

STEAM 理念下的初中数学 课程资源研究与开发

——以项目式学习《测量》的设计为例

齐 丽 胡延明 高丽威

【摘 要】明确测量在实际生活中的重要地位及应用,掌握测量的基本方法、整合测量的具体内容,以项目式学习的方式展开对一维的线、二维的面、三维的体等不同测量对象所采用的方法与技巧,深刻体会数学来源于生活并服务于生活的内涵,理解 STEAM 理念在数学中的应用及融合.由浅入深、由简单到复杂,启发学生提升解决问题的能力,鼓励学生用创新的方法来解决问题.倡导学生自主探究、合作分享,在实践探究的过程中体会知识的本质和内涵,让学生对知识进行深度理解与体验、感悟与探究,并提出个性化解决问题的方案.

【关键词】测量;数学;STEAM 理念;项目式学习

数学 STEAM 项目式学习是以数学知识为核心,注重真实生活情境的创设,借助多元化学科融合技巧,让学生在体验、操作、探究、反思、交流的过程中,对具有挑战性和驱动性的问题进行持续、深入的研究.以数学为载体、STEAM 理念为依托、项目探究式学习为主要方式,三者有效地高度融合,在探究过程中明确问题、寻求方法、分析策略、设计方案、问题解决、展示成果,促进合作交流,培养学生能力,提升核心素养,为学生提供多维度的探索空间.

教师的根本任务,是捕捉一切可实现的契机,为学生能力的提升、思维的拓展不断蓄力.所以,将学科知识和现实生活建立起密切的联系,让学生在学习过程中不断感受数学的魅力、学习的乐趣、知识的生成、方法的使用,是数学教师应该承担的重任.比如数学课程中研究的测量,是指按照某种规律用数据对非量化实物进行量化的过程.随着科技、经济和社会的发展,其内涵和外延越来越多地涉及科学计量、工程计量等与 STEAM 相关的知识.生活中小到微生物科学,大到火箭卫星发射,处处都需要计量学提供严谨可靠的数据,可谓“科技要发展,计量需先行”.因此,在义务教育阶段,将测量的研究以 STEAM 项目式学习的方式展开,将初中阶段与测量有关的知识融会贯通,为学生深入研究计量学奠定坚实的基础,让数学真正实现“学以致用”的目标,促进学生运用高阶认知策略,提高学生的思维深度和思维广度,完成深度学习的创新教育模式.

一、数学 + STEAM——教学目标及特色

数学学科作为 STEAM 中的重要组成部分,不仅可以为科学、工程、技术、艺术提供数据依据和理论支撑,也可以让我们借助科学、工程、技术以及艺术等各学科知识的特点与魅力让数学教学内容更具深度和广度.拓宽学生的认知视野,突破学生头脑中的学科壁垒,做真实的情境创设,以多渠道、全方位解决实际问题为目标.

以《测量》为例,按照教材顺序会在华师版数学七年级学习线段的大小比较、角的大小比较时第一次接触简单的测量,在九年级研究《解直角三角形》之初正式研究《测量》,是为解直角三角形的学习做好知识储备和思维铺垫.这些知识在课程中根据章节的需要出现,体现的教学目标是分散的、弱化的,为各章节的研究重点服务.因为较为零散,缺少了一种知识螺旋上升、目标逐步落实、重点尤为突出的整体感,很难给学生留下深刻的、系统的印象.融入 STEAM 理念之后,不仅可以融合整个初中学习范围内的测量知识,还可以借此为学生打开计量学的一扇大门,把更多更广的知识糅合在一起,让学生体验真实的生活情境中测量的意义,在研究的过程中潜移默化地发现测量在科技、工程技术以及艺术修养等范围内的重要作用.对《测量》的研究不再单纯地指向解直角三角形,而是一个能带给学生深入思考的、更为广阔、更为系统的探究空间.数学学科知识传授和落实不再是教学的唯一目标,让学生在真实情境中通过主动探究得出

