

中学物理教学跨学科的可视化分析和建议

叶素萍¹, 武文婷², 张栋林¹, 孙晋¹, 万勇¹

¹青岛大学物理科学学院, 山东 青岛

²青岛大学附属实验中学(青岛市崂山区第三中学), 山东 青岛

收稿日期: 2023年2月27日; 录用日期: 2023年3月17日; 发布日期: 2023年3月24日

摘要

在新颁布的《义务教育物理课程标准(2022年版)》中, 跨学科实践作为一级主题写入课程内容这一部分。利用文献计量分析软件CiteSpace作为研究工具, 对2000~2022年中国知网上物理跨学科实践的相关文献从发文量年度分布、发文作者及其机构、研究热点分布、研究时间线视图几个方面进行可视化分析, 并对实际教学提出了建议。

关键词

物理跨学科, CiteSpace, 可视化分析, 实施建议

Visual Analysis and Suggestions for Interdisciplinary Physics Teaching in Middle Schools

Suping Ye¹, Wenting Wu², Donglin Zhang¹, Jin Sun¹, Yong Wan¹

¹College of Physics, Qingdao University, Qingdao Shandong

²The Middle School Affiliated to Qingdao University (Qingdao Laoshan District No. 3 Middle School),
Qingdao Shandong

Received: Feb. 27th, 2023; accepted: Mar. 17th, 2023; published: Mar. 24th, 2023

Abstract

In the newly issued *Physical Curriculum Standards for Compulsory Education (2022 Edition)*, interdisciplinary practice is included in the curriculum content as a first level theme. Using the document metrological analysis software CiteSpace as a research tool, this paper makes a visual analysis of the relevant documents of the interdisciplinary practice of physics on CNKI from 2000 to

2022 in terms of the annual distribution of the number of papers published, the authors and their institutions, the distribution of research hotspots, and the view of research timelines, and puts forward suggestions for practical teaching.

Keywords

Interdisciplinary Physics, CiteSpace, Visual Analysis, Implementation Recommendations

Copyright © 2023 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

上个世纪 20 年代, 美国就已经着手于跨学科理论和实践的研究, 我国对于跨学科教学的研究也在上个世纪 50 年代开始起步[1]。跨学科是相对于单一学科提出的一个概念, 然而刚提出这一概念时, 传统教师难以改变以往以学科本位为思想的教学模式, 跨学科实践的发展也曾被搁置下来。在新一轮《义务教育课程方案(2022 年版)》(以下称《22 版新课程方案》)的修订中, 提出让每个学科拿出 10% 的时间开展跨学科实践活动学习, 跨学科实践成为了学界关注的热点[2]。

对物理方面的跨学科研究, 众多学者已逐步发表自己的理论观点和实践经验, 相关的研究成果日益增多, 但在这众多研究成果中缺乏一个梳理整合, 不能从整体上把握该领域的研究状况。鉴于此, 本文运用当前学界较为认可的文献计量分析软件——CiteSpace 作为研究工具, 对目前已有的物理跨学科实践研究成果进行整体剖析, 客观反映该领域的研究热点和趋势, 以期为未来的研究提供新的思路 and 方向。

2. 数据来源和研究方法

2.1. 数据来源

在 CNKI 数据库中, 以“跨学科” and “物理”为主题进行高级检索, 设定检索日期为 2000 年 1 月 1 日至 2022 年 11 月 6 日, 共检索到中文文献 464 篇(其中包含学位论文 136 篇), 将检索到的文献进行初步筛选: 剔除掉学位论文、报纸、会议等, 再通过阅读标题、摘要以及关键词对文献进行二次筛选, 共获得有效文献 298 篇。将文献标题、关键词、作者、研究机构等信息以 Refworks 格式导出, 得到研究数据。

