

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.S0.006

# 将研究性学习融入高等数学教学过程中的思考

吴强, 李建平

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 在高等数学的教学中, 有针对性的融入研究性学习, 引导学生通过知识发现、范例模拟、集体学习、自我激励和社会认知等机制, 系统地优化知识结构, 提升数学素质, 进一步推进高等数学的教学改革向深层次发展。

**[关键词]** 研究性学习; 高等数学; 教学改革; 思考

**[中图分类号]** G642 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)S0-0017-03

## Thoughts on Integrating Research - based Learning into Higher Mathematics

WU Qiang, LI Jian - ping

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** In teaching advanced mathematics, integrate the research - based learning specifically into it, and through the mechanisms such as knowledge discovery, paradigm imitation, collective learning, self motivation and social cognition, the students are guided to optimize the structure of knowledge systematically and progressively, to improve mathematical quality, and further the educational reform of advanced mathematics.

**Key words:** research - based learning; advanced mathematics; education reform; thoughts

作为一种先进的教学理念, 从上个世纪九十年代以来, 研究性学习开始受到许多高等院校教学研究者、管理者和第一线教师的高度关注, 在多个层面上引发了教学改革向纵深发展。高等数学(微积分)是高等学校低年级学生的一门十分重要的基础课, 对高等数学的教学来说, 揭示数学思想的本质, 体会“严密、严格、抽象”的思维品格当然是第一位的, 但决不应该定位于仅仅传授给学生一套从定义、公理到定理、推论看起来无懈可击、天衣无缝的知识体系, 把他们的大脑变成一台解题机器, 或者一个小的数学图书馆, 更要让学生学会数学的思想方法, 掌握数学的精神实质, 领略数学的鲜活背景。基于此, 应结合数学教学内容, 有针对性的将研究性学习融入到高等数学的教学过程中去, 让学生了解到这些看起来枯燥无味但又似乎是天经地义的所谓概念、定理和公式并不是无本之木、无源之水, 而是有其现实的来源和背景, 有其物理原型或表现的, 从而激发学生的学习热情和

兴趣, 激活学生固有的知识存储, 提高学习效率, 关注和致力于数学的种种应用, 进一步提升学生的数学素质和创新能力, 在更加宽泛的平台上推进高等数学的教学改革。

### 一、研究性学习的内涵与本质特征

研究性学习, 是学生在教师指导下, 从学生生活和社会环境中选择和确定学习与研究专题, 主动地获取知识、应用知识、解决问题的学习活动。其基本内涵可概括如下: (1) 回归学生的生活世界。研究性学习针对传统课程与学生的生活世界剥离的弊端, 冲破学科疆域的束缚, 努力向学生的生活和经验回归。这种回归意味着研究性学习是“在生活中, 通过生活并为了生活”的学习过程。(2) 立足学生的知识存储和直接经验。研究性学习超越了以文化符号为表征的课程形态, 强调以学生的经验为核心, 对课程资源进行整合; 摒弃抽象的文化知识积累的认知方式, 倡导依靠学生的已获取知识

**[收稿日期]** 2011-07-22

**[作者简介]** 吴强 (1964-), 男, 河南商城人, 国防科学技术大学理学院副教授, 主要研究方向: 基础数学与信息获取。

和亲身经历不断获得新的知识。(3) 关注学生的自主探究。自主探究是研究性学习意义下的基本学习方式。研究性学习的重要目的就在于改变学生单一的知识接受性的学习方式和简单的技艺性的活动方式,使学生通过浏览、调查、访问、考查、测量、模拟、实验、劳动等多样化的探究活动开展学习。特征之一是开放性:研究性学习的核心是尊重学生独特的兴趣、爱好,适应学生个性化发展的特殊需要,为学生自主性的充分发挥开辟广阔的空间。只有开放才能将学生的需要、动机和兴趣置于核心地位,才能由每一个学生自主地选择学习的目标、内容及方式,进而实现学生从其生活世界中选择感兴趣的主题和内容。特征之二是其综合性:研究性学习注重以学生的现实生活为基础发掘课程资源,以学生的直接经验和体验为基础,通过对知识的综合运用去完整地认识作为有机整体的客观世界。特征之三是其实践性:研究性学习注重学生对生活的感受和体验,强调学生的亲身经历,让学生在实践去发现和探究问题,体验和感受生活,发展实践能力和创新能力。丰富多彩的探究发现,个体各异的实践体验,为学生的生活经验的积累和社会实践能力的锻炼开辟渠道。研究性学习的根本在于“学习”而不是“研究”,只有灵活地运用研究性学习,实现和接受性学习互相融合、统一、互补,才能对我们的教学和教学改革起到积极的推动作用。

