

【专题：项目式学习】

编者按：项目式学习作为培养创新人才和开展综合实践活动的重要教学模式之一，成为基础教育领域的研究热点。本期专题文章着重探讨通过项目式学习开展跨学科学习等各类数学综合实践活动，以培养学生批判性思维等创新思维能力，希望能对教师朋友们有所启发。

指向批判性思维培养的高中数学项目式教学模式探索

宫海静 邵志豪

【摘要】创新人才培养需要关注批判性思维培养，更需依托教学方式变革。高中阶段作为创新人才培养的重要阶段、批判性思维培养的最佳时期，开展指向批判性思维培养的教学模式探索具有现实意义。本研究构建了指向批判性思维培养的高中数学项目式教学模式，即包含目标层、主体层与活动层的三级交叉结构，通过准实验研究法，以修订版加利福尼亚批判性思维倾向量表为测量工具考察了该教学模式在教学实践中的效果，结果表明高中数学项目式教学模式对于培养高中生批判性思维是有意义的。

【关键词】创新人才培养；批判性思维；高中数学；项目式教学；CCTDI

2019年2月中共中央、国务院印发了《中国教育现代化2035》，明确提出“提升一流人才培养与创新能力”，“加强创新人才特别是拔尖创新人才的培养”。大量研究表明批判性思维^①是打开科学创新之门的钥匙，是创新思维的动力和基础，是创新人才最重要的心理特征。因此，培养创新人才，必须培养学生的批判性思维能力。与此同时，高中阶段是创新人才培养的重要阶段、批判性思维培养的最佳时期，在该时期开展指向批判性思维培养的教学探索无疑对于创新人才培养有着丰富的现实意义。

一、基于高中数学项目式教学培养批判性思维

目前国内关于批判性思维的研究，主要集中在高等教育阶段，很多学者开展了关于本科生、研究生批判性思维发展水平的调查研究并依据调查结果提出了富有建设性的意见与建议，无论从学科本质还是实践效果，数学教学都是培养批判性思维的重要手段。目前教育界对于普通高中学生批判性思维培养的研究更多集中在通过学科教学促进批判性思维培养的应然分析方面，缺少实然的效果检验，在学科选择上也更倾向于语文、外语、历史、政治等人文学科，

基于数学学科的研究并不多。

批判思维的培养需要落实在教学实践中，没有教师课堂教学行为的真正改变，全面培养学生批判性思维必将是一句空话。项目式教学是近年来备受关注的一种教学模式，项目式教学与以讲授为主的传统教学方式不同，是在教师指导下，以学生为中心，通过完成一个完整的实践性项目而进行的教学活动，是一种以合作学习和自主建构为核心的课堂教学模式，它不再以学习结果为教学目标达成的衡量标准，而更关注学习过程，关注过程中学生的自主学习与合作探究，更加强调“做中学”，更强调过程性评价。大量国内外教学改革实践已经证明，项目式教学模式对于培养学生高阶思维能力有效。

近年来，项目式教学在国内备受关注，很多学者针对于不同的教学目标、教学形式构建了不同的项目式教学模式，例如基于建构主义理论的项目式教学体系、基于翻转课堂的项目式教学模式、面向计算思维能力发展的项目式教学、问题解决视角下VB程序的项目式教学、融入思政元素的实验项目驱动式教学等，对构建项目式教学体系的基本思路、目标体

系、过程构建及教学组织等的讨论越发充分,基本上达成了项目式教学要关注目标设定、内容选取、情境活动及教学主体几个关键要素的认识.与此同时,还有很多中学教师基于项目式教学开发了大量的教学设计、教学课例,例如设计了以“制作一枚食用皮蛋”为学习主题,包含五个项目任务的教学实践,开展了以“汽车尾气有害气体 CO 和 NO 的治理”为例,发展学生“变化观念与平衡思想”素养为目标的项目式教学设计等,为中小学教学实践提供了很好的范例.当然,这些教学案例更侧重于“实然”的一线教学实践样态,而缺少对“应然”的理性辨析.不难发现在项目式教学实践中,化学学科的课例最为丰富,学科间存在着不均衡的特点,数学学科的项目式教学实践研究还相对较少.结合国内外研究结果开展高中数学项目式教学模式研究工作,既是对批判性思维培养的有益尝试,也会丰富项目式教学模式实践.