2.2. 研究方法

本文采用文献计量法、知识图谱法。文献计量法是一种基于数学和统计学进行定量分析的方法, 在本文中被用于统计物理跨学科实践发文量的年度分布情况, 进而对影响发文量的内在因素进行分析并预测其在未来的发展趋势。另外, 本文借助 CiteSpace 的可视化功能, 做出各类直观图谱, 对研究热点以及前沿加以分析, 为下一步研究提供有力的参考。本文使用 CiteSpace6.1.3 作为研究工具。

3. 相关知识图谱分析

3.1. 物理跨学科实践发文年度分布情况

从图 1 可以看到, 从 2000~2016 年关于物理跨学科实践研究的发文量虽然有所起伏, 但相关的研究并不多, 年平均发文量 6 篇左右; 从 2017 年开始, 对物理跨学科实践的研究整体上呈现上升趋势, 特别

是在 2021~2022 年, 发文量急剧上升, 主要原因在于《义务教育物理课程标准(2022 年版)》(以下称《22 版物理新课标》)的颁布, 这也从侧面上体现了当今社会对学科之间相互交叉融合的关注度逐渐上升, 可以预测在未来关于这一领域的研究将持续增加。

2000-2022年 物理跨学科实践发文量年度分布

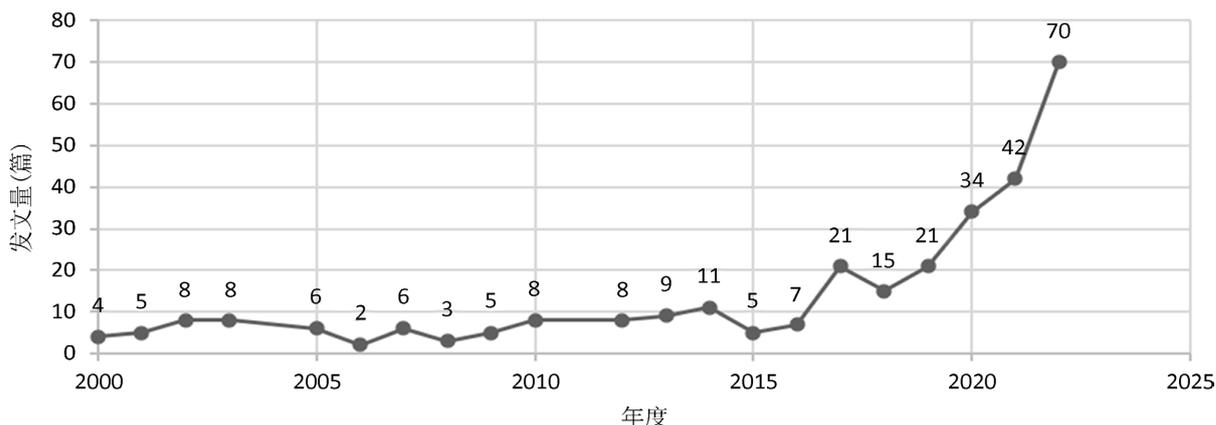


Figure 1. Annual distribution chart of physics interdisciplinary practice issued from 2000 to 2022

图 1. 2000~2022 年物理跨学科实践发文年度分布图

3.2. 物理跨学科实践发文作者及其机构分析

发文作者是指文章署名作者, 对发文作者及合作情况进行分析, 能够反映出关于物理学科跨学科实践研究的热点领域。本研究中共包括 303 名作者, 图 2 展示的是形成合作关系的作者(共有 152 位)。可以发现, 独立作者以及形成合作的作者基本上各占一半, 并且有些作者还存在多次交叉合作。