## 二、将研究性学习融入到高等数学的教学过程中的必要性与可行性

在高等数学的教学中,教师依据教学大纲,采用“概念—定理—分析—证明—例题—扩展练习—习题”的输入式教学模式,给学生一套从定义、公理到定理、推论系统而完备的知识体系,概念和定理的讲授平铺直叙一带而过,不强调知识的形成过程、概念的产生过程及思维过程;例题及扩展性练习就是突出技巧、归纳题型;最后一个环节就是题海战术,让学生做大量的练习题,耗时又费力。这就使得学生不知道学数学有什么用途,看不到远景,缺乏学习的主观能动性和兴趣,以至于许多学生都认为这门课程甚为枯燥,很难学习和驾驭。从源头——教材来看,国内许多高校几十年来一直采用原同济大学主编的《高等数学》教材以应对教学大纲和统一考试,在以应试教育占主导地位的年代,其发行量之大令人叹为观止!该教材脱胎于前

苏联教材体系,核心内容是从数学分析教材简化、修改而来,客观上就不重视微积分的应用,为了适应非数学专业的教学,在修、简和降低难度时又删除了较深的理论内容,却又导致微积分的思想也变得隐晦而难以理解。事实上,人们已逐步认识到该教材体系存在着对微积分思想阐述的不足和应用与实际背景的描述不到位这两方面的问题,作为根深蒂固的积习,对高等数学的教学改革形成的阻力是显而易见的。而国外(以美国为例)的微积分教材强调数学知识的正确性、易懂性、有效性和应用性,经常采用实例化案例教学,拓宽数学知识的广度和应用范围。像优秀教材 James Stewart 的“Calculus: Early Transcendentals (5th ed)”以及“Thomas Calculus (10th ed)”在这些方面做得非常出色,特别强调数学概念的来龙去脉和数学思想的展示,总是通过简单易明的例子启发式的引入数学概念,并结合马上能引起学生兴趣的实际问题来加深理解,这些例子涉及自然科学、管理科学、人文科学及工程技术等各个领域,加上灵活多样的教学组织与实施,完善的考核评价体系,给人以耳目一新。其微积分课程教学的突出特点与优点,就在于有一个非常明确且一以贯之的原则,即数学教学的目的或归宿是说明自然界和人类社会的问题与规律性,解决人类所面对的困难和挑战。其丰富的本质内涵与研究性学习如出一辙,只是表现形式在不同方向上的差异。这恰恰是目前我们在高等数学的教学中的软肋。

在高等数学的教学中,要使学生深刻领会数学的思想方法和精神实质,有必要了解数学思想是怎样发现和发展的。数学发展的根本动力,它最初的根源不是来自内部,而是来自与之相关的外部环境,来自实际的需要,要让学生知道数学的来龙去脉,清晰勾画出数学与外部世界的血肉联系,这是将研究性学习融入到高等数学的教学过程中所能够解决问题,提高教学质量的重要依据。由研究性学习的内涵和表征可以看出,学习兴趣是学生学习活动中一个重要的心理因素,学生对学习有无兴趣,主动还是被动,学习效果截然不同。古人云:“知之者不如好之者,好之者不如乐之者”。由“好”和“乐”所产生的追求、探索知识的迫切性,是学好高等数学克服一切困难的内部动力,是思维发展的前提,要使学生学好,必须先让学生好学。张顺燕教授极精辟的四句话:“给你一颗好奇的心,点燃你胸中的求知欲望;给你一双数学家的眼睛,丰富你观察世界的方式;给你一个睿智的头脑,帮

