

素养时代基于问题的学习应该怎么做？



——基于文献计量学的国际经验研究

肖月 郑永和 王晶莹

(北京师范大学 教育学部, 北京 100875)

摘要: 以 Web of Science 数据库中 452 篇基于问题的学习的论文为研究对象, 通过知识图谱的方式, 研究梳理了基于问题的学习的发文量、关键词词频, 以关键词共现网络所呈现出的研究热点和前沿趋势为参照, 发现该领域以学生、教师、学习环境三个方面为研究重点, 涵盖了学生高阶思维能力培养、教师角色定位、问题情境化等多方面内容。

关键词: 核心素养; 基于问题的学习; 学习环境; 高阶思维

中图分类号: G4 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-0069 (2020) 06-0015-07

国际学生评价项目 (The Programme for International Student Assessment, PISA) 最早始于 2000 年, 阅读、数学和科学是其必测科目。PISA 每三年一次更迭、新增利于全球教育创新的测评子项目。如 2015 年新增了考查学生的协作问题解决能力的子项目。协作问题解决能力, 即个体有效地参与由两名或两名以上成员组成的团队, 通过共享理解、达成共识, 寻求解决方案, 汇集组内知识、技能和行动以解决问题的能力^[1]。基于问题的学习 (Problem-Based Learning, PBL) 符合素养时代培养学生协作问题解决能力的教学方法。本文将对 Web of Science 数据库教育领域的 PBL 文章进行文献计量学分析, 在充分了解国际 PBL 教学领域研究热点和趋势的基础上, 基于我国核心素养课程需求, 论述 PBL 对教与学的影响, 进一步探索该教学方法的运用方案和有效实施策略。

一、研究背景和理论阐释

新一轮基于核心素养的教学改革中, 理科课程将问题式教学理念融入课标中并鼓励教师积极探索实践探究的教学方式, 其研究背景具有时代性。

(一) PBL 的研究背景和发展

PBL 是用来获取特定领域知识的方法^[2], 早期的苏格拉底的谈话法、杜威的问题教学法、布鲁纳的发现学习法都体现了通过问题学习的思想, 但其真正成为独立的方法是在 20 世纪 60 年代后期, 美国霍华德 (Howard) 在加拿大麦克马斯特大学医学院率先开发出 PBL。20 世纪 80 年代, 美国陆续出台系列报告呼吁培养探索型和发现型人才, 在报告的推动下探究式学习模式蓬勃兴起, PBL 便是其中之一。我国学者在 21 世纪初开始关注 PBL 理论并将其融入教育实践中, 经过 20 多年的发展, 已应用到多个领域中。

收稿日期: 2020-04-24

基金项目: 中国科学技术协会科学技术普及部项目“新时代基层科普转型升级策略研究” (2020qmkxsx-11)

作者简介: 肖月 (1998—), 女, 安徽六安人, 北京师范大学硕士研究生, 研究方向为科学教育; 郑永和 (1964—), 男, 辽宁丹东人, 北京师范大学教授, 研究方向为科学教育; 王晶莹 (1980—), 女, 山东蓬莱人, 北京师范大学教授, 研究方向为科学教育, 本文通讯作者。

梅洛-希尔弗 (Hmelo-Silver) 在 PBL 研究中提出了一个典型的教学过程 (如图 1)。在这个过程中, 教师首先给学生提供了一个问题情境, 然后学生通过识别情境中相应的事实性因素来分析并界定问题。学生抽丝剥茧理解实际需要解决的问题后, 会根据先验知识做出可能的假设, 但是此时的假设并不能很好地解决问题, 于是学生识别出已有知识与解决问题所需知识间的差距。接着, 学生会运用新学习的知识来解决问题, 重新审视最初的假设以找出最合适的解决方案, 问题解决后则开始反思整个学习过程中的收获。教师在整个过程中会帮助学生认知技巧。

