

5E教学模式在高中数学概念课中的应用探究

——以《导数的概念》为例

康金梅, 龙柄菘

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2023年7月8日; 录用日期: 2024年1月16日; 发布日期: 2024年1月26日

摘要

数学概念是数学教学的内容之一, 明确数学概念的内涵和外延对学生的思维发展意义重大。数学概念枯燥抽象、教学方式单一、学生参与度低等都是当前概念教学中的问题。5E教学模式在5个具体的教学阶段将建构主义理论落实到课堂中, 注重学习者的主体地位。本文以5E教学模式为例, 以《导数的概念》为探究内容, 分析了5E教学模式下高中数学概念学习的优势。

关键词

5E教学模式, 概念教学, 导数的概念

An Exploration on the Application of the 5E Teaching Model in High School Mathematics Concept Lessons

—Taking “The Concept of Derivatives” as an Example

Jinmei Kang, Bingsong Long

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: Jul. 8th, 2023; accepted: Jan. 16th, 2024; published: Jan. 26th, 2024

Abstract

Mathematical concepts are one of the contents of mathematics teaching, and clarifying the connotation and extension of mathematical concepts is of great significance to students' thinking development. Boring and abstract mathematical concepts, single teaching methods, and low student par-

icipation are all problems in current concept teaching. The 5E teaching model implements constructivist theory into the classroom in five specific teaching stages, focusing on the subjectivity of learners. This paper takes the 5E teaching model as an example, and “The Concept of Derivatives” as the exploration content to analyze the advantages of high school mathematics concept learning under the 5E teaching model.

Keywords

5E Teaching Model, Concept Teaching, The Concept of Derivatives

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

5E 教学模式是 1987 年由美国生物课程研究开发的一种适用于实际教学并为小学科学健康课程制定规范目的进行的一项教学模式。研究成果是开发出了以建构主义学习理论和概念转变为指导的新的教学模式。最初目的是帮助学生通过中学生物课程的学习, 在进入社会之后也能掌握生物科学领域所需的基本技能[1]。该模式一经公布, 就在物理、化学等理科课堂上得到广泛应用。

2. 5E 教学模式简介

2.1. 5E 教学模式的提出

在美国进行第 2 轮课程改革的新课程实验中, 科学家发现大部分学生都无法自主完成科学概念的构建, 需要教师为其提供方法和途径, 让学生基于前科学概念来探索新的科学概念, 再通过教师对细节的强调, 引入科学概念, 并最终使学生构建科学概念。这就为科学教育教学引入了“初步探究”、“概念引入”、“概念应用”三个阶段, 这便是 5E 教学模式的雏形。可见该教学模式的提出是为了解决学生不能自主完成科学概念的构建这一问题。此时还称为“学习环教学模式”。在 20 世纪 80 年代该教学模式得到进一步发展, 美国生物课程研究认为要想有效地进行科学教学, 发现在教学结束后也需关注教学和学习目标的达成效果。基于此, 将学习环的三个阶段进一步完善为五个阶段, 即现在受到广大学者认可的“5E 教学模式”。

众所周知, 建构主义是一种关于知识和学习的理论, 强调学习者的主动性。认为学习者的学习是基于原有的知识经验, 通过积极主动的、有意义的构建并在社会文化互动中完成的。经典的建构主义学习理论认为“情境”、“协作”、“会话”和“意义建构”是学习环境的四大要素[2]。5E 教学模式基于经典建构主义理论的基本内涵, 将具体的教学流程精细划分为引入、探究、解释、精致、评价五个阶段, 并且在每一阶段对学生和教师的学法和教法的细节以及完成该阶段应达到何种程度都进行了具体的阐述。这表明 5E 教学模式具有极强的可操作性, 说明将建构主义学习理论思想落实到具体的教学过程中是可行的。

2.2. 5E 教学模式的研究热潮与发展

在理论上, 国外学者大都认可“5E”教学模式对教育的积极影响。其中, P. Keep 提出应用“5E”教学模式有助于教师针对学生具体学习情况设计教学并有助于学生完成知识建构。Alexandira D. Owens 研

究发现,“5E”教学模式比传统的教学模式更能帮助学生提高学习兴趣、深入理解科学概念、培养科学探究能力以及增强同伴间的协作意识等。Yeni 等人通过对照试验得出在课堂中使用“5E”教学模式更能体现学生的在课堂中的主体地位。同时,也有不少学者发现运用 5E 教学模式对教师进行职前培训也具有良好的效果[3]。