二、指向批判性思维培养的高中数学项目式教学模式设计

于冬梅老师认为“课堂教学变革的应有逻辑是未来人所需的素养决定了学生所需的学习内容,进而决定了教师的教学内容”.指向批判性思维培养的高中数学项目式教学模式是课堂教学变革的一次尝试,其模式构建也必须解决目标、内容、活动、主体间的结构问题.其中,目标层统领课程结构和设计,活动层是目标层得以实现的方法与场域,主体层则是联结目标层和活动层的关键要素(如图1所示).

(一) 目标层——项目式教学模式设计的指南

指向批判性思维培养的高中数学项目式教学,

其初衷是在缄默的批判性思维发展目标达成过程中,通过将教学主体的角色定位、实施过程以及行动路径等关键要素汇聚于教学框架之中,通过在目标制定、教学活动、项目实施、交流展示以及活动评价等环节完成过程中所实现的信息提取、逻辑推理、反思判断、问题解决等一系列行为序列,通过对问题解决过程中交替出现的挫败感与成就感的情绪协调与把控,最终实现批判性思维提升的教学模式.也就是说,决定学生批判性思维发展程度的不仅仅是关注项目本身的完成程度,更重要是在项目完成过程中所付诸的实际行动与实践体验,即过程大于结果.因此,目标层的确定既要包含批判性思维相关知识与技能的提升、项目问题的解决还要体现精神意识.

(二) 主体层——项目式教学模式实施的关键

项目式教学模式决定了师生在项目完成过程中的“双主体”地位.鉴于高中生逻辑推理知识相对欠缺、资料搜集能力相对薄弱、数学知识相对局限,高中数学项目式教学的实施过程应紧紧围绕项目开展的需要,采用半结构化课堂教学模式,一方面不能摒弃封闭式传统教学模式,例如有逻辑推理等一般知识的讲授、资料搜集与甄选标准的介绍等,另一方面要有开放式的项目实施与研究过程,即在自主学习、同伴互助、合作探究中实现项目教学的基本结构与流程.因此,师生的双主体地位在不同的阶段有不同的体现.在项目设计阶段,即项目甄选与教学目标确定时,教师是课程的设计者与开发者;在项目准备阶段,即关于项目实施过程中所需的常用逻辑推理

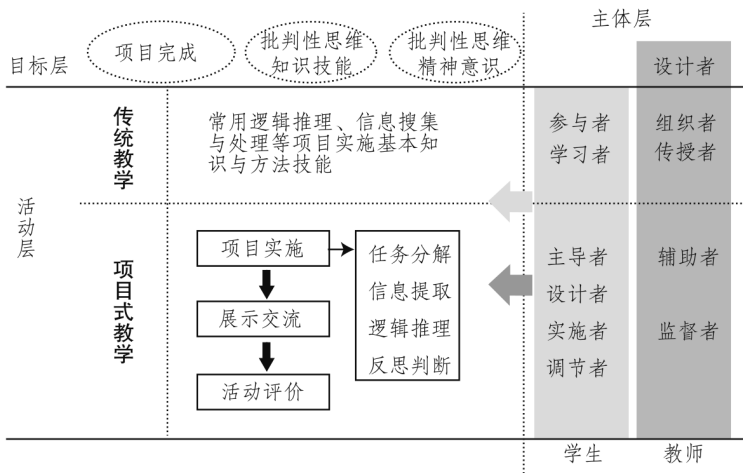


图1 批判性思维导向的高中数学项目式教学模式框架图

以及信息搜集与处理等相关知识、方法的学习过程中,教师是教学活动的组织者与传授者,学生则是教学活动的参与者与学习者;而在项目开展阶段,教师是项目实施进展的监督者和辅导者,学生则成为了项目实施过程的主导者、设计者、实施者与调节者。在整个高中数学项目式教学模式中,教师的角色定位逐渐由台前转到幕后,逐渐由主导者转变为辅助者;学生的角色定位则逐渐从台下走到台上,逐渐由学习活动的被动接受者转变成为学习活动的主动者。

