

工科高等数学教学“三维目标”探微

呼青英, 党 健, 张宏伟

河南工业大学, 理学院数学系, 河南 郑州
Email: slxhqy@163.com

收稿日期: 2020年8月11日; 录用日期: 2020年8月25日; 发布日期: 2020年9月1日

摘 要

本文探讨了工科高等数学教学中“三维目标”的内涵与相互关系, 进而从三个维度提出高等数学教学中落实“三维目标”的一些思考, 从而使学生的能力得以提高、情感得以激发、思维得以升华, 最终实现“三维目标”。

关键词

高等数学, 教学, 三维目标

A Discussion of the “Three-Dimensional Goals” in the Teaching of Advanced Mathematics for Engineering

Qingying Hu, Jian Dang, Hongwei Zhang

College of Science, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan
Email: slxhqy@163.com

Received: Aug. 11th, 2020; accepted: Aug. 25th, 2020; published: Sep. 1st, 2020

Abstract

This paper discusses the connotation and interrelationship of the “Three-dimensional Goals” in the teaching of advanced mathematics for engineering. And we further explore how to apply these goals to the teaching of advanced mathematics, the process of which can improve students' capability, stimulate their emotions and sublimate their thinking.

Keywords

Advanced Mathematics, Teaching, Three-Dimensional Goals

Copyright © 2020 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

高等数学是大学理工科的一门重要基础课，在本科教育中占有重要地位，但我国义务教育课程标准倡导的“三维目标”理念在高等数学教学中却鲜有提及。义务教育课程“三维目标”，即知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观目标，已经经历了近二十个年头，它构成目前我国义务教育新课程改革核心理念，也逐渐被基础教育界所认可，也已成为我国教育教学发展的主体[1][2]。历年来，对本科数学基础课教学，教育部制订了多个版本的基本要求，传授数学知识、培养数学能力及在知识传授和能力培养中渗透思想教育是对高等数学教学目标的概括描述[3]-[8]。在这些指导性文件中，对于知识传授的描述都是具体、清晰而且容易掌握，而对能力培养和如何渗透思想教育却都是笼统的话语一带而过，没有具体要求和办法，也没有具体目标，在具体教学中更是难以把握。用三维目标来看，高等数学教学基本要求就是知识与技能的要求具体且清晰，而对过程与方法、情感态度与价值观目标除了指出“数学不仅是一种工具，而且是一种思维模式；不仅是一种知识，而且是一种素养；不仅是一种科学，而且是一种文化”之外，再没有任何提及，也谈不上什么要求了。现实中的高等数学教学也都是强化知识目标，注重知识传授，总被认为是工具，长期以来，高等数学教学都忽视了能力培养，忽略了过程和方法，情感态度与价值观则无人提及。从教学方式上我们也可以窥见一斑，不管采用何种教学模式，核心都是分析问题和解决问题，把教材或问题变成一道道习题，供学生去做。近些年，已经有许多学者开始关注这些问题，提出了高等数学教学应渗透人文精神，普遍开设了数学文化课程，慕课教学、翻转课堂方兴未艾[9]。事实上，三维目标同样适用于高等数学教学，也可以用它来指导高等数学教学，本文将从高等数学课程的角度来剖析三维目标指导下的高等数学教学。

2. “三维目标”的内涵与相互关系

“三维目标”的三个维度是知识与技能维度、过程与方法以维度和情感态度与价值观目标维度[1][2]。第一维目标知识与技能是高等数学教学中学生要获得的必须的数学知识和技能，比如概念、定理、运算技能等，对这些知识和技能掌握到何种程度在本科数学基础课教学基本要求都写的非常明确，这应该没有异议，它也是对高等数学教学的出发点以及教学的归宿。第二维目标过程与方法就是高等数学教学中要让学生了解的这些知识的发展历史、教学内容与生活实际及所学专业的要联系起来，让学生掌握学习与获取知识的方法、分析问题和解决问题的方法，突出的学生要学会学习，从而形成创新精神和实践能力。第三维目标情感、态度与价值观是高等数学的人文性，它不仅包括传统的思想教育，还包括科学精神、人文精神，以及进一步包括学习兴趣、信心、习惯的培养，甚至现代意识、多元文化等等，给大学生这种广博的文化浸润，让大学生感受到数学的魅力、体会到学习数学的乐趣，进而建立学好数学的自信心，产生学好数学的强烈愿望，更深层次的是学生能主动的将这种愿望转化为学习数学的动力，使学生深刻认识到数学也是一种文化[10][11]。第三维目标在培养人的综合能力方面有着重要的作用。

