

基于学习进阶理论的初中物理大观念教学策略 ——以“光现象”为例

付彬, 许刚*

重庆三峡学院教师教育学院, 重庆

收稿日期: 2024年10月8日; 录用日期: 2024年11月17日; 发布日期: 2024年11月27日

摘要

新课标对中学物理教学提出新的要求, 需要教师分板块、分层次地开展教学活动, 大观念教学从横向上为结构化教学提供主题, 构建教学的着力点, 学习进阶则从纵向分层级地指导教学过程的具体实施路径。以大观念为线索的进阶教学通过物理情景的创设, 引导学生深入理解物理规律, 并形成整体性的结构化认知, 提高学生的思维水平, 发展学生的核心素养。

关键词

核心素养, 大观念, 学习进阶, 物理情景

The “Big Idea” Teaching Strategy of Junior High School Physics Based on the Theory of Learning Progression

—Taking the “Light Phenomenon” as an Example

Bin Fu, Gang Xu*

Teacher Education College, Chongqing Three Gorges University, Chongqing

Received: Oct. 8th, 2024; accepted: Nov. 17th, 2024; published: Nov. 27th, 2024

Abstract

The new curriculum standards put forward new requirements for middle school physics teaching, which requires teachers to carry out teaching activities in segments and levels. The “big idea” teaching

*通讯作者。

provides the topic for structured teaching horizontally and builds the focus of teaching, while the “learning progressions” guides the concrete implementation path of teaching process vertically and hierarchically. The “learning progressions” based on the “big idea” as a clue provides guidance for students to understand physical laws through the creation of physical scenarios, and helps students form a structured cognitive framework with a holistic understanding of physical laws, thereby improving their thinking level and developing their core competencies.

Keywords

Core Competencies, Big Idea, Learning Progressions, Physical Scenarios

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2022年发布的《义务教育物理课程标准(2022年版)》指出“以主题为线索,构建课程结构”[1],将学习内容以主题的形式呈现,主题内层层递进,各个主题之间又彼此关联。在物理学科新课标出版之前,无论是物理教材的编订还是物理教学过程中,也有按照板块进行,以求达到让学生形成整体认知的目的,但由于实际教学的复杂性以及缺乏相应的参考依据,没有可靠的大观念作为依靠,很难让学生持续地构建起对科学规律的整体性认识。

这就要求以“大观念”为主题,重新整合教学内容,将割裂的知识进行排列组合,形成彼此关联的知识体系,并且依据学生学习水平和能力,逐步进阶地进行教学,促进学生对物理概念深度和广度的理解,培养学生的物理核心素养。

2. 大观念构建物理学科教学着力点

关于大观念的含义,国内外学者表述有所区别,但对其核心认识都相差不大,国内有学者认为“大观念居于学科的中心位置,集中体现学科课程特质的思想或看法”[2],换句话说,大观念就是能够高度概括整个章节或板块内容的一个核心知识点,这一核心知识点下包括了一些彼此关联的小概念,可以通过这一核心知识点去连接起整个板块的教学内容,帮助学生建立概念间的横向联系,形成整体认识,所以在一些学者的表述中也可以将“大观念”叫做“大概念”。初中物理教学以课标和教材为依据,以学生的经验为基础,通过对现象的分析归纳总结出物理概念,并通过实验探究现象背后的物理规律,这一过程是一个思维聚合的过程,在此基础上通过创设具体的物理情景去培养学生利用物理知识解决问题的能力,促进知识的迁移和应用,而这一过程则是一个思维发散的过程。不管是聚合还是发散,都需要围绕一个核心的知识点开展教学活动,这一核心知识点就是物理学科的大观念。所以在教学过程中,教师可以依靠物理学科的大观念,搭建起物理现象和物理知识之间的联系,使学生对物理规律产生一个系统性的认识,并在学生头脑中留下一个认知锚点,促进学生物理知识的持续性构建。