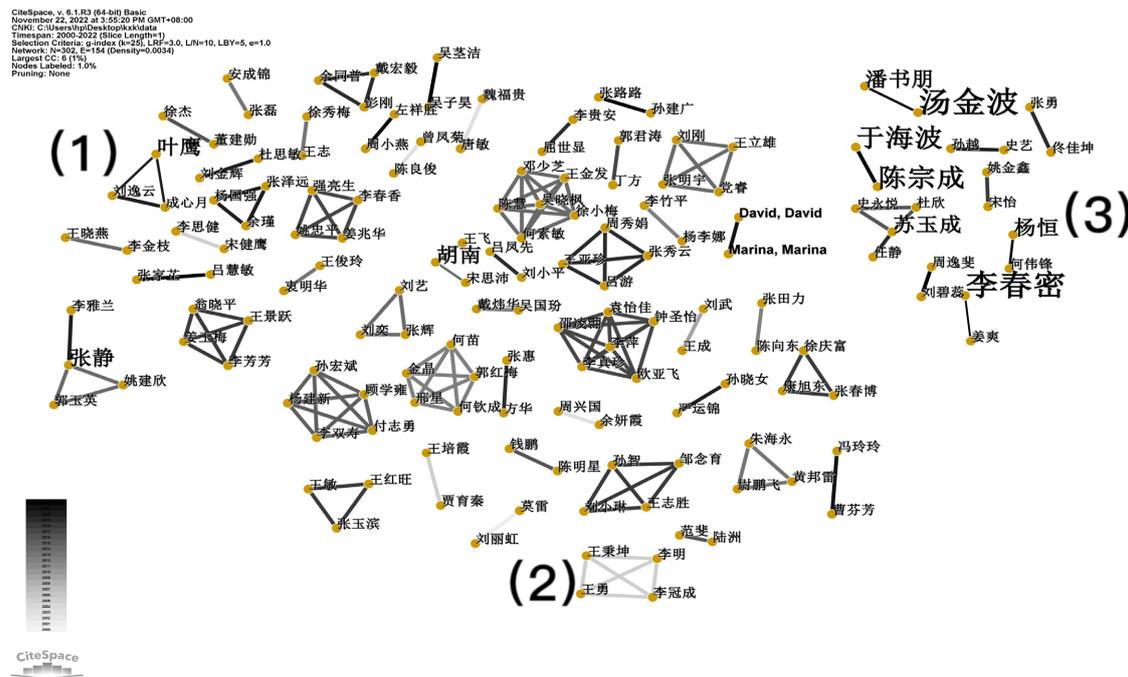


Figure 2. Cooperative authors of physics interdisciplinary practice document during 2000~2022

图 2. 2000~2022 年物理跨学科实践发文作者合作图谱

现主要分析有合作关系的作者,并根据他们各自的研究内容分为3个区域:区域(1)中的作者研究领域集中于在教学中开展跨学科实践的案例;区域(2)中的作者主要研究的是物理跨学科实践的内涵以及实施策略、方法等理论方面的内容,这一区域占比最大;区域(3)中的作者紧跟教育形势,围绕STEM、STEAM、课程标准、核心素养等对物理教学进行探讨,有助于物理跨学科活动的实施。这是目前对于物理跨学科实践的三个主要研究方向。

为了更进一步获得本研究领域的主要作者,在发文作者合作图谱的基础上通过CiteSpace详细数据显示:发文量大于等于2篇的作者共有16位,这些作者中最大的发文量只有4篇,且只有前4位发文量大于等于3篇。

现对发文量大于等于3篇的作者再进一步细化分析形成表1。可以发现,他们首次发文时间都在2022年,且发文量都为4篇的汤金波和李春密均为通讯作者。有代表性的是李春密、张霄的《〈义务教育物理课程标准(2022版)〉的变化分析》,这篇文章主要是在对比《义务教育物理课程标准(2011年版)》的基础上,对课程性质、课程理念、课程目标、课程内容、学业质量、课程实施这几方面对相关变化进行了分析[3]。于海波与陈宗成两者合作所发的三篇文章是《22版物理新课标》研讨系列文献,前两篇以对话的形式来解说物理跨学科实践,最后一篇以沪科版“弹力与弹簧测力计”这一内容来论证物理跨学科实践的活动框架、设计原则及评价效度[4]。这可以看出《22版物理新课标》的颁布对跨学科实践这方面的研究起着重要的推动作用。