助你进行理性思维；给你一套研究模式，帮助你实现超越”，清晰明了地指出数学的思想和方法无处不在。在教学组织与方法的实施上，将“学生为主体、教师为主导”的教学原则与“互动、参与、提高”等现代化教学思想相融合；合理利用多媒体与网络信息平台，将传统与现代教育技术相融合；教会学生使用数学软件求解数学问题，将研究性学习与数学实验、数学建模思想相融合；增强学生综合运用所学知识解决社会实际问题的扩展能力，并进行创新素质的培养，实现课内与课外、理论与实际的相融合。

但另一方面，如果对高等数学中的每一个概念、每一个公式都要分析它的原生态模型、背景结构与扩展，都要求“回归生活世界”，这不仅不可能，也无必要。数学的思想方法还有一个重要的特点，那就是一旦形成了基本概念和方法，就不再需要实际需求的刺激，单凭解决数学内部矛盾这一能动诉求的推动，单凭抽象的数学思维与推理，也可以不断向前推进，其速度、进程往往超过同时代的其它学科。从数学本身这一规律来看，在高等数学的教学过程中，接受性学习（包括输入式、学导式、启发式等教学方法）仍占据重要地位，而研究性学习应针对该门课程的核心概念和重要内容，是向高等数学教学过程中的融入与渗透，力争和已有的教学方法与内容有机的结合，充分发挥研究性学习的启发、引领作用，不能遍地开花、自成体系、自我完善，以免过多地占用学时，加重学生的学习负担。

### 三、将研究性学习融入到高等数学的教学过程中的思考

在高等数学的课程体系中，研究性学习只能是一种学习方法，是接受性学习的补充和完善，不能成为一门课程。结合近年来国防科技大学实施精品课程建设中的经验，我们认为将研究性学习融入到高等数学的教学过程中来是非常必要的，也是大势所趋。

#### （一）建设好一本教材

教材建设，在内容体系上首先要保持传统，强调数学知识的系统性、完备性、严密性与技巧性，注重抽象思维和逻辑推理能力的培养；第二，就是要深入浅出、较为直观地阐明微积分的思想，不妨借鉴数学史上的直观思路；第三，模块式地置入数学实验与数学建模的内容，以及综合运用数学知识

和数学软件解决来自自然科学、社会科学、工程及军事领域应用中的实际问题，为开展研究性学习提供一个可操作的平台；第四，在习题的选配上要体现出鲜明的层次，要增加应用性和实验性的内容，以此加强课程的实践性教学环节，通过对开放性问题的探索和研究性学习的展开，培养学生的创新精神和创新能力。

#### （二）精选适合研究性学习的内容

结合教育信息化技术的不断发展和数学实验、数学建模课程建设的不断完善，定期组织进行研讨，以便更科学地从接受性学习和研究性学习各自的教学目的出发，区分和确定与之相适应的教学内容，进一步搞清楚哪些内容适合接受性学习的教学，哪些内容适合研究性学习的教学，整合资源，优化配置，更有效地释放研究性学习的巨大能量。

#### （三）在教学实施过程中的几点建议

（1）牢记宗旨，把握整体目标。无论是哪种教学方法都还要与传统的方法相结合，所有的形象思维最后都要提高到抽象思维，否则就不是高等教育；

（2）重视学生固有的知识存储和原始观念。对有些数学的基本概念可能从未接触过，但凭经验就可以大体理解（虽然不一定十分准确），这是人的思维能动性的体现，星星之火可以燎原，应倍加珍惜；

（3）回归微积分发现时的原始形态。返朴归真，重现微积分发现时的原始形态，让学生知道来龙去脉，触摸到人类文明闪光的基因和微积分的真实性；

（4）强调矛盾的对立统一规律，运用哲学思想加深理解。常量和变量，有限和无限，近似与精确，抽象与具体等等，微积分中充满了矛盾，在解决这些矛盾中前进，兴趣与好奇心驱使学生不断向上攀登；

（5）用问题驱动思辩，激发火热的思考。用带有启发性和形成链条的问题，驱动思辩，让一切都发生得自然而连贯，所有的概念与方法都是合情合理、承前启后的；

（6）让学生领悟到微积分是一棵常青树，常学常新。不断地用一些新的问题和方法取代旧的问题和方法，微积分是以提出问题、解决公案为己任的。费儿马大定理的最终被攻克，得助于经典的椭圆曲线。问题既在，微积分永存！