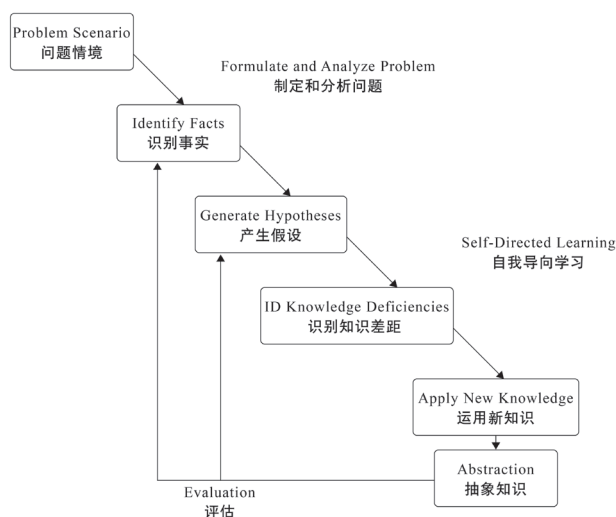


图 1 PBL 的教学过程

(二) PBL 的理论辨析

PBL 是基于建构主义的教学方法。PBL 的课堂以学生为中心, 将学生直接置于真实情境中以发展学生的问题解决能力。学生需要定义问题、做出假设、查找资料、寻找问题的解决办法, 在整个过程中学习的目标是明确的, 学习是自发产生的。在 PBL 发展的过程中存在 PBL 教学是否有效的争议。基希纳 (Krischner) 等人通过总结以往使用最低指导方法的实证研究发现, 最低指导的教学方式没有直接指导效果好, 主要原因在于最低指导违反了人类认知结构^[3], 即忽视了人类的工作记忆和长期记忆或者二者之间的复杂关系。施密特 (Schmidt) 则在另一篇文章中辩驳道, PBL 属于非指导教学但是绝不等于最低指导教学。相反, PBL 允许有弹性的指导, 这种指导方式比完全指导教学更符合人

类的认知结构, 也可以很好地管理认知负荷^[4]。

基于问题的学习、基于项目的学习和案例学习这三种教学方法均是基于建构主义且依赖于教师的帮助, 但它们在起源、问题、流程、结果和目的上都存在着差别。就问题的选择而言, 基于问题的学习采用现实的非良构问题, 在问题背景下, 它的流程是做假设、收集证据、小组讨论、分享反思, 最后产生关于如何解决这个问题的策略方案。基于项目的学习选择的是驱动问题, 这个问题贯穿了整个项目, 有利于引导学生发生科学询问, 学生先预测再观察, 最后对科学问题提出解释, 其结果是创建可见的产品。基于案例的学习最早起源于 1870 年哈佛法学院, 目的在于培养学生案例分析和决策能力, 案例中蕴含着问题, 学生需要对案例进行判断、分析和交流, 最后由教师进行总结。案例学习的结果是产生关于案例的分析报告。三者都重视合作学习, 并已经广泛运用于课堂教学中, 而且都被证明是有效的学习方法。

二、PBL 的国际研究经验：演进与热点

本部分以 Web of Science 数据库核心期刊作为文献检索来源, 于 2019 年 11 月 16 日以 “problem based learning” 为主题词进行精确检索, 学科范围限制为教育与教育研究、学科教育和特殊教育, 文献类型为文章, 语种为英语, 共获得论文 452 篇。

(一) 研究演进与核心问题

本研究先统计 1985—2019 年的发文情况并绘制折线图, 使用可视化工具 CiteSpace 对论文关键词进行共现分析以了解论文主题, 接着使用聚类功能以了解各研究类别的状况。PBL 研究整体呈上升趋势, 2015 年以来是发展的高潮期。(如图 2)

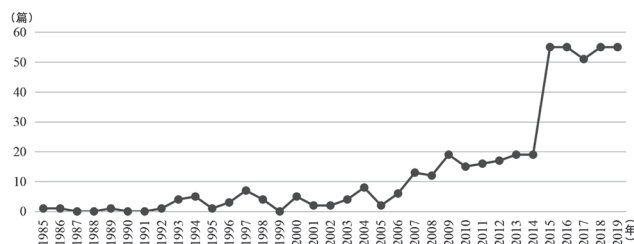


图 2 PBL 研究的时间分布

表 1 为 PBL 研究领域关键词统计, 统计中剔

除了无实意且重复的词语。学生 (student)、成就 (achievement)、课程 (curriculum)、表现 (performance)、环境 (environment)、指导 (instruction) 等关键词的中心性超过了 0.1, 表明这几个词为 PBL 研究中的关键点。

表 1 PBL 研究领域的关键词统计

序号	关键词	频次	中心性	序号	关键词	频次	中心性
1	education	67	0.07	9	environment	20	0.16
2	student	65	0.1	10	science	19	0.07
3	meta analysis	26	0.09	11	perception	18	0.08
4	achievement	25	0.11	12	medical education	17	0.02
5	curriculum	25	0.11	13	higher education	17	0.06
6	knowledge	24	0.09	14	attitude	16	0.07
7	performance	23	0.2	15	school	16	0.07
8	motivation	21	0.04	16	instruction	16	0.12