Table 1. The refine table of authors with more than 3 articles

表 1. 发文量 ≥ 3 作者细化表格

发文量	作者	作者类型	首次发文时间
4	汤金波	通讯作者	2022
4	李春密	通讯作者	2022
3	于海波		2022
3	陈宗成	两者合作	2022

发文科研机构是指发文作者所在的机构。物理学科跨学科实践的研究主体为高校学者,中学一线教师对于这方面的研究还比较少,并且各学者之间的合作集中于同事、师生以及同一学科教师,很少出现跨层次跨学科合作。

3.3. 物理跨学科实践研究热点分析

关键词是文章内容的凝练,分析出现频数、中心度较高的关键词能进一步反映关于物理跨学科实践的研究热点领域。对所研究文献的关键词进行共现,并在此基础上使用CiteSpace导出频数排名前15的关键词,得到表2。首先分析出现频数较高的关键词,可得“核心素养、物理教学、学科教学、学科融合”是物理跨学科实践研究的主要内容;其次分析中心度大于0.1的关键词,可得与物理跨学科实践联系较强的关键词有“化学知识、呼吸作用、学科教学”等。这表明在对物理进行跨学科实践教学时,主要是围绕化学、生物(呼吸作用)这两门学科来开展的。

多个紧密相关的词可利用CiteSpace中的聚类功能形成聚类分布(图3),图中带#数字为聚类名称,底色相同的地方表示同一聚类。一般认为聚类模块值 $Q > 0.3$ 时聚类结构显著,聚类的平均轮廓值 $S > 0.5$ 时聚类就是合理的, $S > 0.7$ 时聚类是令人信服的。本聚类图谱中,聚类模块值 $Q = 0.8163$,聚类平均轮廓值 $S = 0.943$,因此,本聚类图谱是可靠的。

剔除与本次研究检索词(跨学科、物理)相关的内容后进行聚类分析,可得:频次较高的聚类依次为“学科教学、核心素养、化学知识、呼吸作用、中学化学教育”等。表明这些内容在某段时间内得到较多关

Table 2. Table of high-frequency keywords appearing
表 2. 高频关键词表格

频数	中心度	年份	关键词
58	0.53	2003	跨学科
20	0.06	2018	核心素养
15	0.06	2017	初中物理
10	0.08	2003	高中物理
9	0.07	2000	物理教学
9	0.14	2000	学科教学
8	0.07	2017	学科融合
6	0	2021	义务教育
6	0.16	2003	化学知识
6	0.01	2015	物理
6	0	2019	课程标准
5	0.05	2002	物理学
5	0.14	2000	呼吸作用
5	0.05	2010	实验教学
5	0.04	2000	综合题

CiteSpace, v. 6.1.R3 (64-bit) Basic
November 9, 2022 at 9:13:53 PM GMT+08:00
CNKI: C:\Users\hp\Desktop\pkxk\data
Timespan: 2000-2022 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=375, E=651 (Density=0.0093)
Largest CC: 240 (64%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None
Modularity Q=0.8163
Weighted Mean Silhouette S=0.943
Harmonic Mean(Q, S)=0.8751

