

STEAM 视角下基于 STAD 型 合作学习的课程设计研究 ——以小学博弈数学课程为例

白伟伟, 方海光, 黄雪, 焦宝聪
(首都师范大学, 中国 北京 100048)

[摘要]STEAM 教育作为一种以培养综合性高素质人才为目标的创新教育模式, 对提升学生创新思维、合作能力和综合实践能力具有积极作用。趣味性、跨学科、技术性、合作性是 STEAM 教育的鲜明特点, 教师可通过设计课程资源提高 STEAM 教育的功能和作用。本文将 STAD 型合作学习引入到 STEAM 教育课程设计中, 旨在课程实施中, 提高学生的团队协作能力和进步即成功的意识, 不断鼓舞学生取得进步。依据构建模型, 以博弈数学课程为案例, 有效地提高了学生的创新合作能力、探索学习能力、思考与解决问题能力, 塑造了积极的人格和价值观。该模型是一种具备可操作性和可推广性的方法, 就 STEAM 教育而言有较强的指导意义。

[关键词]STEAM 教育; 合作学习; STAD 型合作学习; 博弈数学

[中图分类号]G642.3 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1005-5843(2017)10-0108-07

[DOI]10.13980/j.cnki.xdjyxx.2017.10.020

一、引言

STEAM 教育理念是指以数学为基础, 借助工程和艺术解读科学和技术, 将人文艺术中的“谁来做”和“为什么”(Who and Why) 加入到 STEAM 教育领域的“做什么”和“怎么做”(What and How) 中, 形成良好的结构性课程, 发挥学生主体性, 促使正确的价值观在 STEAM 教育过程中扮演首要角色。STEAM 教育注重引导学生运用跨学科思维解决实际问题, 让学生远离碎片化的知识和死记硬背的过程, 引导学生联系不同学科之间的知

识, 不仅提升学生的演绎归纳等逻辑思维能力, 也培养了问题解决能力、自我实现的激励能力及同伴合作能力^[1]。STEAM 教育倡导 PBL(Project-Based Learning) 教学模式, 在两个层面上开展教学: 直接教学与小组协作问题解决。其注重培养将 STEAM 学科知识整合到某一核心任务中, 更注重培养学生的问题解决能力和创新能力, 但学生团队合作能力的培养有待加强。本文就此问题, 基于学生小组成绩分工法(Student-Team-Achievement Divisions Cooperative Learning, 以下简称 STAD 型合作学习), 并在 STEAM 视野下, 从提高

[收稿日期]2017-07-06

[基金项目]北京市教育科学“十二五”规划重点课题“基础教育学校课堂教学实验研究”(项目编号: ABA15008)。

[作者简介]白伟伟(1992-), 女, 山东聊城人, 首都师范大学教育技术系硕士生; 研究方向: 教育信息化绩效技术、STEAM 教育。
方海光(1975-), 男, 辽宁沈阳人, 博士后, 首都师范大学教育技术系教授、数字化学习实验室; 研究方向: 移动学习、智慧学习、教育大数据。黄雪(1993-), 女, 湖北荆州人, 首都师范大学教育技术系硕士生; 研究方向: MOOC、SPOC 在线课程教学、STEAM 教育。焦宝聪(1954-), 男, 北京人, 首都师范大学教育技术系主任、博士生导师; 研究方向: STEAM 教育、数学教育技术。