以大观念为中心的教学是将大观念作为概念聚合器,教师往往要引导学生对碎片化知识和信息进行整合。学生需要基于更广阔的视角,抽象概念、寻找概念关系、关联概念与观念[3]。物理教学就是通过引导学生发现生产生活中大量的物理现象,然后总结物理概念,探究物理规律,寻找物理知识点之间内在联系的过程,这是一个从物理现象到物理学科本质的认识过程,是一个思维从低阶到高阶的进阶过程,这就需要教师利用进阶理论,根据学生当前的水平设计进阶的起点和终点,搭建起学生学习进阶的路径。

3. 学习进阶规划认知发展路径

学习进阶是对学生在一个时间跨度内学习和探究某一主题时，依次进阶、逐级深化的思维方式的描述[4]，学习进阶指向学生思维和能力的生长，而不只是知识的获得，将学习真正地看作是一个过程而不是结果。在物理教学中，依据学生现有的知识水平和核心素养的目标要求，设计学生进阶的起点和终点，通过物理情景和问题的创设可以使学生的思维处于一种冲突和不平衡的状态，此时已有的物理知识无法解释这些物理问题，学生就需要寻求新的问题解决的路径，在这个过程中学生对已有的知识经验不断改组重建并进阶，使思维进入下一水平。郭玉英教授将思维进阶水平分为五个层级，五个层级反映了学生思维各个阶段的特点以及实现路径，各个阶段的界限是清晰的，从具体到抽象，从零散到系统，为学生学习水平的进阶提供了具体的发展路径。

学生知识的建构是一个阶段性的过程，对概念的认识由浅入深、由简到繁，从最开始的认识到理解再到应用，学习进阶强调了学生对核心概念的理解，从少量的核心概念出发，构建整个学科知识体系，实现“少而精”的课程[5]，所谓“核心概念”，就是对学习内容高度概括化的“大观念”，依靠“大观念”给学生的进阶学习提供重要支撑，在学生的经验与知识之间搭建起连接点，通过真实的问题情境让学生的知识迁移整合，持续构建起学生对物理观念的系统性认识。

综上，学习进阶理论与大观念教学不管是在形式上还是逻辑上都可以高度契合。首先通过大观念的选择，为教学活动确定主题，再依据学习进阶理论为学生学习规划具体的进阶路径，最后根据学生在不同层级的表现判断学生的学习水平，进行阶段性教学评价，使学生在获得物理知识的同时，培养其系统性思维，认识到物理学科的本质。

4. 学习进阶理论下的大观念教学

4.1. 学习进阶理论下大观念教学的大观念选取

2022 版初中物理课程标准中，“光现象”属于一级主题“运动和相互作用”下的二级主题“声和光”的内容，在“声和光”的二级主题中，有关声现象的学习，已经认识了声音的传播过程。对于光现象的学习，“光的传播”体现了课标要求的“光沿直线传播”、“光的反射”和“光的折射”的本质，并且与学生已有的认知体系产生交互，体现光与其他物质的相互作用，于是以“光的传播”为大观念就可以整合课程内容并推动学生认知进步。围绕“光的传播”这一核心大观念，把正常教学过程中忽略了、割裂了的重要概念组织起来，遵从学生逻辑脉络发展规律，从内容的上位概念由表及里、由上至下地深入核心概念[6]，使教学内容在结构上层层递进、环环相扣，促进学生知识的生长，为进阶教学的实施过程提供教学主题。

4.2. 学习进阶理论下大观念教学的进阶路径

Table 1. The advanced path of big idea teaching under the learning progressions theory
表 1. 学习进阶理论下大观念教学的进阶路径

发展层级	实施路径	预期表现
经验 (Experience)	通过生活经验或者演示，给学生展示日食、月食、影子、照镜子、倒影、水中的腿“变短”、彩虹等与光现象有关的事实。	知道
映射 (Mapping)	引导学生注意不同现象中介质的特点，区分光的直线传播、光的折射和光的反射现象。	掌握
关联 (Relation)	构建光线这一理想模型，通过实验探究光的反射定律和光的折射规律。	理解