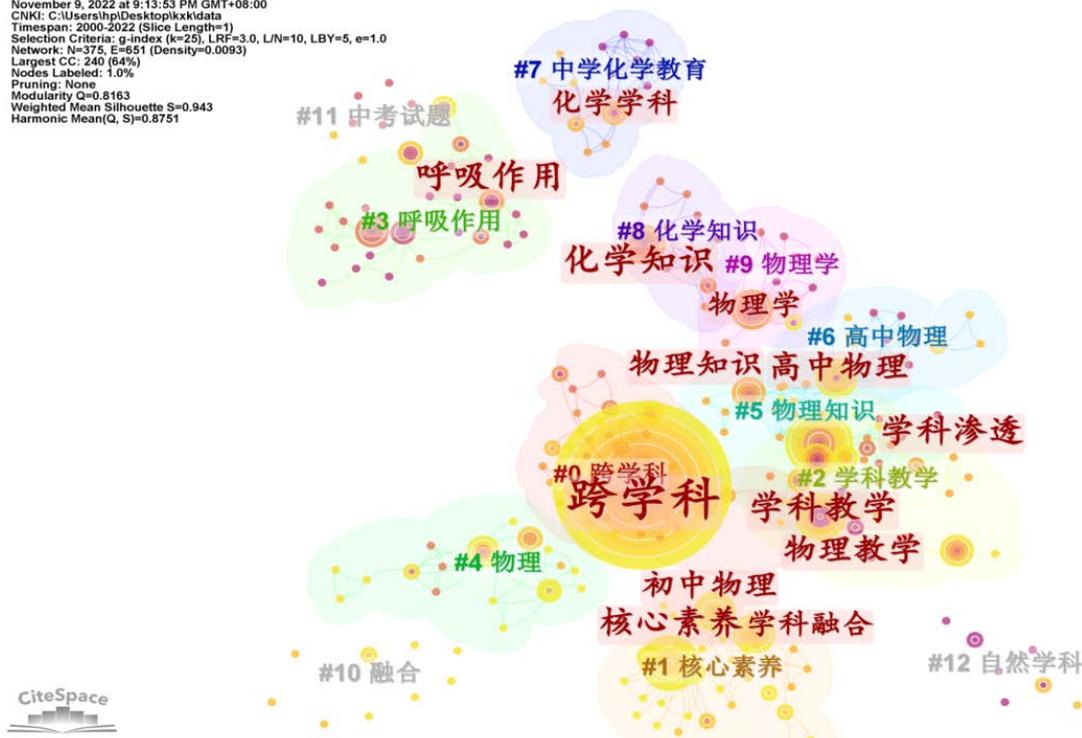


Figure 3. Keyword clustering map of physical interdisciplinary practice from 2000 to 2022
图 3. 2000~2022 年物理跨学科实践关键词聚类图谱

注，是物理跨学科实践研究的重点和热点。近年来，随着我国社会的发展，特别是二十大提出“办好人民满意的教育，全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务”，这就要求基础教育要不断适应社会新的发展和满足教育新的要求。在物理教育方面应表现为：聚焦物理核心素养，注重培养学生的自主性、创造性，逐步落实《22 版物理新课标》。

3.4. 物理跨学科实践研究时间线视图分析

时间线视图能够将单个聚类发展史以及不同聚类之间的关系以时间跨度的形式展现在一张图谱中。图谱中横坐标表示的是文献的发表时间，纵坐标表示的是聚类名称，本研究的时间线视图(图 4)仅展示 8 种聚类。根据时间线视图谱将近 22 年关于物理跨学科实践的研究分为以下三个阶段：

1) 研究初期(2000~2010 年)：关于物理跨学科实践的研究集中在“素质教育、物理教学、学科教学、呼吸作用、学科渗透”等方面。这时比较有代表性的有陈其荣的《诺贝尔自然科学奖与跨学科研究》，以诺贝尔自然科学奖为线索背景，阐释大多成果是其他学科与物理交叉才获得的，对跨学科实践的重要性给予了坚实的肯定[5]；张永兴的《中学物理跨学科渗透教学研究》，以中学物理教学为例，从政治思想教育、思维能力培养、非智力因素、美育因素这四个方面谈论跨学科渗透教学[6]。这一时期的研究主要以理论研究为主。

2) 研究中期(2011~2016 年)：在这一时期，对于物理跨学科实践的研究没有出现明显的研究热点，但也有一定的研究成果。从时间线视图谱来看，出现了“学科合作、学习交叉、相互渗透”等关键词，呈现出缓慢发展的状态。这一时期比较有代表性的有王兴敏《高中地理与物理进行跨学科整合教学研究——以人教版必修一为例》，用文本分析法将人教版必修一地理教材与初高中物理教材中可进行跨学科实践的知识点进行梳理整合，并以具体的案例加以分析，给出一些相应的教学策略[7]，表明这一时期已经开始出现较为具体的与物理学科展开跨学科实践的研究。