（7）诠释微积分的文化内涵与品格。数学有三个层面，即理论思维、技术应用（下转第29页）

景有了更好的了解,实质性进入课题的时间大幅缩短,创新能力明显增强。本方向的研究生在硕士期间至少可以完成1篇EI论文,一般可以写2篇EI论文,有的学生在硕士期间撰写了4篇EI论文,有的学生在硕士期间撰写了1篇SCI和一篇EI论文,1名博士已经发表了5篇SCI论文,并且在国际物理学顶级期刊《Physical Review Letters》上发表论文2篇。本专业2名硕士研究生获得国防科技大学首届硕士研究生创新资助,1名博士研究生获得国防科技大学创新资助,1名硕士研究生获光华奖学金和校级优秀毕业生。可以看出,近几年本科课题组在研究生培养方面取得了很大进步,研究生创新能力明显提高,这与我们这几年积极探索创新型教学模式有直接而密切的关系。

### 五、思考与启示

为了实现我校创建具有我军特色的世界一流大学的宏伟目标,进行创新性教学是至关重要的。近几年作者依托等离子体学科,进行了一些创新性教学模式的探索,取得了较好的效果。通过等离子体专业相关课程创新型教育模式探索,我们可以得到如下启示:

课程建设是培养创新性人才的基础。课程建设包括教师的选拔和培养、教材的遴选或编撰、教学内容的确定、教学方法的选取、作业和考核的内容和方式等方面。它对于激发学生学习兴趣,提升学生专业素养,提高科研能力

都起着重要作用,因此,必须加强课程建设。

课程建设是学科建设的重要环节,必须和学科研究方向紧密结合,才能发挥出课程建设的作用。从大的方面讲,要结合学科研究方向合理设置课程体系;从小的方面讲,要优选每门课程的内容。通过系列课程的学习,使学生对本专业方向具有浓厚兴趣,既有深厚的理论基础,又有较强的解决实际问题的能力,为以后的科研工作打下牢固的基础。

### [参考文献]

- [1] 张家泰. 激光等离子体相互作用物理与模拟[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1999.
- [2] William L. Krue. The Physics of Laser Plasma Interactions [M]. Lawrence Livermore: Addison - Weyley Publishing Company, 1988.
- [3] 贝克菲. 激光等离子体原理[M]. 上海:上海科学技术出版社,1981.
- [4] 常铁强等. 激光等离子体相互作用与激光聚变[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1991.
- [5] 张钧,常铁强. 激光核聚变靶物理基础[M]. 北京:国防工业出版社,2004.

(责任编辑:胡志刚)

(上接第19页)

和文化修养,要让学生充分认识到数学是一种文化,数学也是拟人化的,支撑数学的基础在于它的文化价值;

(8) 优化评价指标体系,完善考试考核管理制度与方法。加强教学过程设计与评价的指标体系建设,包括实验、作业、讨论、口头发言或小论文报告等,都应成为这一时期教学评价的有效形式。具体来说,以“能力测试+过程评价+报告+考试考核”相综合,注重对学生数学素养的培养效果检查,注重考查学生的创新能力、数学语言表达能力、用数学知识来解决实际问题的能力,加之以阶段总结性的考试方法,来构建课程考核体系的合理框架,充分挖掘学生的潜能,最大限度地调动学

生学习高等数学的积极性,提高学习效率。

### [参考文献]

- [1] 李大潜. 将数学建模思想融入数学主干类课程[J]. 中国大学教学,2006(1):9-11.
- [2] 张伟平. 美国微积分教学的“四原则”[J]. 高等数学研究,2007(1):12-17.
- [3] 郭镜明,等. 美国微积分教材的习题配置特色[J]. 大学数学,2005(4):13-16.
- [4] 李建平,等. 面向新型军事指挥人材的数学课程与教材建设[C]. 大学数学课程报告论坛论文集,高等教育出版社,2006:265-268.

(责任编辑:卢绍华)