学生团队合作能力角度进行课程设计研究。

二、STEAM 教育的教学策略研究现状

关于 STEAM 教育的研究多集中在发达国家,如美国、英国等。美国的项目引路计划(PLTW)在中学阶段 STEM 课程中,如综合实践课程、信息技术课程或校本课程多采用 PBL 教学模式,STEAM [是 Science(科学)、Technology(技术)、Engineering(工程)、Arts(艺术)、Maths(数学)5 个单词的缩写]教育是 STEM 教育发展性、包容性更强的跨学科综合素质教育,逐渐聚焦在分析不同学科之间的联系,而非关注某些知识属于某种学科领域,要求各个学科在教学过程中必须紧紧相连。我国相关学者认为,STEAM 教育知识整合有三种方式:以学科知识整合为方向、以生活经验整合为方向、以学习者中心整合为方向。这三种整合方式的优点在于将其知识情境化与社会化^[2]。STEAM 教育采用的教学模式主要是 PBL 教学模式和问题式学习模式,利用学生自主探究的过程来获得与现实有关且能付诸行动的学习结果。PBL 以探究为基础的任务组成,这些任务帮助学生学习技术性、人文社科性的核心课程内容,是探究式学习的特殊形式,项目结束时以累积性的手工制作或体验来确定所获得知识,或以创意性的设计方案结束。有研究团队开发出支持儿童探究式教学方法的软件工具:(1)探究式学习在线评估与记录系统;(2)社会情绪能力评估系统;(3)执行功能评估系统与评估关键能力系统,帮助 STEAM 探究式学习的过程记录和评价^[3]。在美国中小学中应用比较广泛的是研究性学习,这是一种深层次的学习方式,建立在学生所掌握的基本知识与技能的基础之上。并对学生有一定的要求,学生需要在学习过程中创造出有价值的作品,并要以口述、海报等形式进行展示和结题^[4]。

STEAM 教育具有跨学科、趣味性、情境性、设计性、实证性、合作性等特点,强调在群体合作中相互帮助、相互启发,是基于现实环境的以学生为中心的教学模式^[5]。建构主义指出,学习环境的四大要素包括“情境”、“协作”、“会话”和“意义建构”。STEAM 教育的合作性指学生以小组为单元,搜集和分析相关学习材料、提出和验证假设、评价学习成果;学习者通过交流讨论完成学习任务。STEAM 教育系统强调合作性,因为合作学习不仅有助于提高学生成绩、形成学生对学科的积极态度、发展批判性思维能力等方面有积极作用,还

强调掌握知识技能的水平,使下一代能够将其所学知识应用于合作情境中,其最终目的是改变传统教学过度强调竞争的格局,响应教育社会化和培养社会所需人才的号召。

合作学习在 20 世纪 70 年代初兴起于美国,我国相关学者提出,合作学习是指以异质学习小组为基本形式,系统利用教学动态因素之间的互动,以小组总成绩为评价标准,促进小组内部进行任务分工,积极承担角色职能,共同达成教学目标的教学活动^[6]。合作学习方法包括 5 个要素:(1)积极互赖。要求学生知道自己为小组所有成员的学习负责。(2)面对面地促进相互作用。要求学生进行面对面的交流。(3)个人责任制。要求每个学生承担并掌握所分配的任务,分工明确,责任到人。(4)社交技能。(5)小组自评。要求小组定期评价学习活动的进程和功能发挥程度、以提高小组活动的高效性^[7]。目前,教学实践中运用多种合作学习方法或策略,譬如小组游戏竞赛法(TGT)、切块拼接法(Jigsaw)、合作阅读综合法(CIRC)、共学式(LT)、学生小组成绩分工法(STAD)、团队协助个人化(TAI)、学术争论(AC)、小组调查法(GI)等。