(二) PBL 的国际研究热点

利用 Citaspace 形成聚类视图并提取论文中的关键词为各个类别命名, 共形成了 9 个聚类标签, 本研究讨论前 8 个内涵清晰的标签。聚类 0 是知识 (knowledge), 聚类 1 是学生感知 (student perceptive), 聚类 2 是动机 (motivation), 聚类 3 是脚手架 (scaffolding), 聚类 4 是学业成绩 (academic achievement), 聚类 5 是积极的学习 (active learning), 聚类 6 是课程设计 (curriculum design), 聚类 7 是学术文化 (academic culture)。这 8 个聚类主要涉及学生学习、教师的教学设计与指导、教学过程中的技术运用三个方面, 在一定程度上代表了当前的研究前沿, 既注重教师的教也注重学生的学, 以及利用技术提高学生的感知。

三、以学生能力为中心的 PBL 学习研究进展

PBL 教学过程的特点在于将知识隐藏于情境中以激发学生的学习动机, 在解决问题过程中培养高阶思维能力。学生在这个过程中学习到的知识是非惰性的, 有利于知识的访问和提取。本部分从学生角度出发, 从自我导向性学习、高阶思维能力和知识的理解与记忆三个方面阐述 PBL 对这些方面是否有影响以及是如何影响的。

(一) 学生体验到知识间的差距有利于引发自我导向性学习

自我导向性学习被认为是 PBL 的关键要素, 会帮助学生成为一个更加独立的学习者。学生在学习中遇到不懂或与先前认知迥然不同的知识时, 会意识到自己拥有的知识和想要知道的知识间的差距。知识差距的体验会促使学生发生信息搜索的行为^[5], 此时即发生了自我导向性学习。研究表明, 相较于传统课堂, PBL 课堂中的学生会到图书馆借更多的书^[6], 这一过程有利于帮助学生发展管理自我学习的能力, 且能力会随着年級的上升而有所发展^[7]。赫克 (Hurk) 等人的研究发现, 学生在第一年的学习中严格地针对问题开展学习, 但在之后的几年里, 会更多地依据学习兴趣学习。那些倾向于拓展问题边界在学习上花费更多时间的学生在学习过程中会表现得更好^[8]。

(二) 学生的自主反思和同伴交流有助于发展高阶思维能力

高阶思维能力的培养已成为国际学术界普遍关注的问题, 其以高阶思维为核心, 可分为四大方面: 问题求解、决策制定、批判性思维、创造性思维^[9]。实现培养高阶思维能力人才的有效方法是将高阶思维训练融入教学活动之中。PBL 课堂提供了培养学生高阶思维能力的路径。鲁希马特 (Ruhimat) 等人发现, 在地理课堂中运用 PBL, 学生会独立地收集解决问题的信息, 重新考虑问题, 修正对问题的推理过程^[10], 还会对其他学生准备的解决方案提出疑问和批评^[11], 如此可以帮助学生提高推理和批判的能力, 最终通过学生的自主反思和同伴沟通训练学生决策制定的能力, 从而使学生对问题和解决问题过程进行科学的思考。

(三) 学生的知识阐述与自主学习能促进对知识的理解与记忆

PBL 教学相较于传统教学有助于学生对知识的理解和记忆, 原因有两方面: 一是小组合作激活了先验知识, 促进了知识阐述, 从而对知识形成了更长久的记忆; 二是学生自主学习加深了对知识的理解。PBL 教学过程涉及问题讨论, 小组成员对于问题的讨论有助于学生先验知识的激活, 学生可将新信息更好地整合到问题的解释模型中^[12]。布兰肯施泰因 (Blankenstein)

等人在研究中设计了一组对比实验,研究个体在小组中的知识阐述对其学习的影响,发现小组内的阐述不仅会促进文本学习,而且也可以增强知识的长期记忆^[13]。还有研究将PBL应用于高中物理课堂中发现学生的物理成绩得到显著提高^[14],这表明PBL在促进知识的理解和记忆的基础上,还可以提高学生的学业成绩。但是也有部分研究者认为PBL的目标应该是让学生基于现有知识的运用来增强自身高阶问题解决能力和思考策略^[15]。总体而言,PBL对学生的内容性知识学习和高阶思维能力培养都会有影响,其作为课堂教学策略,培养能力的侧重点会随着教师制定的学习目标而有所变化。