独特的认知,并且能将知识体系进行精准捕捉、八方联系,充分彰显数学 STEAM 项目研究的教学特色。

二、融合 + 整合——教材内容及理念

融合科技、工程、技术、艺术等学科的相关问题,整合初中数学教材中的相关内容,开创全新的数学教学新视角,是开展数学 STEAM 项目课程案例开发的基本特征。纵观华师版数学教材,测量的分布是比较广泛的,比如七年级上册出现了线段的大小比较,后面又涉及规则图形的面积测量,图形的等分,高度的测量等。初中七至九年级的学生的心理年龄发展特征足以让他们在知识迁移上由此及彼、由点及面,所以教师可以放心大胆地在教材提供的测量知识的基础上进行学科内容的融合,并将教材内容和新增问题进行分门别类的整合。在设计的过程中暗藏一条线索,突破常规测量的项目应如何设计方案。适时提出三种类型的研究方向:一维长度、二维面积、三维体积,让设计的内容呈现缓坡上升的趋势,增强探究过程的趣味性,让学生感悟学习的快乐。在推出的项目式学习中,除了完成常规的测量任务,要在一些更具创新性和挑战性的问题上多下功夫。对于这个年龄段的学生,常规的用尺测量、读数、得出长度,计算常规三角形、圆的面积,计算圆柱体、长方体的体积都是很容易实现的,只要有尺、有公式,这些内容都是简单可操作、易实现的。因此在一维测量任务中尝试提出:不规则管道长度的测量、密闭长方体盒子最长对角线的测量、操场上旗杆高度的测量。让学生在实践探究中感悟“借助软尺—化曲为直”“借助多个长方体—由内及外”“借助阳光和影子—以小见大”等数学转化思想在实际问题中的应用。借助其他辅助工具和数学方法让学生尽享合作的契合、分享的收获、思考的快乐,感悟“他山之石可以攻玉”的思想在实操类问题中的衍生和应用。特别是在二维和三维的项目研究中,抛开可以借助公式计算的常规问题,提出不规则平面图形的面积、不规则立体图形的体积的测量任务,比如“牛奶污渍的面积有多大”“你的心脏有多大”等,潜移默化地渗透微积分的思想,借助学生已有的经验将貌似不可求解的问题运用数学方法和手段破解,使得关于测量的知识体系更为饱满、丰富,并将数学问题和物理方法结合,多角度激发学生的创造力,让课程在学生的创新中不断碰撞、生成新的素材,再反复充实,形成动态的项目和内容。