本文采用的研究方法为 STAD 型合作学习,STAD 是美国约翰·霍普金斯大学斯莱文及其同事所研制的一系列学生小组学习方法之一。它适合于大多数学科和年级水平,适合于有一个明确答案的简单陈述性知识的教学。STAD 型合作学习的原则就是小组奖励、所有人成功机会均等以及组内合作、组间竞争。在 STAD 型合作学习中,学生被分成几个学习小组,确定小组目标,且要求成员在成绩水平、性别、性格等方面具有异质性,实行个人责任制,小组成员享受平等的成功机会。教学流程先由教师授课;然后学生在小组内进行互助合作学习,使小组成员掌握学习内容;最后所有学生单独参加个人测验。把学生的测验得分与其以往测验的平均分或基础分对比,根据学生达到或超过他们自己先前成绩的程度来计分。然后将小组成员的个人分数相加构成小组分,进行团队竞争。但 STAD 型合作学习不存在任务专业化问题,不适用于个人学习^[8]。研究表明,STAD 与其他教学策略相比,将合作目标、任务与高度的个人责任相结合,稳定性和适应性更强,STAD 对学生的相互影响、同伴教学及提高技能有效。国外有研究表明,STAD 型合作学习与 PBL 教学策略比较,STAD 更有助于提高学生的数学学习成绩和解决问题的能力^[9]。

三、STEAM 教育下基于 STAD 教学策略模型的建构

在基于 PBL 的 STEAM 教育中的课堂组织实际上包含两个突出的问题：如何设计基于 PBL 的学习活动，从而使学生的学习和积极行为的表现最大化；学生分组活动时与课堂管理相联系的各种主题。当师生对协作性学习环境感到舒适自然时，项目实施效果更佳。本研究在 STEAM 教育课程中基于 STAD 教学策略，对其小组协作学习进行改进型模型构建(图 1)。

在开展 STEAM 教育项目活动时，首先确定 STEAM 项目学习目标，明确学生应取得的成就，规划合适的课程计划，对 STEAM 项目进行详细分析，即存在的问题和难点。在选择方法和技术阶段，选择适合于学生的教育方法，譬如示范、模拟、研究性学习或探究性学习等。教师根据学生的特征和明确的结果，选择适合于师生角色的乐高积

木、实验套件、网络应用等种类的技术，小型学习共同体和专业学习共同体有助于为 STEAM 学习项目挑选最合适的技术。学生在可能的可以自己选择，或必要时根据教师的指导来自行选择。

利用 STAD 教学策略进行小组分配，首先安排学生进行独立前测，判断学生水平，确定学生基础分，或依对学生的了解，征求学生意见来制定基础分，并对其排名，进行异质分组，使小组总体水平保持一致。在开展 STEAM 项目阶段，学生应承担积极的角色，并和其他学生进行合作。教师应确保 STEAM 项目中应用的技术运作良好，保证学生能正常使用。在把设备交给学生之前，教师务必通晓相关技术的全面知识，包括负面影响，如某化学试剂的腐蚀性等。同时，必须考虑学生技能的水平，给学生必要的时间和技术支持。教师要防止组内权利的失衡，对组内成员进行个人责任分工，并设计小组交流对话，为学生提供一个足够丰富的学习经验和社交互动的机会。

