

增强现实背景下数学知识创生模式探索

——基于创生知识课程取向

赵敏倩^{ID}

杭州师范大学经亨颐教育学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年1月22日; 录用日期: 2025年2月21日; 发布日期: 2025年2月28日

摘要

创生知识课程以学习者为中心, 具有真实性、社会性和开放性, 是一种激发学生创造力的课程取向, 而增强现实辅助教学可以更好地帮助学生创生知识。为了促进增强现实更好地辅助教学, 本研究围绕教师智慧、学生知识创生、AR数学教学资源库三个要素, 知识创生螺旋模型的四个场所以及课前、课中和课后三个环节, 开发了增强现实辅助下的初中数学知识创生模式, 并基于“生动科学AR”APP进行设计案例。基于此模式, 希望对初中数学教育有所启示。

关键词

增强现实, 知识创生, 数学教育, 创客教育

Exploration of the Generation Mode of Mathematical Knowledge in the Context of Augmented Reality

—Based on the Curriculum Orientation of Generative Knowledge

Minqian Zhao^{ID}

Jing Hengyi College of Education, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Received: Jan. 22nd, 2025; accepted: Feb. 21st, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

The curriculum orientation of generative knowledge is learner-centered, featuring authenticity, sociality, and openness. It is a curriculum orientation that stimulates students' creativity, and augmented

reality-assisted teaching can better help students generate knowledge. In order to promote the better application of augmented reality in teaching, this research focuses on three elements: teachers' wisdom, students' knowledge generation, and the AR mathematics teaching resource library, as well as the four fields of the knowledge-generation spiral model and the three stages of pre-class, in-class, and after-class. An augmented-reality-assisted junior high school mathematics knowledge-generation model has been developed, and a design case has been carried out based on the "Vivid Science AR" APP. Based on this model, it is hoped that it can provide some inspiration for junior high school mathematics education.

Keywords

Augmented Reality, Knowledge Generation, Mathematics Education, Maker Education

Copyright © 2025 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

在信息技术快速发展的今天，最严重的问题已经不是教育资源的匮乏，而是“传统教育”已不太适应时代的需求。在这场教育变革中，教师首当其冲要肩负起历史使命，转型为能创生知识的“教师创客”[1]；而学生则在教师营造地环境中创生知识，实现自我发展。目前，中学数学教学中普遍存在学生空间想象能力弱、空间观念不足、不能很好的理解立体几何的特征、性质等问题。在“教育 + 人工智能”的背景下，可从人工智能尤其是智能化数学操作环境和数学内部(如教育数学)内外两个角度突破数学教育的困境[2]。教育的高质量发展最终还需落到人才培养上，探索“互联网+”条件下的人才培养新模式，这在中小学最直接的体现就是教学模式[3]。所以，本文尝试将 AR 技术应用于初中数学教学，建构增强现实辅助下的初中数学知识创生教学模式。

2. 文献综述

2.1. 增强现实

增强现实(AR)是一种将虚拟对象叠加到现实世界的技术。辅助教学可以创设逼真的情境，促进学生沉浸式学习，丰富学生的自主学习活动，这有利于创生知识课堂的开展。因此，有必要将 AR 技术与初中数学深度融合开展教学，以培养中学生的创新意识和实践能力。目前在数学教育中，AR 的应用空间非常广阔，包括教师的教学、学生的学习、交互方式以及学习内容。其中有关“图形与几何”领域的实证研究相对比较成熟，研究表明 AR 对学生“空间观念”“几何直观”等核心素养的培养有显著的积极作用[4]。此外，AR 技术在提高学生注意力、自信心和激发学习动机等方面显著优于传统的讲授式教学法[5]。虽然 AR 技术在教育领域有很好的应用前景，但由于其应用开发仍处于初级阶段，因此还存在许多问题。比如，学生在使用增强现实技术进行学习时，会发现其操作比较复杂；此外，如果没有一个设计比较完善的交互界面或指导书，学生就会遇到许多复杂的技术性问题。这些问题都会使得增强现实的教学辅助功能大打折扣。要想解决这些问题，首先要明白增强现实只是数学教学内容的载体，辅以适当的内容选择和教学设计才能发挥出对学习的功效，其设计和使用必须由学科专家或专题专家指导，只有克服了操作和技术上的局限，才能发挥出增强现实真正的作用。