三、实践 + 合作——教学方法及手段

STEAM 理念在教育模式中的重要作用是转变教学方式和学习方式,其一是教师的角色转变,其二是学生学习方式的转变。教师除在课前设计具体项目

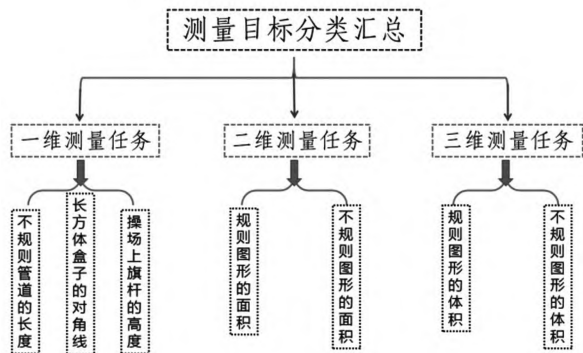


图1

目中起了规划和引领的作用外,在课堂上需要和学生同起点、同节奏、同步合作完成每一个项目的解决和突破。教师要善于“藏拙”,要善于隐藏自己关于问题求解的方法和思路,课堂由学生作为主体,由问题来驱动,由师生合作来完成。学生会悄悄适应学习方式的转变,包括由传统的数学运算、逻辑推理转变为实践探究、合作交流。学生在实践的过程中综合运用自己头脑中的科学、工程、技术、艺术等素养完成操作和探究,在此过程中,学生的头脑仿佛在不断编程,把散落在自己头脑中各学科的知识充分调动起来,像是一个个跳跃的符号不断地排列组合,成为每个项目的最佳解决方案。在探究的过程中不断涌现出小组合作的“领军人物”,会充分彰显组织能力和协作能力,合理的任务分配会让完成过程更加高效。在此过程中,学生的智慧经过彼此碰撞,不断产生新的灵感、生成新的火花,每位同学在这个过程中都会重新塑造或修缮一次自我的思维方式,这是学生思维能力成长的最佳动力和契机。

比如测量“不规则的牛奶污渍”时,形状的不规则会引发学生联想其课前同学们在回忆测量的实例时讲过“曹冲称象”的典故,即巧妙借助可称量的小块石头,分解了不可测的大象的重量。同样道理,可以把平面图形的“不规则”切割成“规则”,把“大单位”化为“小单位”,进而把面积的“不可测”转化为“可测”。如图2所示,不断地用规则可测的网格去划分“牛奶污渍”,划分越细,估测面积会越贴近实际面积。

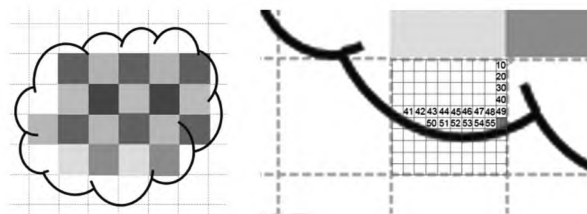


图2

而“曹冲称象”的典故还会带给学生另外一个启

发,之所以可以用石头的重量替代大象的重量,根本原理在于它们排水体积相同.这个原理应用在测量“心有多大”的问题特别恰当,借助排水法将拳头的体积测出,进而估测心脏的大小.教师设计这个项目时只是想抛出一个不规则立体图形的测量问题,能够和前文中不规则的面积一拍即合,这就是课堂的生成,使学生的思考找到了问题之间的契合,并将方法的应用引向了一个崭新的高度.古人说“文章本天成,妙手偶得之”,思路、方法、灵感、创造力也是如此,每个孩子都有着对新鲜事物的好奇,这种力量会驱动他们不断探寻美好,贴近真理.

因此,在项目式学习的过程中,教师作为课堂的合作者,为避免过度参与影响学生的思考和探究方向,教师在给出问题时可以同时声明具体的任务及操作方法,并不再做过多解释.比如:如图3,测量封闭长方体最长对角线的长度.

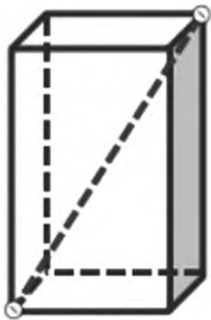


图3

活动要求:

1. 长方体盒子是封闭的、不能拆开、不能将尺直接伸入盒内,选择恰当的方法测量如图所示的最长对角线的长度;

2. 选择最优方案并由小组代表进行汇报展示;

3. 活动时间:2分钟.

教师在给出探究问题的内容和具体要求后,要保持适当的沉默.“留白”是项目式学习的一种重要教学手段,貌似什么也没说,却在“不说”中给了学生很多,主要是很多思考的时间和空间.教师可以讲,讲勾股定理,讲动画演示中的平移,但无论怎么讲,也不及学生的一个简单的动作来得完美:将三个相同的长方体并排摆放在一起,保持两侧的不动,抽走中间的一个,将封闭在内部的最长对角线瞬间“释放”出来,变成轻而易举的可测.这时师生赞许的眼神和雷鸣般的掌声会给发言的学生莫大的鼓舞,可能从此就坚定了数学在孩子心中的不可动摇的地位.