3) 研究前沿(2017 年至今)：《普通高中物理课程标准(2017 年版)》和《义务教育物理课程标准(2022

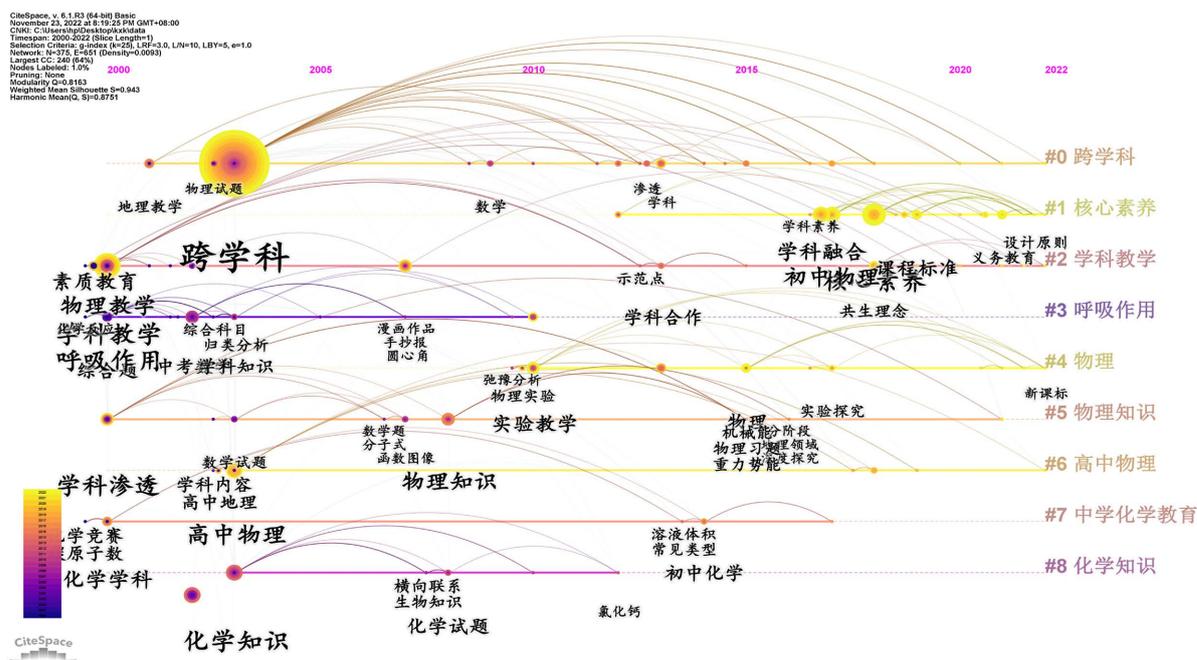


Figure 4. Timeline view of physics interdisciplinary practice in 2000~2022

图 4. 2000~2022 年物理跨学科实践时间线视图

年版)》贯穿物理跨学科实践的第三阶段,这一阶段也迎来了“核心素养、学科融合、课程标准、新课标”等新的研究热点。这一时期比较有代表性的是谷业龙的《学科融合教学与跨学科联合教研的探索与尝试——基于核心素养导向的校本课程设计》,他在保定市第一中学致力于双科融合教学,开展了物理与英语、物理与化学融合教学校本课程,在教师教研和学生在学习方面都取得了不错的效果[8];潘书朋、汤金波的《基于课程标准的跨学科主题学习设计与评价研究——以物理、生物跨学科实践融合创新实验为例》,基于解读《22 版新课程方案》以及 22 版义务教育物理、生物、科学等学科课程标准的基础上,尝试在物理生物方面用具体的教学案例进行跨学科主题设计[9]。现阶段对于物理跨学科实践的研究,学界在理论和实践方面都不断有新的成果出现。

4. 研究述评

通过对上述几个方面的研究,可以看出我国的物理跨学科具有以下特点:

1) 物理跨学科实践属于新兴研究热点,需要多角度深层次地展开:我国前期对物理跨学科理论与实践的研究成果集中于“素质教育、物理教学、学科渗透、学习合作”等方面,仅停留在认识物理跨学科这个浅层表面。近期随着《22 版新课程方案》的修订,特别是《22 版物理新课标》的颁布,将这一研究内容推向热点。鉴于前期的研究处于起步阶段,目前对物理跨学科实践的研究还处于由表层向内部挖掘阶段,缺乏一定的研究深度。不论是高校学者还是中学一线教师,仍可以在借鉴前人研究的基础上,多角度深层次地来发表自己对物理跨学科的不同观点。

2) 物理跨学科实践以理论研究为主,需要更多的实践研究:物理跨学科实践的研究群体中,大部分集中于高校学者,他们对物理跨学科的研究更多是在理论上发表自己的观点,给出的相应实例、建议等多数未经过实践来证明其可行性。对本研究课题有更多实践空间的一线教师,需要进一步加强对物理跨学科实践的研究,一方面是为了更好落实《22 版物理新课标》,另一方面能够有效解决随着时代不断发展而附带的一些不符合时代潮流的问题,为全面落实立德树人的目标,发展素质教育,提高基础教育质量奠定基础。

3) 物理跨学科实践集中于理科学科,需要更多的文理学科跨越:不论是从关键词聚类图谱还是在时间线视图谱,都可以发现:关于物理跨学科实践已有的研究成果中,涉及到的科目主要为生物、化学这类理科学科,基本不涉及地理、历史、体育与健康这类人文学科。然而在新一轮修订的地理、历史、体育与健康这三门学科的课标中,均提出了跨学科主题学习的内容与活动要求。换句话说,跨学科实践不仅需要涉及这几门理科学科,而且还需要扩大到地理、历史、体育与健康这类人文学科,仅涉及理科学科的跨学科是不完整的,需要更多的文理学科跨越。

5. 实施建议

相较前面已经出台的几个义务教育物理课标,《22 版物理新课标》最大的不同是将跨学科实践作为一个独立的一级主题,这也从侧面反映出国家对物理跨学科实践的重视。结合《22 版物理新课标》以及前面的可视化分析,对中学物理实际教学提出了以下几点建议:

1) 将跨学科实践有效融合到物理课程内容:跨学科实践虽然作为一级主题写入《22 版物理新课标》中,也有属于自己的二级主题(物理学与日常生活、物理学与工程实践、物理学与社会发展)[10],但它并没有属于自己的独立教学内容。教师在教学中把前面四个主题的相关内容跨学科的三个二级主题有效融合,就是在进行跨学科实践,这和以往教师认为跨学科必须涉及到其他学科的观点是不同的。

例如,教师在讲授“摩擦力”这一内容时,在学生掌握了摩擦力的内涵和外延的情况下,再通过某个与日常生活、工程实践或社会发展有关的问题进一步加深学生对摩擦力的理解,即使整个过程中没有

涉及到其他学科的知识,但仍可以说这节课进行了跨学科实践。也就是说,跨学科必须涉及到其他学科的知识是从字面上对跨学科的解读,窄化了物理跨学科实践的内涵。

2) 在解决实际问题中实施物理跨学科实践:社会生活中实际存在的问题具有复杂性,它原本就与许多因素关联在一起,解决实际问题必然会涉及多方面的知识,因此实际问题可以作为跨学科实践的重要依托。在这个过程中,能够培养学生综合运用知识分析、解决问题的能力以及一定的动手操作能力。

例如,在讲授“液体压强”这一内容时,增加学生课后自制“探究液体压强与哪些因素有关”学具这个实践活动。在这组活动中,要求学生运用已有的知识去解决整个过程中可能遇到的问题,这些问题通常与日常生活有关,并且在学具制作中还会涉及到工艺技术、美观设计等知识。活动结束后学生深化了对液体压强的认识,能够灵活运用知识分析、解决问题,还获得了一定的工艺能力。另外,还需要注意到:并不是所有的知识点都需要进行跨学科实践,教师需要有跨学科的意识且能在合适的知识点开展跨学科实践活动。