(三)活动层——项目式教学模式效果的保障

活动是高中数学项目式教学的核心部分,活动既包含项目确定阶段教师开展的基于学情的调研活动和项目设计活动,又包含项目准备阶段师生共同开展的关于知识方法的学习活动,更包括项目实施阶段中学生所进行的自主学习、合作探究、展示交流、反思总结活动。活动层是影响批判性思维提升效果的重要环节,是目标层达成与否的关键,更是主体层角色地位得以充分体现的场域。因此,指向批判性思维培养的高中数学项目式教学模式活动层要实现课堂活动与课后活动的良性互作,既要确保活动能有计划地顺利开展,又要确保活动高质、高效。

三、指向批判性思维培养的高中数学项目式教学模式的实践探索

依据指向批判性思维培养的高中数学项目式教学模式的三层立体交叉结构,笔者以校本选修课的形式进行了教学实践。项目设计阶段,结合高一年级数学必修1部分的教学内容,基于高一年级学生的知识结构和认知水平,经过几轮一线教学专家咨询与讨论,最终确定了符合高一学生认知发展水平又适合开展进一步探究学习的文献综述类、推理论证类、调查建模类共计3类6个项目话题(如图2所示),并确定了课程内容、课程实施计划以及评估方

式,依托学校校本选修课平台开展了为期12周的教学实验,并对实验效果进行了评估。

(一)研究对象与方法

吉林省D学校高一年级所有学生通过中考和校内考试的双重选拔模式完成分班,虽然班型间存在差异,但是班级内部差异较小,本研究以校本选修课形式开展,以来自14个班级的43位选修学生为研究对象(实验组),采用自助法,将同一年级550名非选课学生作为对照组。一方面选用修订后的加利福尼亚批判性思维倾向量表(简称CCTDI)对实验组学生的批判性思维倾向水平进行前后对比。另一方面,在教学实验完成后对照组学生也同时进行批判性思维倾向测量,通过实验组与对照组测量结果比对,实现教学效果的有效评估。所有实验数据都使用SPSS19.0统计软件进行分析。

(二)研究工具

以加利福尼亚批判性思维倾向量表中文版为基础量表,该量表题目形式为封闭式选择题,包含“寻求真相”“开放思想”“分析能力”“系统化能力”“批判性思维自信心”“求知欲”“认知成熟度”共7个维度,每个维度有10小题,共计70小题,每小题设置6个选项:“强烈赞成”“赞成”“基本赞成”“不太赞成”“不赞成”“强烈不赞成”。首先,将加利福尼亚批判性思维倾向量表中文版连同英文原量表一起发给两位高中数学教师和一位心理学专业博士研究生对其文字表述进行修改,确定中文翻译稿,使之更符合中文表达特点和高中生的实际情况以及接受水平。然后,采用分层抽样与简单随机抽样方法,根据自愿原则,选取241位学生为调查对象发放测试问卷,共回收有效试卷228张,回收率为94.6%,采用SPSS19.0分别对测试量表进行项目分析、信度分析及效度分析。

1. 测验工具项目分析。首先,利用临界比率法对所有项目进行筛选,以剔除鉴别度低的题项。将与每

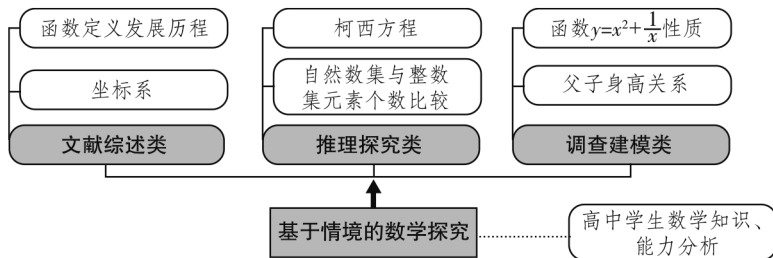


图2 批判性思维导向的高中数学项目式教学项目类别

个题目相对应的调查得分进行排序,得分前 25% 为高分组,得分后 25% 为低分组.对高低两组的每题得分均值用独立样本 t 检验,剔除所有题项在各维度的高分组和低分组之间没有达到统计学显著性水平 ($\text{Sig} > 0.01$) 的试题.对高低两组每题得分均值用独立样本 t 检验,结果显示有 3、11、12、17、21、43、56、61、66 共计 9 题没有达到显著差异水平,说明这些题项的可靠性和适切度欠佳,故删除此 9 项.