在实践应用中,从美国发源的 5E 教学模式当前已经得到了日本、德国等国家的青睐并且在课堂教学中进行了推广。同时,5E 教学模式不仅在理科教育中应用广泛,在思政、体育、文学等领域也得到了发展。

3. 5E 教学模式在导数教学中的应用

3.1. 5E 教学模式与概念教学

5E 教学模式是以建构主义学习理论和概念转变理论为指导的,其起源与发展都是基于学生对科学概念的学习与构建,对我国理科概念教学具有一定的启示[4]。5E 教学模式基于心理发展和探究性策略,能够有效地提高学生的认知水平,尤其是在对概念的转变上,该模式在教学中通过暴露学生的前科学概念,进而引导学生合作或自主探究以及教师的补充和完善,完成对科学概念的建构[5]。

我国数学教材的编排特色之一是螺旋上升式,初中和高中的部分学习内容存在重合。但初中和高中学习的最大区别是初中是在具体的生活情境中体会数量关系和变化规律并根据背景总结相关概念,而高中的数学概念注重思维的逻辑性和抽象性。二者的差异使得学生在学习概念时容易引起认知冲突,这正好是“引入”阶段所期望的教学效果。同时,“2020 课标”希望学生通过探究和质疑掌握概念并运用概念解决实际问题,可见不管是教材编排还是课标要求来看,5E 教学模式都十分适合概念教学。

3.2. 教学背景

函数《普通高中数学课程标准(2017 年版 2020 修订)》(以下简称“2020 课标”)中提到导数定量刻画了函数的局部变化,是研究函数性质的基本工具。通过对现实生活中实例的分析,让学生体会平均速率到瞬时速率的变化以及导数是用来刻画瞬时速率的工具,感悟极限思想[6]。

“2020 课标”要求要培养学生善于思考的品质,善于思考的本质是勤于探究。高中数学概念具有高度抽象性、严密的逻辑性,学生只有勤于探究、敢于质疑,才能准确地掌握概念、运用概念解决实际问题。5E 教学模式是以学生自主探究为主的教学模式,恰好为高中数学概念教学提供了方法与策略[6]。

学生此前在物理学习过程中已经了解了瞬时速率的概念,掌握了瞬时速率的计算方法,以旧知促新学可以调动学生的学习积极性,同时物理中瞬时速率的概念并不与导数的概念相同,二者既有联系也有区别,是作为引入导数概念的良好素材。

3.3. 5E 教学模式在导数概念中的实例分析

为了进一步了解 5E 教学模式在教学中的优势,下面我们以人教 A 版高中数学选择性必修第二册第 5 章第一节“导数的概念及其意义”为例,从具体的教学过程中体会 5E 教学模式在数学概念课堂中应用。

1) 第一环节:引入(约 5 min)

引入也称之为“参与”,是 5E 教学模式的第一阶段。教师在了解学生已有知识经验的基础上,设置与已有经验相关的问题情境,其问题既要能够引起学生的认知冲突,也要耐人寻味,激发学生学习热情和探究意识,达到“课未始,兴已浓”的效果。在这一阶段教师可以借助教具促使学习者参与其中。

实例 1. 教师给出具体生活情境:播放奥运会运动员的跳水视频,并给出运动员跳水过程相对于水面高度 h 与起跳后的时间 t 之间的函数关系 $h(t) = -4.9t^2 + 4.8t + 11$, 提出问题: $t = 1$ 时的瞬时速度。

实例 2. 求抛物线 $f(x) = x^2$ 在点 $P(1, 1)$ 处的切线斜率。

设计意图: 实例 1 是同学们在物理学习过的求解某一时刻的速度问题, 运用物理知识可以解决, 但运用数学知识求解该问题会使学生感到困惑。实例 2 是切线问题, 在此之前, 学生只会求割线斜率。通过以上问题, 引起教学矛盾, 激发学生的学习兴趣 and 探究意识。

2) 第二环节: 探究(约 15 min)

探究阶段是 5E 教学模式最重要的阶段。“探究”是指学生通过自主或者小组合作积极主动地探究情境问题。学生是“探究”的主体, 在此阶段学生将基于头脑中已有的经验与新知识结合并进行有意义的构建。教师在此阶段起鼓励的作用, 必要时对学生进行引导。

探究前的准备: 在实例 1 中教师针对瞬时速度的本质, 即“在某时刻附近极小一段时间内的平均速度就是该时刻的瞬时速度”进行再回顾。在这里需要教师对“极小”的含义进行讲解, 使学生理解“极小”在求解瞬时速度时的作用。掌握求解思路是从平均速度过渡到瞬时速度。教师可以以实例 1 为例, 为学生提供探究模板。