三维目标虽然包含三个维度,但它们的每一个维度并不是孤立的板块,而是相互交融渗透的关系,是一个有机整体[1][2]。高等数学知识与能力的培养是传统教学中的核心内容,是学生在学习中必须继承的部分,高等数学教学的核心环节是知识的形成过程和数学方法的教学,二者也是高等数学教学中最为基本的操作系统,在三维目标的背景下,过程的体验以及方法的选择是对高等数学教学中对学生教与学的重点内容,是在知识与能力目标基础上对教学目标的进一步开发,它既是重要的教学目标,同时也是其他目标达成的媒介。而对情感、态度与价值观,不仅是课堂教学的目标之一,它更应成为课堂教学的动力源泉。对任何一个教学活动,学习和探索的过程总是客观存着的,而且一定伴随着学生学习过程中的不同情感体验和个人的态度倾向,在这个过程中知识是载体,过程是核心,如果没有过程或者说不突出过程,也就无法训练学生的能力,就更不用说思想方法的学习。为了深化学生对相关数学知识的理解、认识,对数学基本知识有更好地掌握,就必须让学生经历知识的发生发展过程,深刻认识知识的本来面目。通过经历这个过程,还能使学生对活动经验进行积累,对有效的学习途径有一定的掌握,能够感受到成功的愉悦,从而提升学生学习数学的兴趣,促使学生对学习数学的态度朝积极的、主动的方面变化。学生个体生成与发展是教育的终极目标,这就要对三维目标进行有效整合,三者是互相联系相互促进的统一整体,不能彼此割裂或忽略其中的一个。但是,应该注意,由于人们习惯于把教学目标理解为课堂目标或单元目标,而一堂课(或一个单元)受特定的教学内容、方法、环境、师生关系、条件、设施等因素的制约,所以,对每一堂课而言,不能强行将三个维度的目标在某一次课堂教学中一次性无一遗漏的达成三维目标的每一个方面,三维目标应该像一根主线贯穿于高等数学课堂,但每堂课只是实现三维目标的不同层次、不同程度、不同侧重点,它是以知识和能力为主线,在过程和方法中,渗透情感、态度和价值观,而不是三个维度的简单相加。

3. 从三维目标的角度剖析高等数学教学及实践

从三维目标的角度看,高等数学课堂教学不仅仅应注意“知识与技能”的传授,还应注重“过程与方法”的挖掘,更应该深化学生“情感态度和价值观”培养。

从第一维度知识与技能看,在大多数高等数学课堂教学中,以知识与技能目标为“抓手”并以其为重点展开教学是正常的,因为高等数学教材知识大部分都属于知识与技能层面,而且历来的指导性文件对知识与技能的要求也都是具体的,但高等数学教学仅限于此远远不够,高等数学教学除提高学生数学修养以满足个人发展与社会进步的需要外,还应该加强教学内容与生活实际及各专业的结合,按照各工科专业实际的理论及技术需求来安排教学使学生掌握作为未来的工程技术人员所必须的数学知识和技能。教师可以将数学知识与各专业实际问题相结合,让学生体会到数学知识在本专业的巨大应用,提高学生的学习兴趣和学习主动性,强化学生的应用意识,培养学生数学建模的能力。教学中应当遵循问题驱动原理和数学建模原理[9],有些问题教材不会讲或很少讲,但课堂教学要讲,比如为什么要讲某一个概念,为什么会想到这个定理等等,要尽可能把高等数学中的某一个概念(甚至概念的一部分)、某一个定理或者某一个技巧转化为一个实际问题或划归成某一个数学模型[9],在教学过程中以问题为驱动,提高学生分析问题、解决问题的能力。但这些需要教师具有专业背景并能提炼出有效的工程实践问题。

从第二维度过程与方法看,高等数学教学的目的就是让学生学会学习学会如何解决问题。目前的高等数学教学过于注重知识的传授和技巧的训练而忽略这些知识的历史背景,对学习与获取知识的方法往往一句话而过,对分析问题和解决问题的方法更是忽略不计。实际教学中,这当然有学时要求的约束,但深层次的是教师对过程与方法没有足够的重视,或者有些教师对此也不清楚。教师在教学过程中应向学生剖析数学知识形成的过程,让学生体验获取数学知识的经历,感受解决问题的过程,使用解决问题的方法。由于高等数学中很多基本的概念是抽象的,讲解概念时就更应该适当还原历史背景,从不同的