续表

系统 (System)	探究小孔成像、平面镜成像、光的色散和透镜成像的特点, 介绍实像与虚像的区别, 得到像与物体之间的变化关系。	应用
整合 (Integration)	通过光的传播的光路图, 从实验和推理两个角度总结光的直线传播、光的反射和光的折射的规律, 理解实像与虚像的本质区别; 展示眼睛的结构, 介绍人眼看到物体的过程, 进一步让学生推理看到物体的颜色的原因, 最后组织学生进行制作简单望远镜的活动。	迁移

学习进阶理论将学生的学习水平划为五个不同的层级, 每一个层级都对应着不同的学习表现和目标要求, 教师要根据这一要求设计进阶的起点和终点, 并围绕大观念“光的传播”这一主题, 从现象出发去认识光在传播过程中的三种不同方式, 在学生充分理解光的传播特点之后, 再对小孔成像等现象进行探究, 利用规律去解释生活中的一些情景, 最后将光的传播的规律应用到生活中的问题情景。教学内容按照现象到规律再到生活的顺序呈现, 从开始的知道到最后能够迁移应用知识, 实现学生认知和思维的进阶, 根据郭玉英教授的学习进阶“五层级”设计具体的进阶路径“见表 1”。

4.3. 学习进阶理论下大观念教学的目标设计

为体现物理学科独特的育人价值, 物理学科教学的目标根据核心素养的四个部分展开。对照光现象的具体要求, 围绕光在传播过程中的现象、规律和应用, 将核心素养的划分为五个逐步进阶的层级。

- 层级 1: 再现有关光的物理现象, 对现象进行简单区分, 知道科学探究的一般步骤, 形成探究问题。
- 层级 2: 认识到光传播方式的区别是因为与物体的相互作用不同。
- 层级 3: 根据光的特点构建理想模型, 探究光的不同传播方式的内在规律。
- 层级 4: 利用规律找到情景背后的物理逻辑, 解释生活的一些光现象。
- 层级 5: 认识光的传播的本质, 实现跨学科的交流学习, 养成多角度分析问题的习惯, 树立严谨认真、实事求是的态度。

4.4. 学习进阶理论下大观念教学的教学实施

在学习进阶的视角下进行教学活动, 要依靠“光的传播”这一大观念, 循序渐进展开教学活动, 通过创设进阶的物理情景, 让学生在对问题和线索的探索中获得物理观念, 提高分析归纳和推理论证的水平, 形成对内容的整体认知并且重新应用于生活中, 下面就是依据学习进阶的层级理论设计的大观念教学实施过程。

层级一: 知道光的传播的现象。

【情景 1】: 我们生活在一个五彩缤纷的世界中, 请大家观察这些有关光的情景, “见图 1”。



Figure 1. Light phenomena in life
图 1. 生活中的光现象

问题 1：请大家思考生活中还有哪些物体可以发光？

问题 2：光是怎样产生的，我们如何区别发光物体？

问题 3：为什么我们总是先看到闪电，再听到雷声？

设计意图：通过观察生活中发光的物体，让学生感受我们处于光的世界中，学生在教师的引导下得到光源的概念。通过对“问题 2”的分析，学生能够初步推理出光速比声速快得多，进一步讨论得到光的传播速度。

【情景 2】展示光在传播中的各种场景，教师准备手电筒、镜子、玻璃杯、水和筷子演示影子的形成、镜子中的世界和折断的“筷子”，展示图片“见图 2”