2. 信度和效度检验.信度代表量表的一致性 or 稳定性,本研究以 Cronbach's α 系数衡量正式问卷的信度,如果总量表的内部一致性 α 系数越高,表示信度越高.若题项删除后的量表整体信度系数比原先的信度系数(内部一致性 α 系数)高出许多,则此题项与其余题项所要测量的属性或心理特质可能不相同,代表此题项与其他题项的同质性不高,可考虑将此题项删除.本问卷 α 系数为 0.903,呈现高度一致性.删除各题后 α 系数均在 0.899 至 0.905 之间,因此删除某题项对信度无较大影响.

本研究以 70 个测评题项得分进行探索性因素分析,KMO 值为 0.804, Bartlett 球形检验 χ^2 值为 7149.045 ($p = 0.000$),达到极显著水平,说明适合做因素分析,采用主成份分析法,结果显示公因子方差无小于 0.2 项,均在 0.612 ~ 0.742 之间,表明被表达效果良好.抽取主成分结果显示各因素共同解释 68.656% 的变异量,大于 50%,符合标准.

基于以上统计分析结果,本研究将适切度欠佳的 9 个试题剔除,最终构成修订版 CCTDI 用于批判性思维培养教学的实验效果检测.

(三) 研究结果

1. 实验组学生批判性思维倾向对比.本研究对所有 43 名参加选修课的学生测量结果进行成对样本统计量分析,并对每个学生测量结果做成样本,并对样本 t 检验处理,取 90% 的置信区间,即 $\text{Sig.} < 0.1$ 时为存在显著性差异.结果显示:教学实验前后,学生在整体水平以及“寻找真相”“开放思想”“分析能力”“系统化能力”“批判性思维自信心”“求知欲”及“认知成熟度”这 7 个维度的平均得分均有所提高.同时,学生测量结果成对样本 t 检验显示:教学实验前后,学生在“批判性思维倾向总体” ($\text{Sig.} = 0.073$) “批判性思维自信心” ($\text{Sig.} = 0.01$) 和“认知成熟度” ($\text{Sig.} = 0.076$) 这 2 个维度存在统计意义上的显著性

差异.

2. 实验组与对照组学生批判性思维倾向对比.为了尽量弱化非教学实验因素对于学生批判性思维倾向的影响效应,本研究在教学实验结束时,依据自愿原则对高一年级的非选课学生进行了修订版 CCTDI 的问卷调查,共发放问卷 550 份,回收有效问卷 510 份,回收率为 92.7%,参与教学实验的学生在试验结束提交有效问卷 43 份,回收率为 100%.

考虑到开课形式为选修课,学生来自 D 学校所有班型的所有班级,但是其分布呈现随机样态.与此同时,全学年班型之间生源存在明显差异性.考虑到参与教学实验组与未参与教学实验组分布的差异性会对结果产生影响,故本研究采用统计学中自助法 (Bootstrapping),按参与教学实验的学生所在班级参与调查人数比例 1 班:2 班:3 班:4 班:5 班:6 班:7 班:8 班:9 班:10 班:11 班:12 班:13 班:14 班 = 10:12:9:9:6:8:12:8:10:10:12:8:6:12 将参与教学实验样本容量扩充至 132,并对参与教学实验组与未参与教学实验组进行了组间描述性分析和独立样本 t 检验分析.对两组数据进行组间描述性分析,结果表明:参与教学实验的学生相比于未参与教学实验的学生在“寻找真相”“开放思想”“分析能力”“系统化能力”“批判性思维自信心”“求知欲”“认知成熟度”七个维度的得分以及总得分均呈现增加态势.对两组数据取 95% 置信区间进行独立样本 t 检验,结果显示以上 7 个维度和总体 ($\text{Sig.} < 0.05$) 均成立,即均存在统计学意义上的显著差异.

四、指向批判性思维培养的高中数学项目式教学未来实施建议

通过教学对比实验,本研究发项目式教学实践过程中存在教师课程整合能力薄弱、学生课堂体验较为辛苦、课堂教学评价体系单一等问题.针对这些问题,本研究对未来项目式教学的开展提出以下建议.