2.2. 创客教育

创客教育作为一个比较新的教学理念,以学生的整体发展为中心,同时能充分地考虑学生在学习上的个体差异性。创客教育理念的核心就是创新、合作、实践和分享,学生在兴趣的基础上,自主探究,合作学习,在创造的过程中不断学习,在学习的过程中不断创造[6]。创客教育基于传统技术和数字技术手段,在制造和创造中培养具有创客素养的创新人才。创客教育需立足实践情境,在情境中激活学生的已有知识和创造力,使其产生新的理念和知识,并在生活与社会生产中灵活运用[7]。创客教育正是因为实现课程教学目标和课程教学情境的高度融合,在推动学生实现全面发展方面将起到良好的推动作用。虽然当前创客教育理念还缺乏一个明确的指导纲要,课程教学模式还不够完善,在应用创客教育模式的同时要强化对学生的引导。基于此,创客教育将实现课程知识和各种资源的跨界融合,让学生在多学科知识学习中发掘自身的学习潜力。

创生知识强调知识的创造性生成,这与创客教育培养学生创新精神的目标高度一致。创客教育为学生提供了实践创新的平台,让学生在实践中不断探索和创造,从而促进创生知识的产生。AR技术能够为创生知识的产生提供丰富多样的情境。通过创建虚拟的学习环境,学生可以身临其境地感受和体验知识的应用,激发他们的学习兴趣和创造力,从而促进创生知识的生成。创生知识往往是抽象和复杂的,AR技术可以将抽象的知识以直观、形象的方式呈现出来,帮助学生更好地理解和掌握知识,进而为知识的创新和生成提供支持。AR技术的交互性使得学生能够与虚拟元素进行互动,及时获得反馈和指导。这种互动反馈机制有助于学生调整自己的思维方式和学习方法,促进创生知识的不断发展和完善。除此之外,创客教育注重学生的动手实践,通过制作项目的过程,学生能够将理论知识与实际应用相结合,在实践中发现问题、解决问题,进而生成新的知识和技能,这正是创生知识的体现。AR技术的沉浸感和交互性能够极大地提升学生的学习体验,使学生更加积极主动地参与到创客教育活动中。学生可以通过与虚拟元素的互动,发挥自己的想象力和创造力,制作出更具创意的作品。

3. 增强现实辅助下的初中数学知识创生教学模式

创客教育指向创造性思维的培养、空间观念的树立及创新能力的发展,强调兴趣导向。学习的内容来自于生活、创造于生活,以分享为目的构建教学内容。借助创客教育的思想来帮助学生实现知识的创生,从学生的日常生活出发,建构现实和理论的桥梁。在创客教育的背景下建构了AR辅助下的初中数学知识创生教学模式,该模式包括三个阶段、三个要素、四个“场所”,具体设计如图1所示。

3.1. 三个阶段

相比以往常用的信息技术手段,AR可以通过其交互界面更好地实现友好的用户互动,增强学生的学习动机和兴趣,让学生沉浸在特定的学科学习环境中。就数学学科而言,随着对“空间观念”“直观想象”等核心概念与核心素养的聚焦,对几何领域知识的重视程度日益提高[8]。在此基础上,将教学模式分为三个阶段。

3.1.1. 课前学生增强现实体验式情境预学阶段

课前,教师纵览AR数学教学资源数据库,选配适合本节课的资源,利用AR技术呈现相关数学概念中所需的3D模型,构建AR辅助下的数学情境,为学生完成课堂学习的课前导入任务做好准备。学生通过AR呈现的虚拟情景进行预学,记录学习过程中遇到的问题或者自己的感想体会,以便在课堂中进行讨论交流。同时,教师了解学生在学习过程中遇到的问题,并归纳总结出学生在学习过程中普遍遇到的问题,根据学生的预学情况,设计富有创意性的教学方案,以便激发学生的学习兴趣。