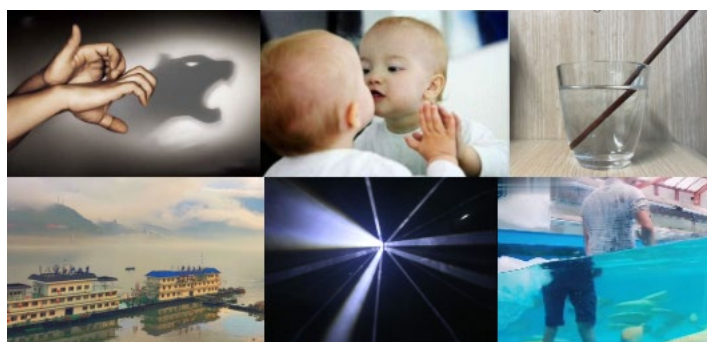


Figure 2. Different forms of light propagation

图 2. 光的不同传播形式

问题：请同学们试着对这些现象进行分类，并说一说你分类的依据是什么？

设计意图：通过视频和图片展示自然界的景色，让学生体会自然的美丽，有保护自然的意识。这些典型的例子，可以丰富学生感性认识的材料，通过对问题的讨论交流得到对光的三种传播方式的初步认识。

层级二：区别光在不同介质条件下的传播情况，掌握光的传播特点。

【情景 1】准备激光笔、镜子、玻璃容器、盐、牛奶、白纸板、蚊香和透明香皂，演示光在不同情况下的传播路径，演示过程“见图 3”。

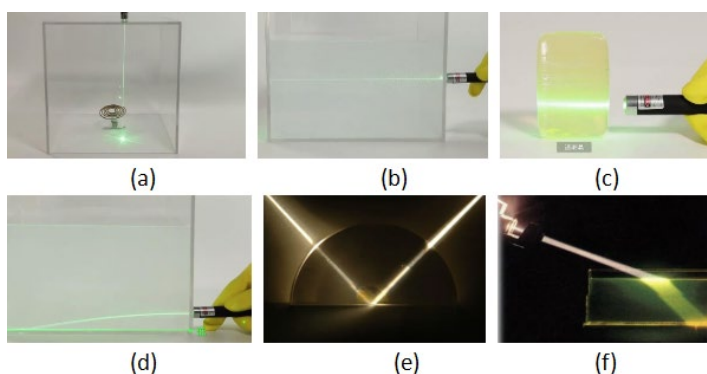


Figure 3. Different paths of light propagation

图 3. 光的传播的不同路径

问题 1：光在传播过程中出现了哪些情况？是什么因素导致这些不同情况？

问题 2：为何我们能看到本身不发光的物体？

问题 3: 观察光在浓度分层的盐水中的传播路“见图 3(d)”, 光在什么条件下才沿直线传播?

问题 4: 为什么教师需要使用蚊香、牛奶和纸板进行演示?

设计意图: 通过教师的演示, 让学生直观地感受到光在不同介质中的传播路径是不同的, 得到光沿直线传播、光的反射和光的折射的概念, 同时讨论得到三种不同传播方式需要满足的条件。教师在演示过程中需要先展示不使用蚊香、牛奶和纸板的情况, 在问题的引导下学生自己就能发现在完全透明的介质中很难观察到光的传播路径, 此时蚊香、牛奶和纸板的作用学生很容易就能理解, 进一步将显示出来的光路抽象成光线这一理想模型。

层级三: 实验探究光的反射定律、光的折射规律, 理解光的传播规律。

【情景 1】开展趣味活动, 给学生提供激光笔、棉线、镜子和靶子(规则: 打中几环得几分, 利用镜子反射打中双倍得分, 活动过程“见图 4”), 比赛看谁得分高。

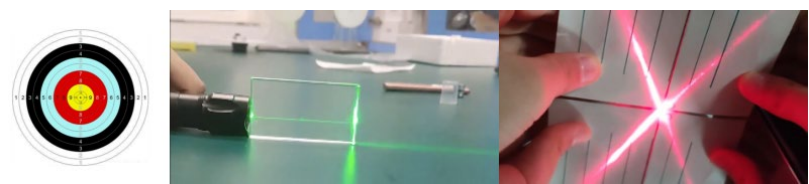


Figure 4. The activity of target practice
图 4. “打靶”活动

问题 1: 怎样打靶比较准? 想得高分应该采用什么方法?