步骤: 根据瞬时速度的本质, 某时刻 t_0 的速度可以表示为:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s(t_0 + \Delta t) - s(t_0)}{\Delta t} \quad (1)$$

分析: 公式中的“ Δ ”表示增量, 当“ Δ ”的值极小时, $t_0 + \Delta t$ 与 t_0 的值非常接近。路程的增量与时间的增量之比就是平均速度。也就是说, “ Δ ”的值越小, 平均速度就越接近瞬时速度。引导学生发现这里的“ Δ ”和“越接近”都体现了极限思想。让学生体会求某时刻 t_0 的速度就是求该时刻的极限。

总结: 引导学生总结出 t_0 时刻的速度就是求该时刻平均速度的极限。

通过实例 1 的展示, 在实例 2 中教师引导学生理解割线和切线间的关系后可由学生合作探究某点的切线的斜率。

3) 第三环节: 解释(约 10 min)

解释阶段是对探究成果进行解释, 也为教师直接和正式地讲解知识提供了机会[2]。学生可以选择所探究问题的任一方面在课堂上向全班展示, 教师在该阶段需要聆听并分析学生对问题的见地并对解释结果进行补充和评价。

针对类似的几何问题, 教师应引导学生巧用图像进行求解。

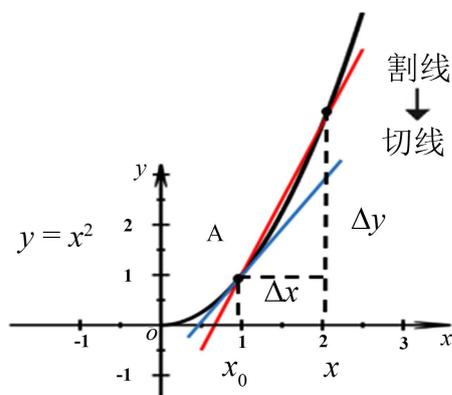


Figure 1. Example 2

图 1. 实例 2

学生通过图 1 可以发现, 点 A 处的切线可以理解点 B 沿着曲线无限靠近点 A 并趋近于确定位置的

割线。也就是说, 切线是割线的极限位置。根据实例 1 可以将某点的斜率表示出来, 即:

步骤: 根据切线的本质, 点 A 处的切线可以表示为:

$$k_{MN} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x} \quad (2)$$

分析: 公式中的“ Δ ”也表示增量, 当“ Δ ”的值极小时, $x_0 + \Delta t$ 与 x_0 的值非常接近。函数的增量与自变量的增量之比就是割线斜率。也就是说, “ Δ ”的值越小, 割线斜率就越接近切线斜率。同时, 在这里也可以引导学生得出切线的定义。即: 如图 1 所示, 当点 B 沿着曲线无限靠近点 A 时, 割线 AB 的极限位置。

总结: 引导学生回顾解题过程, 体会切线是割线的极限位置, 体会极限思想。

学生通过对切线的探究, 基本能够理解极限思想。通过一个物理问题和几何问题, 教师引导学生通过两个实例总结共性。不管是瞬时速度, 还是切线斜率, 都是一个点的问题, 通过极限思想我们将一个点扩大到一个区间, 将其转化为已经学过的知识。由瞬时速度和切线的含义可知, 增量为 0 时, 才是瞬时速度和切线, 但是从公式中我们知道, 增量不可能为 0。因此, 这里的极限是无限逼近的意思, 是一个近似值。总结瞬时速度和切线的共同特征后, 我们可以从中抽象出导数的数学概念。

定义: 设函数 $y = f(x)$ 在点 x_0 的某个邻域内有定义; 若这种增量之比的极限

$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$ 存在, 则称函数 $y = f(x)$ 在 x_0 处可导, 并称此极限为函数 $y = f(x)$ 在 x_0

的导数。记为 $y'|_{x=x_0}$, $f'(x_0)$, $\left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=x_0}$ 或者 $\left. \frac{df(x)}{dx} \right|_{x=x_0}$ 。

导数具有丰富的中外历史文化, 教师对导数起源和发展可进行介绍。比如, 费马在对曲线做切线时构造了差分, 这就是导数的雏形。在 17 世纪被广泛使用的“流数术”实质上就是牛顿的微积分理论。也可以设置一些与导数概念相关的实际问题供学生们讨论, 比如如何用导数的方法求解不规则池塘的面积等。学以致用才能更好地理解和掌握知识。

4) 第四环节: 精致(约 7 min)