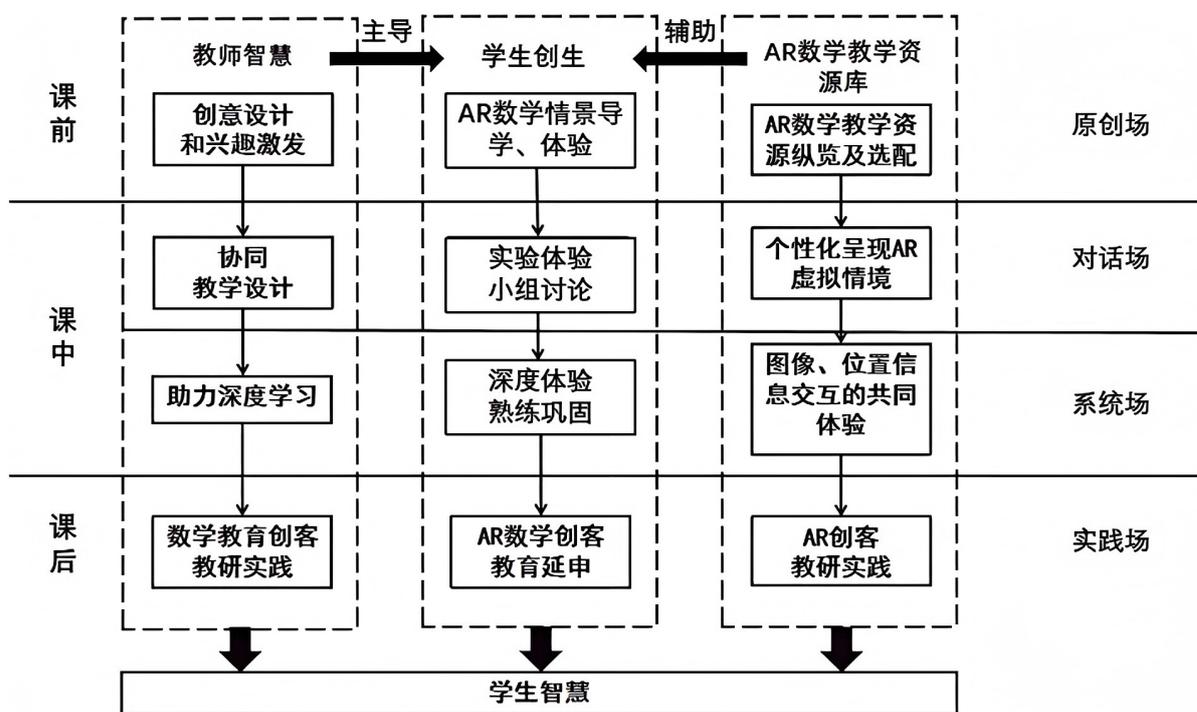


Figure 1. Teaching model for junior high school mathematics knowledge generation with AR assistance
图 1. AR 辅助下的初中数学知识创生教学模式

3.1.2. 课中学生增强现实体验式小组探究阶段

学生以学习小组形式，借助 AR 学习资源，以解决某一数学问题为导向的参与式活动展开互动交流。通过前一阶段获得的概念及知识，对数学模型进行假设和猜想，设计出解决该问题的实验方案，通过组内持续交流与主动思考完善解决方案。在学习小组的讨论解决问题的氛围中，学生逐步思考解决方法准确性，与同伴进行合作交流，在实践试误中，交换彼此看法，充分理解新概念。随后，教师根据课堂探究活动的学生反馈帮助学生进行反思，查漏补缺。

3.1.3. 课后增强现实数学创客教育延申阶段

课后，教师及其学科团队可围绕一些课例来做 AR 数学教育创客教研实践，实现校本化的课例开发。在 AR 数学创客教育延申阶段，教师可以挖掘本校具有代表性的实际案例，例如：求某一点到圆形花坛的最短距离(切线的时候最短)，在 AR 虚拟情境中利用图像进行模拟组建，并画出所设定问题的图像，进一步提升学生的绘图能力。这个过程与实际生活相联系，贴近学生的认知，能激发学生对切线长定理等几何内容的探究兴趣。

3.2. 三个要素

教学系统最本质特征就是教学中多个要素相互作用的整体，本文建构的教学系统中包括三个要素，分别为教师智慧、学生知识创生、AR 数学教学资源库。

3.2.1. 教师智慧

教师智慧指的是教师运用自己的智慧将 AR 融入自己教学中，在 AR 技术的辅助下，实现知识创生的课堂。创生课堂教师层面包括导学设计、组织合作、引导激励、拓展点拨、协作分享、个别指导等。在 AR 的视角下对教师层面略作调整，分为课前创意设计和兴趣激发、课中协同教学设计和助力学生深度学