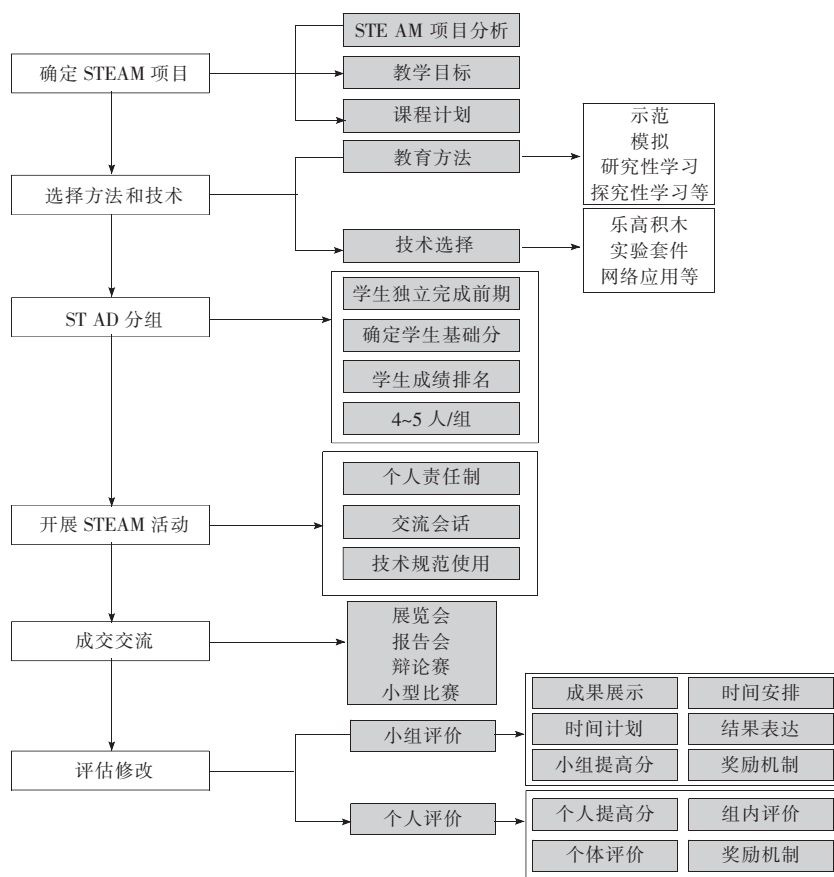


图 1 STEAM 教育下基于 STAD 教学策略模型

成果交流阶段，教师组织对小组成果进行展示和评价，提高学生的成就感，形式主要以展览会、

报告会、辩论赛、小型比赛等为主。在评估修改阶段，主要包括两个维度，即小组评价和个人评价。个人评价包括组内同伴评价、个体评价和个人提高分的计算。对于没有标准答案的项目，主要包括专业知识评价和合作能力评价，每一项目满分为 10 分；对于有标准答案的项目，可根据情况设计分值，个人提高分的计算方式如表 1 所示。小组评价包括以下维度：时间计划、结果表达、成果展示、教师专业评价及小组提高分。按照小组成员的提高

分，小组提高分可记为：小组分数 = 小组成员提高分之和 / 小组人数。最后，小组和个人分别进行统计分数并有相应奖励机制，详细过程如图 2 所示。

STAD 教学策略使小组成员通过自己的努力，进步幅度越大，个人成绩和小组成绩越高，且全体学生成功机会均等。提高分在于鼓励学生在 STEAM 教育活动中聚焦于进步的过程，保证全体学生的学习积极性，培养学生组内合作、组间竞争的能力。

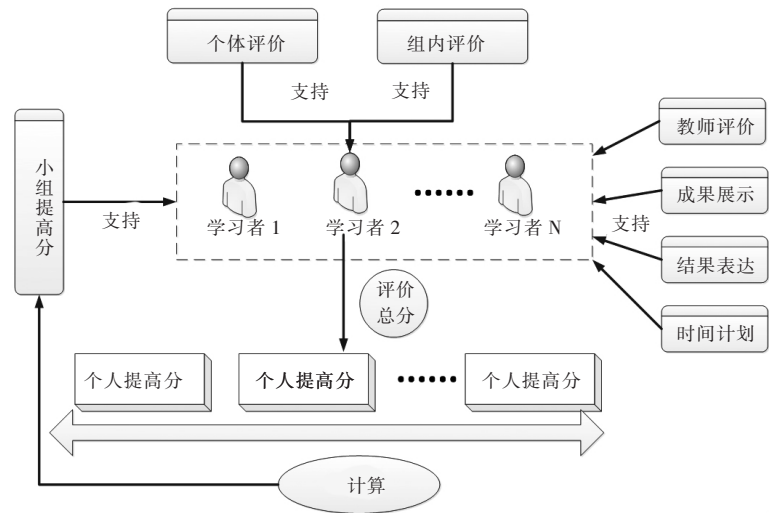


图 2 STEAM 教育下基于 STAD 教学策略计分模型

表 1 个人提高分的计算方式

评价总分 = (组内评价 + 教师评价 + 个体评价) / 3	个人提高分
低于基础分 10 分以下	0 分
低于基础分 1 ~ 10 分	10 分
高于基础分 1 ~ 10 分	20 分
高于基础分 10 分以上	30 分