四、启发+创意——教学过程及亮点

STEAM项目式学习在设计的过程中遵循由浅入

深、循序渐进的节奏不仅有助于学生获得实践探究带来的成就感,更方便学生借助简单问题得出的结论来解决难度稍大的后续问题,学生在探究的过程中不断累积经验、总结方法、升华思想、拓展思维,这个过程带给学生的启发和激励是教师的讲授无法替代的,因为无论对谁来说,自己的经验和感受才是最真实的.比如在一维测量任务中,设计的第一个问题是“不规则管道的长度的测量”,这个问题相对简单,学生根据自己现有的经验很快会从桌面上的工具中选择软尺或者绳子去实现“化曲为直”.这个经验对学生解决后续问题的思路启发作用非常大,学生会在潜意识里觉得有些问题不能直接实现求解时,另辟蹊径利用转化的思想,这样就会激发学生产生后续方法和创意的升华.

一旦学生的思路不再局限于书本知识,跳出数学“算算算”的圈子,思路就会发散、开阔,就会开始尝试真正实现用数学的眼光去看世界,所有的问题都尝试用数学方法去解决,思维会呈现螺旋上升的样态,进而敢于解决以前想也不敢想的“测量地球的半径”的问题.测量地球的半径这个问题看起来貌似具有很大的难度,但本质上其实就是对三角函数的考查.但为了让测量的结果更加接近真实值、准确值,需要学生不断地创新、改良小组的设计方案,尽可能减小误差,并且让方案切实可行、具有可操作性.学生在地理课上学过有关地球的知识,也知道地球的半径大小,这样更能给学生一个可以衡量比较的标准,从而拿出最优设计方案.虽然在实际操作过程中肯定不能特别完美,但提出这个问题本身就是对自己的一次突破,当测量的数据结果和实际相差无几时,学生心底知识和实践之间的那道屏障就会被彻底打破,这是学生应用学识解决问题迈出的重要一步.

在解决“封闭长方体最长对角线测量”的问题时,小组同学经过合作探究,借助勾股定理来求解计算.但这种方法仍停留在数学的层面上,没有呈现出“思维的跳跃”.有的学生想到在小伙伴的帮助下,通过平移模拟原长方体的位置,这时大家的创意开始被唤醒.有学生进而提出用三个相同的长方体盒子并排站立,确保两侧的长方体在位置不动的前提下,抽走中间的长方体盒子,把原本封闭在内部的最长对角线“暴露”在外部,进而达成由内及外的效果,把“不可测”变为“易测”.学生通过不断尝试、不断超越,在项目研究的过程中现场生成的创意和点子会成为项目学习的亮点.当然,亮点肯定不止如此.学生每一次主动参与、突破常规、超越自我的过程,无论对于课堂

STEAM项目式学习在设计的过程中遵循由浅入深、循序渐进的节奏不仅有助于学生获得实践探究带来的成就感,更方便学生借助简单问题得出的结论来解决难度稍大的后续问题,学生在探究的过程中不断累积经验、总结方法、升华思想、拓展思维,这个过程带给学生的启发和激励是教师的讲授无法替代的,因为无论对谁来说,自己的经验和感受才是最真实的.比如在一维测量任务中,设计的第一个问题是“不规则管道的长度的测量”,这个问题相对简单,学生根据自己现有的经验很快会从桌面上的工具中选择软尺或者绳子去实现“化曲为直”.这个经验对学生解决后续问题的思路启发作用非常大,学生会在潜意识里觉得有些问题不能直接实现求解时,另辟蹊径利用转化的思想,这样就会激发学生产生后续方法和创意的升华.

al. Context of STEM integration in schools: Views from in-service science teachers[J]. EURASIA Journal of Mathematics, Science, and Technology Education, 2017, 13(6): 2459-2484.

[23] OECD. PISA 2012 Results: Creative problem solving: Students' skills in tackling real-life problems[EB/OL]. (2014-10-01) [2022-07-20]. <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-volume-V.pdf>.