四、教师角度的PBL教学研究进展

PBL的教学过程中贯穿了教师的指导,那么在PBL中教师到底扮演的是什么角色?如何才能有效地促进教学?教学过程中教师的哪些因素会影响到教学效果?为了深入了解以上问题,下文将从教师的角度出发,从教师角色、社会一致性和认知一致性三个方面明晰PBL中教师的职责以及PBL对教师的要求。

(一) 教师作为认知教练设置问题情境和脚手架

PBL中教师起到了认知教练的作用。教师提供问题后并不直接给学生提供知识性内容,而是让学生自主学习,在学生在学习过程中监控学习质量,必要的时候提供干预和指导^[16]。教师在实施PBL教学的过程中最开始应该注意的是问题的选择,因为问题的质量不仅会影响学生小组讨论的质量,还会影响学生自我学习的时间和对于特定学科问题的兴趣^[17]。而且处于不同年级和学科下的学生对于复杂问题的接受度也存在差异,那么教师在选择问题时也要有所区分。当面对小学中段及以下的学生时,考虑到学生认知水平较低,识别问题关键特征、明确界定问题、有效解决问题能力有限,建议教师选择结构化的问题并辅以询问式的指导,这有利于促进学生的概念转变,培养其科学探究精神和科学询问能力^[18]。小学中段以上的学生在经过几年的学习后已经初步具备解决生活中简单问题的能力,教师设计问题时可以选择结构不良的问题,在学生的认知能力和

推理能力方面提供更高程度的训练^{[19][20]}。学生学习中教师还可以设计脚手架来增强学生的高阶思维能力^[21],使用视觉化的工具帮助学生在解决过程中识别什么该被考虑,使用策略性脚手架帮助学生识别、发现、评估问题解决过程中的信息,使用动机性脚手架增强学生的兴趣和自信。

(二) 教师的社会一致性有助于塑造良好的师生关系

教师的社会一致性是指一种能和学生进行非正式和共情交流,从而创造一个开放交流思想的学习环境的能力^[22]。大量研究表明,学生期望与教师形成良好的师生关系,教师营造可以平等对话的氛围、尊重学生意见、理解学生感受和适当分享社会经验都是PBL教学过程中学生较为重视的方面,且教师的社会一致性对学生的学习结果有显著正向影响。帕潘查克(Papinczak)调查了学生和导师对于理想型PBL教师的看法,发现不管是教师还是学生都强调师生关系和发展积极的师生关系的重要性^[23]。卡萨布(Kassab)等人在研究中发现,尽管学生重视教师的专业知识和对于学生的提升能力,但除此之外,学生还关注导师与学生是否能建立起良好的关系,例如尊重学生的意见、理解学生的感受^[24]。陈(Chen)等人在PBL学习阶段结束后对学生进行概念回忆测试,发现教师的社会一致性对学生的学习过程以及最终的学习结果有着显著的影响^[25]。

(三) 教师的认知一致性可以帮助教师深入理解学生的学习程度和学习挑战

教师的认知一致性是指教师以学生的语言表达自己,使用学生使用的概念,并以一种学生可以轻易掌握的方式解释事情的能力^[26]。认知一致性是康沃尔(Cornwall)在解释为什么同伴导师在帮助学生掌握概念方面要优于教师时创造出来的。他认为同伴导师可能与学生有着相似的认知模式或知识基础,这种认知一致性使同伴导师可以使用学生理解的话语进行交流并以一种学生更容易掌握的方式解释概念。对同伴导师的研究表明,同伴导师通常自然地与学生在认知上保持一致,因为同伴导师可以更好地把握学生在解决相关问题中面临的学习挑战^[27]。施密特(Schmidt)和穆斯塔

(Moust) 的研究表明社会一致性和专业知识都会影响到认知一致性, 而认知一致性会影响教师辅导学生的效果, 也会通过增加学生的自学时间间接影响到学业成绩。因此, 有效的指导需要教师既拥有学科内容知识, 又可以在个人层面与学生形成良好的互动, 还能使用学生容易理解的语言进行讲解和交流。