四、博弈数学课程案例

(一) 重力棋的原理及特点

博弈数学教育课程由丹麦科技创新中心旗下 Gravity Board Games 教育机构与丹麦数学教育联盟共同研发并获得国际专利的教育产品，结合“数学思维、合作博弈、创新设计”项目体验式课程，融合了物理学、数学、人文社会科学等学科，该课程以 STEAM 教育理论为指导，提倡探索式学习，强调结论提炼对

学习和生活的指导和应用，适用于 7 ~ 16 岁青少年的活动课程、校外课程等。博弈数学课程体系所用教具为丹麦希格斯重力棋，棋盘如图 3 所示，棋盘蕴含了杠杆原理的知识，以棋盘中轴(数字 0 处)为支点，向左右两端延伸，为等长力臂。如图 4 所示，重力棋包括“4”、“3”、“2”、“1”游戏棋子，“7”平衡棋子，“1”圆形主棋和“1”三角形主棋，如图 5 所示，共四枚骰子，每面数字为“1”、“2”、“3”，学生通过投掷骰子，决定主棋的走棋策略，来获得游戏棋子，放置本方的黄色格子内，根据杠杆原理的知识，实现重力获胜，此种获胜方式称为二维零和博弈，或通过吃掉对方主棋获胜，此称为三维零和博弈。小组内部成员在最少时间内实现二维零和博弈，则称为合作博弈。重力棋蕴含了丰富的物理学、四则运算、概率与统计、博弈论等丰富的知识。如表 2 所示，课程体系结构包括零和博弈、合作博弈、数理逻辑和创新应用四个阶段，注重培养学生的数学思维、合作能力及创新设计能力。在课程设计中借助 STAD 型合作学习设计教学