习、课后教研反思。

3.2.2. 学生知识创生

在学生层面可分为课前通过 AR 数学情景进行知识的预学、课中通过 AR 数学实验体验、小组讨论与展示、课后通过 AR 进行数学创客教育的延申。在整个过程中都有 AR 的融入，整个学习过程生动有趣。学生在教师的引导下，自主参与学习，构建自己的知识体系。学生经历了一个完整的知识创生的过程，对于知识点的理解更加深刻，通过小组合作交流，会碰撞出不一样的思维火花。

3.2.3. AR 数学教学资源库

“生动科学 AR” APP 中有关初中数学共 135 个微视频，每个视频均搭配一张学习卡片，学习者可通过手机端识别卡片进行学习。其中卡片正面是知识要点讲解、AR 图像识别和检索条目，背面为趣味知识的拓展。教师通过手机端 AR 的 APP，并组织学生进行动手操作，激发学生学习积极性。此外，交互式操作可以帮助学生实现人机交互。学生使用“生动科学 AR” APP 进行操作，通过手机端识别 AR 卡片，在现实环境中呈现出虚拟的几何图形，吸引学生课堂注意力。

3.3. 四个“场所”

从知识创造和知识转化流动的视角来看，颠覆性创新的一般过程也可以分为社会化、外显化、组合化和内隐化这四个阶段[9]。而这四个阶段进行的场所分别是知识体验的原创场、小组探究的对话场、组合归纳的系统场、应用操作的实践场。

3.3.1. 知识体验的原创场

在原创场中，这是个体“社会化”的过程，可以通过两个层次来完成。一是学习者亲身去感受实践活动，在活动中感知、体会到问题的存在；二是学习者寻求解决问题的方法，例如可以通过观察专家的实践活动，在与专家的交流和互动过程中，领悟专家解决问题的方法和技巧。

3.3.2. 小组探究的对话场

在对话场中，是学习者“外在化”的一个过程，可分两个层次。一是学习者自身隐性知识的表征，包括表象、情感、思考，借助语言和图像表示出来，二是学习者感受他人的表象、情感、反思之后，用语言和图像进行表达。例如，学生在小组探究的时候，首先发表每个人自己的看法，然后进行交流对话。

3.3.3. 组合归纳的系统场

系统场是学生进行“组合化”的过程的场所，包括三个层次。学习者首先将已获得的知识进行分类、归纳、整理，实现知识的系统化；其次将系统化的知识与他人交流和分享，在交流过程发现其中的不足；最后将显性知识重新进行归纳和整理，成为组合化的显性知识。

3.3.4. 应用操作的实践场

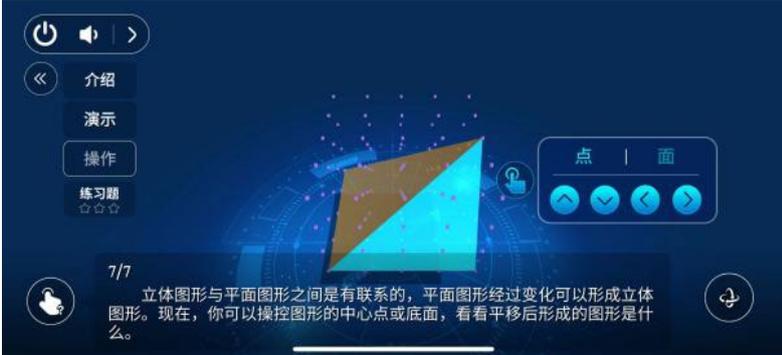
实践场是学生知识创生的最后场所，在这一场所学生所学习的知识发生了“内在化”，“内在化”过程主要包括两个层次，其一、将系统化的显性知识应用于实际解决问题中。其二，在问题解决过程中感受到新的隐性知识，最终实现知识的螺旋创生。

4. 教学内容设计

基于该软件提供的资源，进行教学内容设计(如表 1)。教师通过手机端 AR 软件的应用，并组织学生进行动手操作，激发学生学习积极性。此外，交互式操作可以帮助学生实现人机交互，更高效地利用 AR 软件进行学习。

Table 1. Teaching content design for “solid figures and plane figures”

表 1. “立体图形与平面图形” 教学内容设计

教学环节	教学活动	活动实施要点
原创场	<p>[师]通过 AR 技术展示平面图形和立体图形，要求学生通过观察立体图像，发现基本要素(如图 2)</p>	<p>选择学生日常生活中接触过的立体图形，激发学生的学习兴趣。选择常见的正方体和球体作为例子导入，做好与已有知识的衔接</p>
		