3) 以学科知识融合方式开展跨学科实践:作为中学物理一线教师,应清楚认识到跨学科实践不仅要求物理拿出 10% 的课时开展,其他课程均提出了相关要求。在跨学科实践中,知识的相互融合会进一步帮助学生掌握知识、应用知识,提升学生建构知识、问题解决等能力。

以人教版高中地理必修一第三章第一节《水循环》与人教版初中物理第三章《物态变化》为例开展跨学科实践:在地理《水循环》这一内容中,“海陆间循环、海上内循环、陆地内循环”这些属于地理知识,而这些循环中却又涉及物理《物态变化》——水的气化和液化这一内容,这里就出现了两学科的交叉知识点。若两学科教师在各自教学中将交叉知识点以跨学科的意识教给学生,那学生的学习将会实现“1+1>2”的效果。另外,在开展跨学科实践时,教师要坚持学科立场,不要在跨学科实践教学中偏离本学科教学,跨学科教学更多强调基于本学科的学习。例如,对物理学科而言,以物理学科为起点跨到其他学科,但最终还要回到物理学科的学习,终点还是物理学科。

4) 高校学者与中学一线教师加强交流与合作:与中学一线教师不同,高校学者除了教学,更重要的任务在于开展科学研究,而科学研究正是中学一线教师的薄弱之处。为了使物理跨学科实践能够真正得到落实,中学一线教师须依靠高校学者较强的科研能力来克服自己的不足之处,而高校学者须依靠中学一线教师的实践空间来验证自己理论的可行性,这其实是一个互利共赢的过程。换句话说,中学一线教师为高校学者提供了实践的空间,高校学者为中学一线教师提供了跨学科实践的理论支持。同时,这种合作还不应受到区域、学科限制,应在各区域、各学科开展有效联动合作,为跨学科落地发芽提供最优环境。

6. 结束语

本文利用 CiteSpace 对近 22 年来物理跨学科实践的相关文献进行可视化分析,对已有的研究成果有了较全面的了解。关于物理跨学科实践的研究,目前理论研究成果较多,相关的实践性有待进一步加强,未来学者需要理论实践两手抓,开展跨层次多学科的合作研究。总体来说,物理跨学科实践这一内容得到越来越多学者的关注,在未来一段时间里对该领域的研究还会持续,也希望相关研究者可以在借鉴前人研究的基础上,从不同的角度为物理跨学科实践奉献自己的一份力量。

参考文献

- [1] 王艳华. 跨学科理论及其发展综述[J]. 科技创新导报, 2009(33): 222-223.
- [2] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 11-12.
- [3] 李春密, 张霄. 《义务教育物理课程标准(2022 年版)》的变化分析[J]. 物理教师, 2022, 43(6): 35-44.

- [4] 陈宗成, 于海波. 物理跨学科实践的活动框架、设计原则及评价效度——《义务教育物理课程标准(2022年版)》研讨系列三[J]. 福建教育, 2022(32): 20-24.
- [5] 陈其荣. 诺贝尔自然科学奖与跨学科研究[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2009, 16(5): 48-62.
- [6] 张永兴. 中学物理跨学科渗透教学研究[J]. 教学与管理, 2000(10): 62-63.
- [7] 王兴敏. 高中地理与物理进行跨学科整合教学研究——以人教版必修一为例[J]. 地理学, 2015(11): 23-28.
- [8] 谷业龙. 学科融合教学与跨学科联合教研的探索与尝试——基于核心素养导向的校本课程设计[J]. 物理通报, 2019(5): 6-8.
- [9] 潘书朋, 汤金波. 基于课程标准的跨学科主题学习设计与评价研究——以物理、生物跨学科实践融合创新实验为例[J]. 福建基础教育研究, 2022(7): 106-110.
- [10] 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: 33-34.