侧面充分暴露概念产生的过程,不仅要知其然还要知其所以然,不要怕学生不懂,要让学生自己去摸索、发现,辅之以介绍一些生活中的实例,有助于让学生更好地理解这些概念。教学中可以精心选择一些典型的问题,培养学生的问题意识,以问题来激发其学习兴趣,诱发其学习动机,更要引导提倡学生质疑问难,让学生学会主动思考,对敢于质疑的学生给予奖励,使学生敢于质疑教师,敢于挑战权威,勇于发表个人见解。教师要精心组织一些探究性问题,让学生自己主动地去探索、去发现、去体验。通过探索与体验,让学生学会对有用的信息进行自主搜集、自主分析、独立判断,从而得出结论[12][13],比如对一些定理的证明,让学生可以进行合情合理的推理或猜测,从反面考虑问题的结论,甚至一些失败的尝试。还可以补充一些与教学内容相匹配的数学建模素材作为课后练习题,比如选取一些与其它学科相联系或从实际生活中采集来的开放性应用题,采用全国大学生数学建模竞赛的形式让学生独立或分组去解决问题,可以利用解析方法或者编程计算共同完成问题,然后把用到的数学方法与手段、体会与见解写出来,与同学们分享[14]。还可以举办积极组织各种各样的科研活动或数学学科竞赛,教师应鼓励学生参与到教师的科研项目,做一些力所能及的工作,或者针对有一定应用背景的虚拟问题,甚至就是社会上的实际工程任务,让学生建立数学模型、提出解决方法、写出分析报告及改进报告,并提交有一定新意的研究论文,这样,学生会逐步掌握把实际问题转化为数学问题的方式和方法及解决办法,并在这个过程中让学生感受到数学的应用,看到数学的魅力,增加学习数学的乐趣,培养学生的好奇心、探索精神,培养学生探究与解决问题的能力。

另外,高等数学教学还要注重数学思想方法教学。数学思想方法比数学知识更抽象,教学中应向学生展现这些方法的实质,数学思维的重要特点之一就是要把一些问题不断地变形,直至把它转化成能够得到解决的问题,微积分的变量代换与复合函数实质就是变形,等价无穷小代换等等,有时还可能动态静态之间变形,比如连续函数是动态,求方程的根就是对应函数在某种特定状态下的值,是静态的,而证明方程根的存在性与个数时,是从函数的观点出发化静为动;再如画连续函数的图形,是利用个别特殊点(如极值、拐点等)连线,它又是利用静态来描述动态,上述两个例子也都是无限个点和有限个点的变形,这都需要教学中教师去引导学生体会数学的处理方法。

从第三维度情感、态度与价值观看,高等数学教学还要渗透人文精神。目前各高校开设的数学文化课就是其内容之一,数学文化就是从文化的角度去关注数学,主要指数学的思想、精神、方法、观点、语言,以及它们的形成和发展[10]。但仅仅开设数学文化课还远远不够,要达到培养学生的情感、态度与价值观还要从高等数学教学本身来做。教师要充分利用高等数学的特点,结合教材实际,有效地运用数学史、数学定理及数学的研究方法,从各个方面挖掘可用的素材。高等数学教材中许多概念的发现、公式和定理的建立,都经历了漫长的时间,其背后都有一段鲜为人知、或者充满艰辛的动人故事,教师可以将这些科学与有血有肉、有情有感的创造性活动联系起来,来充分展现人类数学思维的精彩过程,让学生深刻理解数学概念、定理、公式的来龙去脉,这些内容会赋予大量的情感色彩,这无疑也是让学生体验数学文化的选择、积累的传承过程的绝佳机会[12][13]。如果忽略这些数学文化的历史叙事与经验传承,缺乏数学文化体验,不能深刻解读数学文化的文化内涵,不能创造性地还原数学家的数学发明、发现过程,就无法在生动的文化体验中传承数学,展现数学方法的神奇魅力。事实上,微积分的产生、发展的历史文化过程本身就是一部生动的素材。积分思想源远流长,从古代的穷竭法、割圆术到同维无穷小法、不可分量法、分割求和法,直到17世纪发生了由量变到质变的飞跃,牛顿与莱布尼兹揭示了微分与积分的内在联系—微分基本定理,使数学从常量数学跨入变量数学新时代。定积分的定义就充满了辩证法:直与曲、整体与局部、有限与无限、特殊与一般、近似与精确、否定之否定等等[15],体现得淋漓尽致,这都需要教师去挖掘。微积分的应用以及牛顿、莱布尼兹等数学家解决最值、曲线长度、曲面面积、瞬时速度等问题精彩的思考过程是对学生展示、体验数学家们思考过程的绝佳机会。当然,也不乏