五、PBL 学习环境研究进展

教育信息化的发展对学习环境提出了更高的要求, 学习环境由最初的自然学习环境迈入了智慧学习环境。在智慧学习环境背景下, 如何将技术更好地融入 PBL 中为教师和学生提供支持和服务是本部分的重点内容。

(一) 问题情境化对促进小组合作和提升感知有正向作用

智慧学习环境的研究和实践使得在 PBL 融入新兴技术成为必然。阿卜杜拉 (Abdullah) 等人研究将问题以虚拟的形式呈现是否有助于增强学生的自我管理学习和小组合作技能, 结果表明通过 VR 环境呈现出的问题情境对学生的小组合作技能有明显的提升作用, 有利于学生维持高的自我管理水平和^[28]。菲丹 (Fidan) 和通杰尔 (Tuncel) 设计了准实验研究在物理教育中 AR 对学生学习成就和态度的影响, 结果表明 AR 技术增加了学生的学习成就, 并激发了学生对物理学习的兴趣^[29]。因为学生在学习物理中的力、移动、压力等是比较有挑战的, AR 通过将虚拟的元素动态地放置在物理的环境中, 有利于提升学生的感官感知^[30], 故而未来可以将此项技术更多地应用到 PBL 情境中以促进学生发生有效学习。

(二) 基于计算机的脚手架从多方面提供学习支持

由于不同的背景知识、学习技能和动机水平, 学生刚开始参加 PBL 学习会产生困难。此时, 脚手架可以使 PBL 的任务变得易于管理和操作, 基于计算机的脚手架已经广泛应用于教学过程中且对学生的认知结果产生了积极的影响。基于计算机的脚手架提供的可视化、问题提示、概念地图等功能可为学生解决复杂问题提供帮助。此外, 基于计算机的脚手架还可以提高学生的动机和兴趣^[31]。贝兰 (Belland) 用元分析方法判断

计算机支架在 PBL 情境中对 STEM 教育的影响, 结果表明, 计算机脚手架可以帮助学生在以问题为中心的指导中高效学习^[32]。基姆 (Kim) 等人用贝叶斯元分析方法发现在 PBL 背景下将计算机作为学习支架放在 STEM 教育中使用是一个高效的学习方法, 可以提高学生的高阶思维能力和学习表现, 并认为越是简单直接的支架越适合 PBL 教学, 比如专家模型和暗示^[33], 因为脚手架最开始是帮助学生提高学习的参与度并成功完成他们能力之外的任务, 如果以一种复杂且困难的方式出现, 脚手架可能会成为阻碍。

六、研究总结和展望

本文基于全球 PBL 研究的文献计量学研究, 进一步从学生的学、教师的教、教与学互动的学习环境三个层面探讨 PBL 的运用过程, 明确了 PBL 的最终目的在于提高学生对知识的掌握和协作问题解决能力的提升上。PBL 学习中, 学生经历了问题情境、结果假设、收集证据、小组讨论、分享反思等系列过程, 教师则是课堂整体进度和效果的把控者, 在问题选择、脚手架设计、学习情境呈现、学科知识讲授等方面均需慎重考量。学习环境对于教师的教和学生的学起到连接和推动的作用, 多项研究证明 VR、AR 在教学中可以有效地发挥作用, 同时各种计算机技术的运用也有助于学生认知与非认知技能的提升。综观国际上该领域的研究, 还存在技术运用策略、教学效果的监控与测评等方面的局限。基于此, 本研究提出以下建议。

(一) 评估方式立体化

查阅文献的过程中发现大多数关于 PBL 的研究都采用准实验研究和前测、后测的实验设计方案。很多研究在评估学生 PBL 教学效果时主要评估学生准确记忆概念性和事实性知识的能力, 很少有研究将问题解决能力和知识转化能力考虑进评估中。PBL 不仅能提高学生学习内容性知识的能力, 还能提高学生学习动机和态度、决策制定能力、问题解决能力、批判性思维能力和自我导向性学习能力等能力。如果评估方式和 PBL 培养导向之间出现了不一致的情况, 那么 PBL 便不能充分发挥它的特色, 也得不到更广泛的应用。因此, 在评估方面可以探索多维度、立体化和精准的 PBL 教学效

果的评估,还可采纳技术手段辅助评估。

(二) PBL 实施的长效性

PBL 不仅可以应用到理工科教育领域,还可以应用到语言学习中。实验证明,PBL 在语言学习中可以增强学生的交流技巧,特别是说和写的能力。那么 PBL 在其他学科和学段中是否能取得很好的教学效果、如何才能取得更好的学习效果还需要研究者做进一步长期的探索和验证。此外,尽管 PBL 对于学生的问题解决、概念理解和跨学科知识转换等能力有促进作用,

