1)设计实验:各小组选择一个最感兴趣的因素(如摆长),讨论如何设计实验来探究该因素是否影响周期以及如何影响。教师引导他们明确“控制变量法”的应用。

(2)制作与初测:小组动手制作单摆,进行初步测量。此阶段允许“混乱”探索,重点在熟悉操作和发现测量难点(如计时起点、摆角控制)。

(3)思维冲突:教师收集各组的初步结果,可能会得到矛盾的结论(例如,有组认为质量有影响,有组认为无影响),引发认知冲突:“到底谁对?我们需要更精确、有计划的探究!”

第三阶段:系统探究与数据分析

(1)优化方案:教师引导全班共同优化实验方案,统一测量标准(如:测量10个周期的总时间以减少误差;确保摆角小于 5°)。

(2)深度探究:

摆长组:系统改变摆长(如20cm,40cm,60cm,80cm,100cm),测量对应周期,并在坐标纸上绘制T-L和 $T-\sqrt{L}$ 图像,发现规律。

质量组:在相同摆长下,更换不同质量的摆球,测量周期,得出结论。

摆角组:同一单摆,依次改变摆角(5° , 10° , 15° , 20°),测量周期,出结论。

(3).数据会议:各组汇报数据与结论。引导全班达成共识:周期主要与摆长的平方根成正比,与质量、小角度下的摆角基本无关。

第四阶段:建模应用与迭代优化

(1).引导学生归纳实验结果引出公式:教师帮助学生根据实验数据归纳出单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{L/g}$,解释其含义。

(2).挑战任务:“现在,请运用你们发现的公式,计算出周期为1.00秒的单摆,其摆长应该是多少?(取 $g=9.8\text{m/s}^2$)”

(3).制作与测试:各小组根据计算结果,制作他们的“1秒摆”,并进行严格测试。目标是将测量误差控制在5%以内。

(4).迭代与展示:若未达标,分析是计算错误、制作误差还是测量误差,并进行调整优化。最后,各小组展示并演示他们的“产品”。

第五阶段:总结反思与拓展(课后)

(1).反思讨论:引导学生用“体验式学习循环”复盘整个过程:我们经历了什么具体操作?我们反思观察到了什么数据和现象?我们抽象出了什么规律或模型?我们如何应用模型去解决新问题?

7.2 拓展问题

(基础)如果把这个摆带到月球上,它的周期会变吗?为什么?

(高阶/创客)能否利用这个原理,设计一个自动计数的“摆锤计数器”或一个简易的“重力加速度测量仪”?需要增加什么部件?(如光电门、Arduino)

8 评价设计

(1)过程性评价:实验设计方案的合理性、团队合作参与度、数据记录的严谨性、面对异常数据的态度。

(2)成果性评价:“1秒摆”产品的精确度、验报告/项目海报(包含问题、过程、数据、分析、结论、反思)。

(3)表现性评价:小组汇报表达的逻辑性和清晰度。

这个案例将以“设计产品”替代“验证规律”,以真实性任务赋予探究真实目的和意义。学生置于学习中心,让他们在“做”中“学”,在“思”中“悟”,在“创”中“精”;设计从模糊猜想矛盾冲突,再到系统探究和模型建立,建构符合科学发现逻辑的认知路径;完整涵盖了科学探究的各个要素,并融入了工程设计的“迭代优化”思想,真正渗透

核心素养，完美体现了现代教育所倡导的探究与创新。

9 结语

用创客精神和创客教育搭建的物理未来教育新平台，其核心是将物理学科从一门需要背诵的“知识”转变为一套可以用于“创造”的工具和思维方式。这个平台不仅仅是空间和技术的堆砌，更是文化和理念的重塑。它培养的学生，将不再惧怕复杂的公式，而是能自信地运用这些公式去理解、验证并改造他们身边的世界。他们将成为真正的“物理创客”——既懂理论，又能动手，具备面向未来的核心素养和创新能力的终身学习者。这才是物理教育本该有的样子。

参考文献

- [1] 珍妮特·沃斯(Jeannette Vos)和戈登·德莱顿(Gordon Dryden)《学习的革命》(The Learning Revolution), 20世纪90年代
- [2] 大卫·库伯(David A. Kolb)《体验式学习: 体验作为学习和发展的源泉》1984
- [3] 周春学.融合创客教育理念的项目教学模式研究[J].信息与电脑,2025,37(18):230-232.
- [4] 张力.基于创客教育理念的课堂教学模式建构的研究[J].中关村,2025,(10):239-241.
- [5] 熊梅.大卫·库伯体验式学习对课堂教学的指导意义 [J].亚太教育,2016,(21):280.DOI:10.16550/j.cnki.2095-9214.2016.21.229.