(一) 提升教师综合能力是开展高中数学项目式教学的前提

本研究以传统教学与项目式教学相结合的方式开展,对教师的综合能力提出了更高的要求:首先,教师需要根据学生所处学段和学习内容重新整合选取项目主题或话题,而非按照教材进行内容的讲授,

需要对知识内容进行再学习与再加工,教师成为他们自己教学的学习者,需要具备较好的学科重构能力;其次,高中数学项目式教学设计中,需要将信息技术融入学科内容的教学策略中,这对教师综合研判学生对技术的接受、掌握程度及明确技术提升批判性思维机理的能力提出了更高的要求。最后,教师应该在教学设计与实施过程中,注重学生认知与情感体验的统一。数学学科具有抽象性强、逻辑性强、应用性强的基本特色,教师要通过过程性评价、开放性和探究性结果评价体系,兼顾高中生批判性思维培养与数学学科特征之间的互动作用,避免出现学生参与课堂积极性不高、课堂教学评价滞后的问题,教师需要具备更高的教育心理学实践能力。

(二) 适恰的教学干预是持续开展高中数学项目式教学的关键

本研究将学科教学与思维培养进行融合,一方面,使得批判性思维培养形式具化到具体教学行为当中,使之更加具有可操作性;另一方面,对高中阶段(批判性思维培养黄金期)数学学科(批判性思维培养最有效学科)的教学模式改革进行了尝试,虽然研究结果支持了冷静、Abrami P. C. 等学者的观点,即教学干预对学生批判性思维具有显著提升作用,但是项目实施的节奏过快,项目难度较大,使得很多学生课堂体验较为辛苦,这将不利于保持学习热情,也会有损学生的项目活动参与度。因此,适当的项目难度、适时的鼓励引导、适度的任务安排是持续开展高中数学项目式教学的关键。

(三) 构建多元评价体系是保持高中数学项目式教学效果的保障

本研究采用对经典测评工具——加利福尼亚批判性思维倾向量表进行修订的方式获得实验效果监测量表,这种标准化的测量更多地体现学生批判性思维倾向的变化,而无法衡量学生在数学学科中使用到的批判性思维技能,存在一定的局限性,对于项目式教学的开展与推进意义也比较有限。因此,构建包含教师评价、项目组内评价、项目组间评价,涵盖过程性评价和结果性评价的多元评价体系,将更有利于发挥教师评价对项目式教学实施的指导意义,学生自评和互评对项目式教学实施过程的促进作用。

本研究采用准实验研究法,表明了批判性思维

培养与高中数学学科教学融合是可教的,结合学生的认知水平和知识结构开展高中数学项目式教学实践,对于培养高中生批判性思维是有意义的。由于批判性思维培养指向高阶思维培养,故本实验仅选取了吉林省国家级示范校D学校的部分学生作为样本,虽对于优质生源具有一定的代表性,但是样本量依然有限。另外,围绕批判性思维是否适用于具体学科,恩尼斯主张将教学干预分成四种方式:一般方法、灌输法、沉浸法以及混合法。本研究既介绍浅表的批判性思维相关知识内容又结合数学学科开展教学活动,属于混合法教学干预方式,但是由于受校本选修课的运行模式限制,批判性思维相关知识内容的介绍比较粗浅,更多是通过学科教学研讨来强化批判性思维倾向。同时,本研究选用修订经典量表的方式获得量表,这种方式兼顾了经典量表的优势,又有利于弥补语言、文化等差异带来的影响,但是这种标准化的测量更多体现学生批判性思维倾向的变化,而无法衡量学生在数学学科中使用到的批判性思维技能,因此在实施效果评价中也存在一定的局限性。

注释:

①国内很多专家、学者更倾向于将批判性思维(critical thinking)称为审辩式思维,为了与加利福尼亚州批判性思维量表保持一致,故在本研究中批判性思维与审辩式思维不做区分,统称为批判性思维。

【作者简介】宫海静(1981—),女,吉林省延吉市人,东北师范大学教育学部博士生(吉林 长春 130021),东北师范大学附属中学高级教师(吉林 长春 130021),主要研究方向:学校课程与教学论;邵志豪(1974—),男,浙江省宁波人,东北师范大学教育学部博士生导师,东北师范大学附属中学校长,正高级教师,主要研究方向:课程与教学论。

【原文出处】摘自《现代教育科学》(长春),2023.6.108~114

【基金项目】吉林省教育科学研究“十四五”规划课题“高中生学术素养的内涵、评价指标及测评研究”(项目编号:GH21657)。