活动，不仅有利于学生学习零和博弈、合作博弈的内容知识，提高学生综合运用知识的能力，同时有利于学生认识到个人与团体之间的关系，提高团队合作能力。

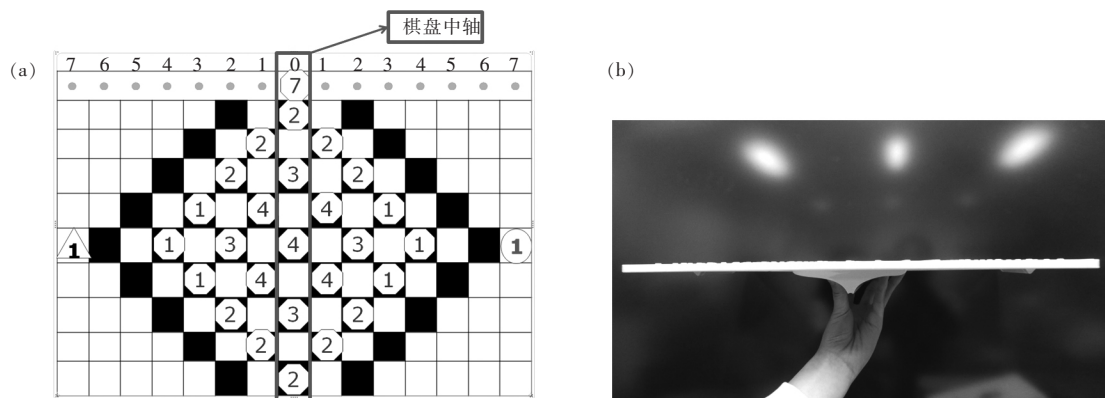


图3 重力棋棋盘



图4 重力棋的棋子



图5 重力棋骰子

表2 课程体系组织结构

阶段	名称	内容	培养能力
第一阶段	零和博弈	零和博弈中各方的获益和损失之和为零 三维博弈与二维博弈的区别 三维博弈对双方对策的影响 认识权重在博弈中的作用 零和博弈理论提升，阐述零和博弈社会价值 培养学习者用多种方式解决问题的思维	数学规则和数学思维 多种方式解决问题 团队协作 语言表达和沟通 图形模仿和认知
第二阶段	合作博弈	合作博弈对双方思维、对策及行为的影响 锻炼学习者在合作博弈中的有效沟通和表达 集体利益与个人利益冲突时，能够认清核心和本质 提升学习者集体利益为重的观念和和行为改变	独立思考 数学思维 数学应用 批判性思维 团队协作 语言表达和沟通
第三阶段	数理逻辑	运用乘法棋盘进行的快速运算 量化分析不同对策所产生的博弈结果 概率的基本认识和实际应用 深入认识概率和统计的基础知识 运用数学知识分析最佳策略并做出决策	独立思考 数学思维 创意思维 团队协作 语言表达和沟通
第四阶段	创新应用	学习者进行规则的自定义和创新 通过实践检验自定义规则的完整性和合理性 通过活动游戏锻炼学生的创新思维能力 提高学生在实际应用中的调整和优化能力	探索式学习 数学思维 批判性和创意 团队协作 语言表达和沟通

(二) 基于 STAD 型合作学习的博弈数学课程模型

本研究选取了北京市第二实验小学怡海分校五年级博弈数学课程的“合作博弈”知识点，教学目标是培养学生量化分析博弈，初步认识风险和概率计算的知识，引发学习者深入思考和行为改变；教

学难点是通过 STAD 教学策略，让学生认识到个人利益与团队利益相一致的观念，促进学生团队精神的培养，借助的技术为丹麦重力棋。学生在探索解决方案的共同目标上，遵循的技术规则如表 3 所示，规则的设计理念为个人利益与团队利益相一致。

表 3 “合作博弈”课程规则

规则 1	进行分组，抽签 4 人/组
规则 2	操作者：（3 人：2 人下棋，1 人指导） 双赢：双方各得 3 分，（指导者：3 分） 单赢：赢方 1 分，输方 0 分，（指导者：0 分） 双输：双方各得 0 分（指导者：0 分）
规则 3	时间分数： 每局比赛中达成双赢的顺序，分别得 10、8、6、4、2、0 分，比赛双方平分时间分数
规则 4	小裁判：满分 5 分 指导者：每次 5 分
规则 5	操作者：不能悔棋，悔棋双方得 0 分，对不文明现象进行扣分，每次 1 分 指导者：根据计算权重知识，认真指导操作者走棋 小裁判：认真监督别组比赛，若发现犯规，必须向老师举报。若没有向老师举报，或擅自离场，则对小裁判进行扣分（每次 1 分）
规则 6	吃掉的棋子放置顺序相同
规则 7	平衡棋子只能在左 3——右 3 范围移动
规则 8	权重：棋盘增加重量 = 棋子重量 × 移动距离

教师在课程前对学生进行测试，结合课堂比赛成绩，对学生重新进行分组，4 人一组。依据规则 8，开始进行活动，寻求合作博弈的胜利最大化。组内，两名同学对弈，一名同学负责指导，一名同学负责监督其他小组遵守纪律，文明下棋，组内成员各司其职，互相交流，共同为团队胜利赢取更多分数。四局比赛结束后，小组内部举行小型会议，推举一名汇报人，发表活动总结。小组成员填写评价表，对本人及其他小组成员合作能力及对弈成绩进行评价，记为个人提高分，鼓励学生不断进步，进步即成功。