<p>Figure 2. Schematic diagram of solid figures 图 2. 立体图形示意图</p>		
<p>[生]观察基于 AR 技术的正方体、圆柱体和球体 [师]播放将正方体拆解成点，线，面的过程。 [生]思考视频中立体图形的构成要素，以及圆柱体的构成要素。</p>		
<p>[师]展示基于 AR 技术的 3D 棱柱结构 [生]观察视频并动手操作手机端 AR 软件，从不同视角观察棱柱结构，组内讨论棱柱的基本结构特征(见图 3) [师]提出疑问：该怎么区分不同形状的棱柱？ [生]点击 AR 软件中的交互按钮，观察相应的 3D 棱柱类型，结合 AR 软件呈现的立结果，完成课堂练习。</p>		
对话场		<p>课堂实施的前期以小组协作形式为主，后期当学生渐渐形成这类问题的解决思路，应以个人自主探究为主，培养学生独立解决问题的能力。</p>
<p>Figure 3. Interactive interface diagram of pyramid 图 3. 棱锥交互界面图</p>		
系统场	<p>[生]学生自我反思。 [师]教师做好记录，表扬有进步的学生，进一步引导学生自我评价，实现自我提高</p>	<p>师鼓励学生撰写课程小结，可以减少直到最后不再设置。</p>
实践场	<p>[生]小组合作，根据 AR 技术展示的 3D 立体图形结果，动手操作创意设计出棱柱等立体图形组合成的作品。 [师]教师可以通过给出一些参考图片给予学生启发，例如：蒙古包、魔方等。</p>	<p>培养学生的空间想象思维。作品创作以贴近现实的物品为主。</p>

5. 总结与展望

本文基于知识的螺旋创生模型, 同时在创客教育的背景下, 设计了 AR 辅助下的初中数学知识创生教学模式。在此模式的基础上, 设计了图形与几何学习主题相关的教学设计, 希望能给几何阶段的教学注入新的活力。综上, 本研究设计的 AR 辅助下的初中数学知识创生教学模式教学的实践可行性有待探究, 可以在初中的实际教学中尝试应用。然而, AR 技术应用开发仍处于初级阶段, 还存在着一些问题。要想解决问题, 首先要明白 AR 只是数学教学内容的载体, 辅以适当的内容选择和教学设计才能发挥功效, 其设计和使用必须由学科专家或专题专家指导, 只有克服了操作和技术上的局限, 才能发挥出 AR 真正的作用。

参考文献

- [1] 刘天平, 王林发. 创生知识: 技术时代教师专业成长的内在要求[J]. 课程·教材·教法, 2019, 39(4): 126-131.
- [2] 张景中. 人工智能与数学教育漫谈[J]. 中学教研(数学), 2023(11): 1-3.
- [3] 张秀梅, 赵明仁, 陆春萍. 技术赋能的中小学教学模式创生路径研究——政策、理论、成果、特点与趋势[J]. 中国电化教育, 2023(8): 32-40.
- [4] Gecu-Parmaksiz, Z. and Delialioglu, O. (2019) Augmented Reality-Based Virtual Manipulatives versus Physical Manipulatives for Teaching Geometric Shapes to Preschool Children. *British Journal of Educational Technology*, **50**, 3376-3390. <https://doi.org/10.1111/bjet.12740>
- [5] Chiang, T.H.C., Yang, S.J.H. and Hwang, G.J. (2014) An Augmented Reality-Based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Journal of Educational Technology & Society*, **17**, 352-365.
- [6] 吴焕庆, 武传震. 创客式教育: 创客教育从边缘走向融合之路[J]. 现代教育技术, 2020, 30(1): 121-126.
- [7] 王大鹏. 核心素养视角下创客教育与高中语文教学的整合探究[J]. 中国教育技术装备, 2023(19): 151-153.
- [8] 王罗那. 增强现实技术(AR)在数学教育中的应用现状述评与展望[J]. 数学教育学报, 2020, 29(5): 91-97.
- [9] 张光宇, 曹会会, 刘贻新, 等. 基于知识转化模型的颠覆性创新过程解构: 知识创造视角[J]. 科技管理研究, 2022, 42(7): 10-17.