精致阶段可以理解为深化新知。教师针对新知设置新的问题情境, 让学生利用新知和已有经验解决问题。新设置的问题情境要有一定的难度, 需要学生深入地理解情境和挖掘信息。

针对高台跳水运动, 运动员相对于水面的高度随时间变化的函数 $h(t) = -4.9t^2 + 4.8t + 11$ 的图像, 请描述、比较曲线 $h(t) = t_0, t_1, t_2$ 附近的变化情况。

设计意图: 学生通过数形结合的方式探究上述问题后发现, 导数的几何意义就是切线的斜率。因此, 可以用切线的斜率来研究函数图像的变化。用切线的上升和下降近似代替曲线的上升和下降。在观察的过程中, 学生可以发现切线斜率的绝对值越大, 曲线上升和下降的趋势就越明显。在图像中就可以得出, 运动员在跳水过程中速度的变化情况。

5) 第五环节: 评价(约 3 min)

评价阶段并非 5E 教学模式最后进行的一个阶段, 而是贯穿于整个教学过程。评价方式多样, 关注学生的科学精神与创新能力是评价阶段需重点考核的指标。一节课的总结也属于评价, 学生可以互相交流本节课学到的知识, 掌握的思想方法以及在学习过程中的思想感悟。教师在课堂中对于学生回答问题后给予的回复也属于评价。合理且多样的评价可以检验学生学习体验的质量从而对学生个性化、全方位的检测[7][8]。

通过对 5E 教学模式各个阶段的介绍及课堂实践, 可以看出 5E 教学模式遵循建构主义原则, 十分注重教师的主导性和学生的主动性。同时, 5E 教学模式又以操作性极强的五个步骤将建构主义理论运用于

实践中, 这为教师教学提供了清晰的路线和目标。

4. 展望与不足

“2020 课标”中对数学学习提出了如下要求: 通过高中数学的学习, 学生能在情境中抽象出数学概念、命题、方法和体系, 积累从具体到抽象的活动经验; 养成在日常生活和实践中一般性思考问题的习惯, 把握事物本质, 以简驭繁[9]。我们发现, 这一目标是希望学生能够通过学习数学知识对事物进行主动建构, 具备将情境问题抽象为数学问题的能力, 并通过思维训练形成一个完整的知识体系。这显然符合建构主义学习理论的要求, 作为建构主义学习理论的产物——5E 教学模式是适用于我国高中数学课堂教育的。虽然建构主义学习理论在数学学科中应用最多, 但在我国的数学教育中却鲜有采用 5E 教学模式[10]。

5E 教学模式虽然在我国理科教育的发展中呈现较好的态势, 然而在高中数学领域中可查阅的相关文献较少。广大研究者可以尝试在数学教育中研究该模式, 一方面对该模式在数学教学方面的研究做补充, 另一方面为一线教师的教学提供参考。

参考文献

- [1] 马文奎. 美国 BSCS 教材中的“5E”教学模式[J]. 外国中小学教育, 2002(4): 39-40.
- [2] 朱燕. 当代建构主义的发展和误区浅析[J]. 中国商界(下半月), 2010(3): 398.
- [3] Yeni, N., Suryabayu, E.P. and Handayani, T. (2017) The Effect of Teaching Model ‘Learning Cycles 5E’ toward Students’ Achievement in Learning Mathematic at X Years Class SMA Negeri 1 Banuhampu 2013/2014 Academic Year. *Journal of Physics: Conference Series*, **812**, Article ID: 012107. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012107>
- [4] 王建, 李秀菊. 5E 教学模式的内涵及其对我国理科教育的启示[J]. 生物学通报, 2012, 47(3): 39-42.
- [5] 邓秋萍, 刘恩山. 运用 5E 教学模式进行“拒绝饮酒”的教学设计[J]. 生物学通报, 2011, 46(1): 28-30.
- [6] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [7] Grau, F.G., Valls, C., Piqué, N. and Ruiz-Martín, H. (2021) The Long-Term Effects of Introducing the 5E Model of Instruction on Students’ Conceptual Learning. *International Journal of Science Education*, **43**, 1441-1458. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1918354>
- [8] 赵呈领, 赵文君, 蒋志辉. 面向 STEM 教育的 5E 探究式教学模式设计[J]. 现代教育技术, 2018, 28(3): 106-112.
- [9] 姚月. 基于“5E”教学模式的高中数学教学研究——以导数为例[D]: [硕士学位论文]. 漳州: 闽南师范大学, 2022.
- [10] 王冰霖. “5E”教学模式下高中数学概念教学实践研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 东华理工大学, 2022.