然而很多刚接触 PBL 的学习者在学习的过程中仍然存在困难,这些困难在他们仅参与一次 PBL 活动过程中不会得到很大的改善。因此,一方面研究者在做 PBL 研究中需要使用策略性的方法让学生熟悉 PBL 流程和模式,另一方面教学工作者在日常教学过程中可多结合 PBL 教学方法,而且基于问题的学习持续的时间越长,对于学生产生的影响越大,越有利于学生核心素养的培育。S

参考文献

- [1]OECD.The PISA2015 Draft Collaborative Problem Solving Framework[EB/OL].(2020-02-08)[2020-03-12].<http://www.oecd.org/pisa>.
- [2][17][26]SCHMIDT H G,ROTGANS J I,YEW E.The Process of Problem-based Learning:What Works and Why[J].Medical Education (S0308-0110),2011,45(8):792-806.
- [3]KIRSCHNER P A,SWELLER J,CLARK R E,Why Minimal Guidance during Instruction Does Not Work:An Analysis of the Failure of Constructivist,Discovery,Problem-based,Experiential, and Inquiry-based Teaching[J].Educational Psychologist(S0046-1520),2006,41(2):75-86.
- [4]SCHMIDT H G,LOYENS S M M,GOG T V,et al.Problem-based Learning is Compatible with Human Cognitive Architecture:Commentary on Kirschner,Sweller,and Clark[J].Educational Psychologist(S0046-1520),2007,42(2):91-97.
- [5]LITMAN J.Curiosity and the Pleasures of Learning:Wanting and Liking New Information[J].Cognition Emotion(S0269-9931),2005,19(6):793-814.
- [6]RANKIN J A.Problem-based Medical Education:Effect on Library Use[J].Bulletin of the Medical Library Association(S0025-7338),1992,80(1):36-43.
- [7]DOLMANS D H J M,SCHMIDT H G,GIJSELAERS W H.The Relationship between Student-generated Learning Issues and Self-study in Problem-based Learning[J].Instructional Science(S0020-4277),1994,22(4):251-267.
- [8]HURK M M V D,WOLFHAGEN I H,DOLMANS D H,et al.The Impact of Student-generated Learning Issues on Individual Study Time and Academic Achievement[J].Medical Education(S0308-0110),1999,33(11):808-814.
- [9]钟志贤.教学设计的宗旨:促进学习者高阶能力发展[J].电化教育研究,2004(11):13-19.
- [10]WALKER A,LEARY H.A Problem Based Learning Meta Analysis:Differences Across Problem Types,Implementation Types,Disciplines,and Assessment Levels[J].The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning(S1541-5015),2009,3(1):12-43.
- [11]RUHIMAT M,NINGRUM E,WIJAYANTO B.The Implementation of Problem Based Learning toward Students' Reasoning Ability and Geography Learning Motivation[J].IOP Conference Series: Earth and Environmental Science(S1755-1307),2018,145:75-83.
- [12]SCHMIDT H G,DE VOLDER M L,DE GRAVE W S,et al.Explanatory Models in the Processing of Science Text:The Role of Prior Knowledge Activation through Small-group Discussion[J].Journal of Educational Psychology(S0022-0663),1989(81):610-619.
- [13]BLANKENSTEIN F M V,DOLMANS D H J M,VLEUTEN C P M V D,et al.Which Cognitive Processes Support Learning during Small-group Discussion? The Role of Providing Explanations and Listening to Others[J].Instructional Science(S0020-4277),2011,39(2):189-204.
- [14]FOLASHADE A,AKINBOBOLA A O.Constructivist Problem Based Learning Technique and the Academic Achievement of Physics Students with Low Ability Level in Nigerian Secondary Schools[J].Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education(S1306-3049),2009,1(1):45-51.
- [15]SAVERY J R.Overview of Problem-based Learning:Definitions and Distinctions[J].Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning (S1541-5015),2006,1(1):5-15.
- [16]MAYO W P,DONNELLY M B,SCHWARTZ R W.Characteristics of the Ideal Problem-based Learning Tutor in Clinical Medicine[J].Evaluation & the Health Professions(S0163-2787),1995,18(2):124-136.
- [17]LEUCHTER M,SAALBACH H,HARDY I.Designing Science Learning in the First Years of Schooling:An Intervention Study with Sequenced Learning Material on the Topic of "Floating and Sinking" [J].International Journal of Science Education(S0950-0693),2014,36(10):1751-1771.
- [18]DRAKE K N,LONG D.Rebecca's in the Dark:A Comparative Study of Problem-based Learning and Direct Instruction/Experiential Learning in Two 4th-grade Classrooms[J].Journal of Elementary Science