问题 2: 在利用镜子打靶时如何提高命中率? 镜子反射的光路有什么特点吗?

设计意图: 设计比赛活动可以很好地提高学生的参与度和积极性, 打靶的过程可以使学生深入理解光线这一物理模型, 在巩固光沿直线传播的知识的同时, 还可以利用学生生活中对光的反射的大量经验, 大致得到反射中的两条光线关于某条线对称的认识, 然后通过桌面或纸板上展示光的反射的光路, 让学生对光反射时的光路有个大概的认识, 为接下来实验探究光的反射定律做铺垫。

【情景 2】介绍光的反射的光路图“一点两角三线”, 准备激光笔、镜子、可翻折的光屏、支架、量角器、刻度尺和笔, 设计光的反射定律探究实验。举例生活中的反射现象, 再观察手电筒分别照射镜子和粗糙的木板时的现象, 探究过程“见图 5”。

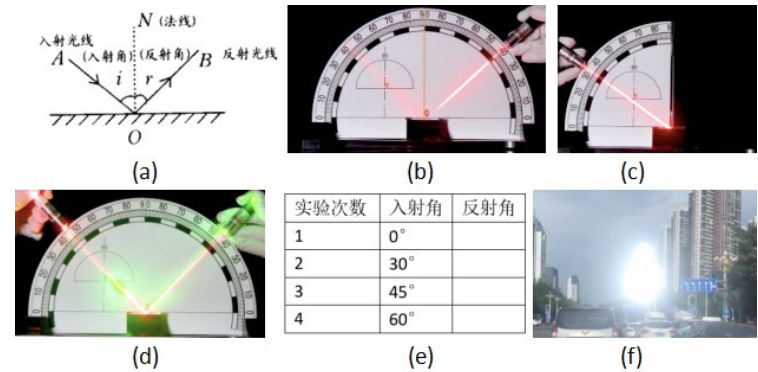


Figure 5. Explore the law of light reflection
图 5. 探究光的反射定律

问题 1: 法线为什么用虚线表示“见图 5(a)”?

问题 2: 光的反射中法线、反射光线和入射光线有什么关系?

问题 3: 光的反射中两个角之间有什么关系?

问题 4: 照在粗糙的木板上的光线是否遵循光的反射定律?

设计意图: 教师首先介绍光的反射的光路图, 让学生知道讨论光的传播规律时的构成要素, 通过探究角度大小关系和光线的位置关系, 得到光的反射定律。然后让学生举例生活中的反射现象, 会发现有的反射比较“明显”, 有的反射“不明显”, 从而引发关于光的反射类型的讨论, 理解两种反射类型的区别与联系。

【情景 3】表演“硬币重现”小魔术, 准备激光笔、可折叠光屏、水、水槽、玻璃, 设计实验探究光的折射规律, 探究过程“见图 6”。

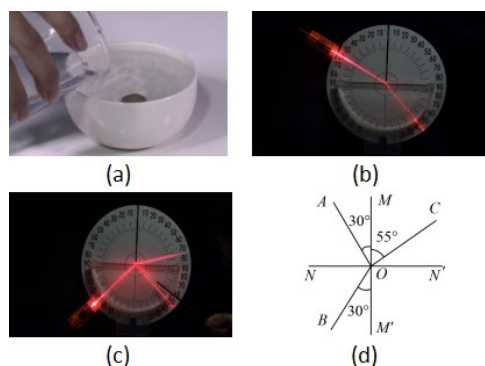


Figure 6. Explore the law of light anacampsis
图 6. 探究光的折射规律

问题 1: 观察光发生折射时的传播路径, 尝试画出光的折射的光路图。

问题 2: 类比光的反射的探究过程, 我们如何设计实验探究光的折射?

问题 3: 光的折射规律是什么?

问题 4: 为什么在图中出现了三条光线, 这三条光线分别是哪三条光线“见图 6(c)”?