(三) 案例经验及分析

根据小组比赛情况，统计各小组得分，选取第

一组为研究对象，组内成员的得分情况如表 4 所示，可知 A 同学的分数最高，裁判工作和指导者工作均完成，责任意识比较强，在合作博弈过程中，达到双赢，但时间分数稍有落后。A 和 C 同学较基础分数提高，个人提高分为 20 分。B 和 D 同学在第三局双输，均得 0 分，小组内部交流策略需提高，个人提高分是 10 分。如表 5 所示，第四组在每局比赛中均以第一名完成双赢比赛，可见小组协作能力比较强，值得推广。结合各小组基础分，计算得出小组提高分，第三小组提高分最高，其获得的进步更大，教师在评价阶段，不仅注重对第四组的表扬，还要有对第三组进步的认可和奖励。

表 4 小组内部分数表

姓名	第一局	第二局	第三局	第四局	总分	基础分	个人提高分
A	5	3 + 3	5	3 + 3	22	18	20
B	3 + 2	5	0	5 - 1	14	20	10
C	5	3 + 3	5 - 1	3 + 3	21	15	20
D	3 + 2	5	0	5	15	21	10

表 5 班级分数表

组	第一局	第二局	第三局	第四局	总分	基础分	小组提高分
第一组	20	22	9	21	72	70	20
第二组	24	10	14	16	64	72	10
第三组	22	24	10	24	80	56	30
第四组	26	26	26	26	104	95	20

STAD 型合作学习策略的优势是对进步的奖励和肯定,经过长期实践发现,设置更合理的奖惩制度也是对 STAD 型合作学习的有效反馈机制。设置奖项如班级优秀学习小组、进步学习小组、校级优秀学习小组、校级优秀班级等,与之相对应的是针对个人的奖励,如合作之星、进步标兵、三好学生等个人荣誉称号,全面促进以个人进步带动小组合作,形成良好的组间、班间、校间的合作与竞争,鼓励不同基础的学生完成不同层次的学习目标,进而推动学校的课程教学改革。同时,从博弈数学的研究角度出发,利用规则的自定义和创新,使合作共赢比单独完成任务的收益更能影响学生倾向于选择合作策略,对课堂组织开展的活动提出了更高要求,此经验同样适用于其他 STEAM 课程,例如 3D 打印课程、中小学编程教学等,亦可取得不错的效果。

五、结论

我国 STEAM 教育正处于发展初期,已有的课程资源零散且不规范,没有形成科学完善的课程资源体系。在设计融合 STEAM 教育资源时,资源设计者应从生活角度出发,融合数学、科学、工程等元素,不仅扩宽了学生的知识覆盖面,如信息技术、医学、数学应用、工程等内容,适当增加内容的纵向深度,结合 STAD 型合作学习设计教学,强调合作共赢对学生人格发展的重要作用。其突出的价值在于成功机会均等,重视进步的过程而非结果,以此鼓励学生树立成功的信心和追求成功的动力,使学生变得更加优秀。在 STAD 型合作学习中,学生提升自身能力的动机提高,对合作、决策认识更清晰,且锻炼了学生在合作学习中有效沟通和表达的能力。当集体利益和个人利益有冲突时,能够认清核心和本质,做出正确的决策,提高学生以集体利益为重的意识,引发学生深入思考和行为改变。本文在进行文献研究时发现,STEAM 教育强调以学科融合性来解决问题,利用 STAD 型合作

学习能提高学生的积极性和团队合作能力,存在的问题是其原有知识体系结构的劣构化,易造成学生知识结构不良,这种基础知识的结构性偏差在中小学是个不容忽视的问题。本项目的下一步研究方向是试图解决知识体系劣构化的问题,为 STEAM 教育实施方案的可行性增加加码。

参考文献:

- [1] 赵慧臣,陆晓婷.开展 STEAM 教育,提高学生创新能力——访美国 STEAM 教育知名学者格雷特·亚克门教授[J].开放教育研究,2016(5):4-10.
- [2] 余胜泉,胡翔.STEM 教育理念与跨学科整合模式[J].开放教育研究,2015(4):13-22.
- [3] 张丽萍,王嫣.用概念图解读合作学习[J].比较教育研究,2008(1):57-60.
- [4] 李谦,赵中建.美国中小学实施 STEM 教育个案研究——以北卡罗来纳州科学和数学学校为例[J].外国中小学教育,2014(5):55-60.
- [5] Tarim, Kamuran, Akdeniz, Fikri, The effects of cooperative learning on Turkish elementary students' mathematics achievement and attitude towards mathematics using TAI and STAD methods, Educational Studies in Mathematics, Jan. 2008, Vol. 67 Issue 1: 77-91. 15p. 6 Charts.
- [6] 王坦.合作学习简论[J].中国教育学刊,2002(1):32-35.
- [7] Rattanatumma, Tawachai, Puncroobutr, Vichian, Assessing the Effectiveness of STAD Model and Problem Based Learning in Mathematics Learning Achievement and Problem Solving Ability, Journal of Education and Practice, v7 n12 p194-199 2016. 6 pp.
- [8] 罗伯特·M·卡普特罗,玛丽·玛格丽特·卡普拉罗.基于项目的 STEM 学习[M].上海:上海科技教育出版社,2016.
- [9] 刘景福,钟志贤.基于项目的学习(PBL)模式研究[J].外国教育研究,2002(11):18-22.

(责任编辑:赵淑梅)

(下转第 124 页)

务，从而将“形势与政策”课的政治使命延续下去。

注释：

①有的院校是采取专家讲座的形式授课，有的院校是由辅导员教师讲授此门课程，有的院校是马克思主义学院成立独立的教研室，面对全校授课。我校属于后者。每个学期三个到四个专题，七周到八周的授课时间。

参考文献：

- [1] 马克思、恩格斯. 马克思恩格斯选集(第4卷) [M]. 北京: 人民出版社, 2012: 250.
[2] 孙利天. 传统文化与精神家园 [N]. 吉林日报, 2013-11-19-008.

(责任编辑: 赵淑梅)

Use Theoretical Basis Tamp of the Theory Basement of “Situation and Policy” Curriculum

WANG Jia

(Changchun Normal University, Changchun, Jilin 130032, China)

Abstract: Because of its significant content, timeliness and other characteristics, curriculum Provision and content arrangement has its particularity, “Situation and policy” curriculum makes teacher to the understanding of teaching content has difficulty. To grasp the difficulty of teaching content, we should pay full attention to the self-study ability and level of college students in today’s big data era, and also give consideration to the differences in the field of teaching. Only if teacher makes “situation and policy” as professional foundation curriculum of theoretical basis, enhance its massiness and academic, cultivate students’ professional consciousness, to activate the vitality of “situation and policy” curriculum, to achieve better teaching effect.

Key words: professional foundation; “situation and policy” curriculum; ideological and political course in higher schools

(上接第 114 页)

Research on Curriculum Design Based on STAD Cooperative Learning from the Perspective of STEAM: Taking the Mathematics Course of Primary School as an Example

Bai Weiwei, Fang Haiguang, Huang Xue, Jiao Baocong

(1 Department of Education Technology, Capital Normal University, Beijing 10048, China)

Abstract: As an innovative education model which aims at cultivating comprehensive high-quality talents, STEAM education has a positive effect on improving students’ innovative thinking, cooperative ability and comprehensive practical ability. STEAM education has some distinctive features as interesting, interdisciplinary, technical and cooperative. Teachers can improve the function and function of STEAM by designing curriculum resources. This paper introduces the STAD cooperative learning into the STEAM curriculum design. It aims to improve the students’ teamwork ability and the awareness of progress as success, and encourage the students to make progress in the curriculum implementation. Based on the construction model, the game mathematics curriculum as an example improves the ability of students to innovate, explore learning ability, thinking and problem-solving ability and shapes positive personality and values effectively. The model is a method of operability and extensibility, and has a strong guiding significance on STEAM education.

Key words: STEAM education; cooperative learning; STAD cooperative learning; game mathematics