- Education(S1090-185X), 2009, 21(1): 1-16.
- [20]WONG K K H, DAY J R. A Comparative Study of Problem-based and Lecture-based Learning in Junior Secondary School Science[J]. Research in Science Education(S0157-244X), 2009, 39(5): 625-642.
- [21]QUINTANA C, ZHANG M, KRAJCIK J. A Framework for Supporting Metacognitive Aspects of Online Inquiry through Software-based Scaffolding[J]. Educational Psychologist(S0046-1520), 2005, 40(4): 235-244.
- [22]SCHMIDT H G, MOUST J H C. What Makes a Tutor Effective? A Structural-equations Modeling Approach to Learning in Problem-based Curricula[J]. Academic Medicine(S1040-2446), 1995, 70(8): 708-714.
- [23]PAPIINCZAK T. An Exploration of Perceptions of Tutor Evaluation in Problem-based Learning Tutorials[J]. Medical Education(S0308-0110), 2010, 44(9): 892-899.
- [24]KASSAB S, AL-SHBOUL Q, ABU-HIJLEH M, et al. Teaching Styles of Tutors in a Problem-based Curriculum: Students' and Tutors' Perception[J]. Medical Teacher(S0142-159X), 2009, 28(5): 460-464.
- [25]CHEN J Y. Problem-based Learning: Developing Resilience in Nursing Students[J]. The Kaohsiung Journal of Medical Sciences(S1607-551X), 2011, 27(6): 230-233.
- [27]MOUST J H C, SCHMIDT H G. Facilitating Small-Group Learning: A Comparison of Student and Staff Tutors Behavior[J]. Instructional Science (S0020-4277), 1994, 22(4): 287-301.
- [28]ABDULLAH J, MOHD-ISA W N, SAMSUDIN M A. Virtual Reality to Improve Group Work Skill and Self-directed Learning in Problem-based Learning Narratives[J]. Virtual Reality(S1359-4338), 2019, 23(4): 461-471.
- [29]FIDAN M, TUNCEL M. Integrating Augmented Reality into Problem Based Learning: The Effects on Learning Achievement and Attitude in Physics Education[J]. Computers & Education(S0360-1315), 2019, (142): 32-38.
- [30]KLOPPER E, SQUIRE K. Environmental Detectives: The Development of an Augmented Reality Platform for Environmental Simulations[J]. Educational Technology Research & Development(S1042-1629), 2008, 56 (2): 203-228.
- [31]CLAREBOUT G, ELEN J. Open Learning Environments and the Impact of a Pedagogical Agent[J]. Journal of Educational Computing Research(S0735-6331), 2006, 35(3), 211-226.
- [32]BELLAND B R. Supporting Middle School Students' Construction of Evidence-based Arguments: Impact of and Student Interactions with Computer-based Argumentation Scaffolds[D]. West Lafayette: Purdue University, 2008.
- [33]KIM N J, BELLAND B R, WALKER A E. Effectiveness of Computer-based Scaffolding in the Context of Problem-based Learning for Stem Education[J]. Educational Psychology Review(S1040-726X), 2018(30): 397-429.

(责任编辑 孙震华)

How Should We Do the Learning Based on Problems in Literacy Times?

—Based on the Research of International Experience of Bibliometrics

XIAO Yue, ZHENG Yonghe, WANG Jingying
(Department of Education, Beijing Normal University, Beijing, China 100875)

Abstract: This paper takes 452 documents of learning based on problems in the database of Web of Science as study object, studies and combs the amount of published papers and key words frequency of learning based on problems, and, taking the research hotspots and frontier trends presenting by keywords' co-occurrence network as reference, finds that this field takes the three aspects like students, teachers, and environment as research focus, and contains many aspects contents like the cultivation of students' ability of higher-order thinking, the teachers' role orientation, problem scenario, etc.

Key words: core literacy; learning based on problems; learning environment; higher-order thinking