问题 5: 根据光的反射定律和折射规律, 判断出图中三条光线分别是什么光线“见图 6(d)”?

设计意图: 有对光的反射定律探究过程的经验后, 学生已经熟悉了如何设计实验进行探究, 关于光的折射规律可以交给学生自主探究, 教师起引导和反馈的作用。针对研究过程同时出现三条光线的问题, 教师可以顺势讲解光在传播过程中不同路径的关系与区别, 整合光的反射和折射规律, 产生整体性的结构化认知。

层级四: 实验探究小孔成像、平面镜成像和透镜成像的原理, 应用光的传播规律解释这些现象。

【情景 1】准备蜡烛(其中至少有两根相同的蜡烛)、光具座、小孔、光屏、薄玻璃、白纸、凸透镜, 通过课件或实验演示光的三种不同传播方式的现象, 实验探究这些现象的成像规律, 探究过程“见图 7”。

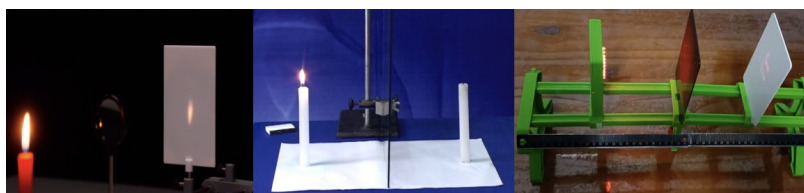


Figure 7. Explore the phenomenon of three different modes of light propagation
图 7. 探究光的三种不同传播方式的现象

问题 1: 这三个现象分别对应光的哪一种传播方式?

问题 2: 小孔成像中的像与物有什么关系?

问题 2: 平面镜成像有什么特点?

问题 3: 凸透镜成像有什么规律?

设计意图: 通过直观地展示光在传播过程中的三种不同现象, 让学生进一步巩固光的三种不同传播方式的规律, 能够应用前面所学知识去区分小孔成像、平面镜成像和透镜成像, 并根据问题的引导去探究这三个现象中的像与物之间有什么关系。通过实验的对比更容易理解实像与虚像的区别, 实现对光的传播的知识的应用, 将知识转化为技能。

层级五: 认识光的传播的本质, 能够将光的传播的知识迁移到生活中的具体情景中解决物理问题, 形成跨学科的整体性认知。

【情景 1】展示人眼的结构“见图 8”, 介绍眼睛各构成部分的功能。

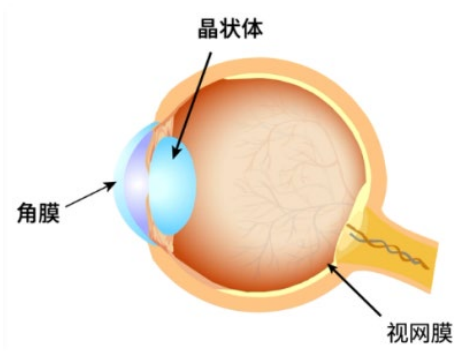


Figure 8. Human eye structure
图 8. 人眼结构

问题 1: 人看到不发光物体的过程是怎样的?

问题 2: 为什么物体会呈现出不同的颜色?

问题 3: 近视眼和远视眼是怎样形成和纠正的?

设计意图: 在结合生物学的知识简单介绍人眼结构之后, 引导学生发现人看到不发光的物体是照到物体表面的光线经反射后沿直线传播到人眼再通过晶状体折射的过程, 使学生对光的传播过程有一个整体的认识, 明白这一过程, 学生就很容易理解物体的颜色是由于色光的不同导致的。再引导学生利用光的折射规律去分析近视与远视的成因和纠正, 实现知识的跨学科融合并树立学生保护眼睛的意识。