向学生提及牛顿与莱布尼兹之间关于微积分发明之争,都是对学生进行情感、态度与价值观的经典素材。结合教材讲数学史,讲科学家为追求真理而忘我的奋斗精神,培养学生科学的世界观好的行为道德科学素养和心理品质以及爱国主义精神,培养学生尊重科学、坚持真理的科学品德,培养他们爱国主义以及社会责任感和民族自尊心和高尚的道德情操。在教学中应自觉地用辩证唯物主义观点去分析教材,培养他们辩证唯物主义思想,教育学生要有执着求真的精神,不怕困难和顽强意志,培养学生的挫折意识,竞争意识,学会调节心理[16]。

在利用高等教材内容来落实培养学生的情感、态度与价值观时,还要注意教师的个人魅力,全方位多角度落实。比如应尽可能的进行多元化的教学评价,既要关注学生知识的掌握情况,又要关注学生能力的形成结果;还要更多地关注学生学习过程中所表现出来的情绪、态度;既要对学生学习结果进行评价,又要对学生学习过程进行评价;不仅要求学生掌握知识、提高能力,还要让学生的情感与态度得到体验,价值观得到提升;既要对回答问题正确的学生进行表扬,又要对回答错误的学生的积极性进行鼓励[12][13]。多使用正面的、鼓励性的、积极的语言,积极引导有错误见解的学生,促进他们进行解题思考,进而自行修正。对教师自身而言,自己也要注重形象,尽一切可能调动自己的积极的情感因素,进而使学生的积极情感得到激发和培养。一名优秀的教师,无论何时,只要面对学生就要带着愉悦、微笑、宽容和鼓励来开展教学,而把所有的烦恼、不悦或悲愤情绪抛开。教师的每一个充满深情的微笑、抚摸与鼓励,目光中的关切与期待都会激发学生的情感,会成为学生情感升华的催化剂[12][13]。

4. 结束语

高等数学中三维目标的实现不是一蹴而就,需要多方面的努力,也需要更加注重细节,高等数学讲课内容更应注重所谓的 STEM 教学理念,不仅对教师的知识层面要求更高,对教师的个人魅力也有更高要求。具体教学实践中,我们还处在第一、二维目标阶段,我们结合了我们学校学生的具体实际以及计算机应用的现实,比如,我们不仅采用问题驱动来讲解一些概念(如导数),还注重了数值含义的理解,利用小程序计算数列收敛速度、计算定积分的近似值等。实际上,第三维目标也符合目前我国提出的课程思政,高等数学的课程思政需要进一步探讨,这应该是一个润物细无声的过程。除此以外,在目前压缩学时还处理三个目标的关系,三个维度是相辅相成、和谐统一、缺一不可的,但也不能增加学生的负担,问题驱动也不可过多,但必须是经典的,不能喧宾夺主,鼓励学生自己动手、相互讨论。

基金项目

河南工业大学教改课题部分研究成果。

参考文献

- [1] 钟启泉.“三维目标”论[J]. 教育研究, 2011(9): 62-67.
- [2] 黄伟. 教学三维目标的落实[J]. 教育研究, 2007(10): 56-57.
- [3] 教育部非数学类专业数学基础课程教学指导分委员会. 工科类本科数学基础课程教学基本要求[J]. 大学数学, 2004, 20(1): 1-6.
- [4] 教育部高等学校大学数学课程教学指导委员会. 大学数学课程教学基本要求(2014 年版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [5] 全国高等学校教学研究中心. 工科数学系列课程教学改革研究报告[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [6] 萧树铁. 高等数学改革研究报告[J]. 数学通报, 2002(9): 3-8.
- [7] 马知恩. 工科高等数学课程教学改革五十年[J]. 中国大学教学, 2008(1): 11-16.

- [8] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(上) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [9] 张奠宙, 柴俊. 大学数学教学概说[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [10] 顾沛. 数学文化[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [11] 张荣贵, 刘淑芳, 张淑霞, 李霞. 有效落实“三维目标”的实践研究[C]//十三五规划科研成果汇编(第四卷). 北京: 十三五规划科研管理办公室, 2018: 58-63.
- [12] 王丽英. 浅谈如何在数学课堂教学中落实三维目标[J]. 学周刊, 2012(7): 142.
- [13] 臧健. 在数学课堂教学中落实三维目标[J]. 中学生数理化(学研版), 2012(12): 68.
- [14] 许先云, 杨永清. 突出数学建模思想培养学生创新能力[J]. 大学数学, 2007, 23(4): 137-140.
- [15] 呼青英, 张宏伟. 定积分概念中蕴涵的对立统一思想[J]. 大学数学, 2008, 24(5): 203-206.
- [16] 肖丽娟. 在物理教学中渗透人格教育[J]. 科技创新导报, 2010(29): 135-136.