【情景 2】展示显微镜和望远镜“见图 9”, 准备凸透镜若干、纸筒, 组织学生制作简易的望远镜。

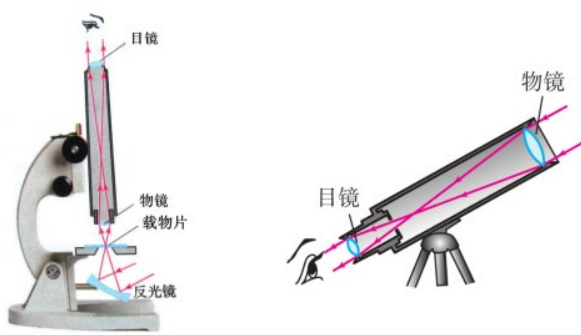


Figure 9. Microscopes and telescopes
图 9. 显微镜与望远镜

问题：显微镜和望远镜的原理是什么？

设计意图：本情景更加贴近学生的生活实际，将知识从书本上应用到具体的操作中，学生在好奇心的推动下，更容易实现知识的迁移，同时对凸透镜成像产生更加清晰的认知，培养学生科学探究的热情，树立学生严谨的科学态度。

上述的教学实施过程，改变了一般授课时反射和折射内容割裂的情况，通过情景的创设和问题的引导让学生的学习在探究过程中逐步深入，真正在掌握知识的同时学会应用知识解决问题。通过这种教学手段，为学生理清知识的脉络体系，搭建起知识点之间的逻辑联系，使学生头脑中形成对物理知识的系统化认知，学生的学习水平也在这个过程中逐步进阶，实现了核心素养对培养学生的目标要求，为学生的终身学习打下基础。

4.5. 学习进阶理论下大观念教学的教学评价

教学评价是检验课堂教学质量的重要环节，传统教学过程中，单元检测是评价学习效果的主要方式，它缺乏学习者核心素养发展状况的反馈信息[7]。在学习进阶视角下的大观念教学中，教学评价要注重过程性、层次性和阶段性，将评价过程与教学过程相结合，通过一系列的问答和任务掌握学生学习表现随时间变化的特征，动态检测学生学习水平处于哪一层次，及时调整教学策略，实现教学评价的育人功能。

5. 结语

学习进阶理论下的大观念教学，整合了教学资源确定学习的主题，将学生的学习划分为不同的层级，层级之间相互联系并进阶，适应学生的学习规律和心理特征，层次分明的阶段教学在降低学习难度的同时，兼顾学习的广度和深度，建立知识之间的联系，以描述客观世界规律的观念为起点，引导学生主动建立问题情境，在合作中发展探究能力，培养学生推理、论证、创新的科学思维，最终树立学生正确的科学态度和责任意识，推动学习型社会的建立。

基金项目

重庆市级研究生教改重点项目“以研究生为中心的课堂教学模式创新探索与实践”(yjg222037)；重庆市教育科学规划重点项目“教育数字化转型下高校课堂新形态的建构与实践研究”(K23ZG2120076)；重庆三峡学院高等教育教学改革项目“一中心 两驱动 三目标 四融合混合式教学模式创新实践”(JGYB2201)。

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) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2022: 2.
- [2] 邵朝友, 崔允灏. 指向核心素养的教学方案设计: 大观念的视角[J]. 全球教育展望, 2017, 46(6): 11-19.
- [3] 冯春艳, 陈旭远. 以大观念为中心的教学: 基本内涵、价值向度及设计路径[J]. 教育学报, 2021, 17(3): 85-94.
- [4] 姚建欣, 郭玉英. 为学生认知发展建模: 学习进阶十年研究回顾及展望[J]. 教育学报, 2014, 10(5): 35-42.
- [5] 郑曼瑶, 张军朋. “学习进阶”的研究及其在物理教学中的应用[J]. 物理通报, 2014(12): 2-6.
- [6] 杨珍珂, 贾伟尧. 指向科学思维发展的初中物理单元整体教学实施路径[J]. 物理教学探讨, 2022, 40(9): 5-8.
- [7] 生爱菊. 基于核心素养的“光现象”单元教学设计[J]. 中学物理教学参考, 2023, 52(2): 41-43.