[24] OECD. PISA 2015 Results: Collaborative problem solving[EB/OL]. (2017-11-21) [2022-07-20]. <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-results-volume-v-9789264285521-en.htm>.

[25] 张楠, 王光明, 李业平. 国际教师评估研究的学术话语权、热点领域及发展走向——基于 SSCI 期刊的科学知识图谱与内容分析[J]. 教师教育研究, 2019, 31(5): 31-39.

[26] RYAN R M, DECI E L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being[J]. American Psychologist, 2000, 55(1): 66-78.

[27] 佟丽君, 张守臣. 高校青年教师成就动机研究[J]. 心理科学, 2008(4): 861-865.

[28] NADELSON L S, SEIFERT A, MOLL A J, et al. ISTEM summer institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM[J]. Journal of STEM Education, 2012, 13(2): 69-84.

(上接第 22 页)

还是对于学生自己来说, 都是一个亮点, 也是集聚于思想深处的力量, 它会在学生后续的学习过程中不断积累、迸发、绽放。

通过数学 STEAM 项目探究式学习, 让知识由点及面, 并在学生的实践操作中演变成更大的探索空间、更远的探究目标、更广的探寻视野, 教会学生思考和研究问题的方向、思路和方法。无论是《测量》还是其他知识, 都只是一个探究载体, 借助一个问题联想产生其他问题串, 由问题驱动思考, 创意解决一系列的同类问题, 并能将解决方法进行总结和提升。学生在这个过程中得到的能力的培养和素养的提升会帮助他们动态解决更多复杂的问题, 更可令看问题的视角变得多元化。不断升华对数学的认知, 对 STEAM 理念的理解, 对项目式学习的把握, 八方联系、学科融合, 是教师借助每一个载体传递给学生的一种能力, 丰富学校 STEAM 教育内涵发展; 探索课程实施的多样化手段, 以及校内外课程内容、资源的重组与融合, 培育学生知识的综合运用能力和创新意识, 培养核心素养。在初中数学范围内设计 STEAM 项目式学习的素材很多、空间很大, 一线教师如果都能达成转变教育模式的共识, 用崭新的视角开发更多适合初中学生

[29] 郭衍, 曹一鸣. 知识与信念: 基于学生表现的教师核心素养研究[J]. 数学教育学报, 2021, 30(4): 1-5.

[30] 曹一鸣, 王立东, 何雅涵. 义务教育数学考试评价与教学实施——基于《义务教育数学课程标准(2022 年版)》的学业质量解读[J]. 教师教育学报, 2022, 9(3): 97-103.

【作者简介】张楠(1984-), 女, 天津人, 重庆师范大学教育科学学院(重庆 401331), 天津师范大学教育学部(天津 300387), 西南大学基础教师课程研究中心(重庆 400715), 主要从事数学教师教育研究; 申仁洪(通讯作者), 重庆师范大学重庆市课程与教学研究基地(重庆 401331); 夏莲莲、葛姝睿, 天津师范大学教育学部(天津 300387)。

【原文出处】摘自《数学教育学报》(津), 2022. 5. 29~35

【基金项目】国家社会科学基金教育学青年课题——开放科学背景下教育科研影响力评价体系研究(CHA190272); 中国博士后科学基金第 67 批面上资助——基于 STEAM 教育理念的教师胜任力测评模型构建研究(2020M673099); 重庆市博士后研究项目特别资助(渝人社办[2020]379 号)。

的新课程, 那么师生在学习教学中教学相长, 彼此助燃, 必将会让数学学科的魅力绽放异彩。

参考文献:

- [1] 英国 DK 公司. 数学很简单[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 2020.
- [2] 谢跃进, 于春娟. 测量学基础. [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2019.
- [3] 苏西·博斯, 约翰·拉尔默. 项目式教学: 为学生创作沉浸式学习体验[M]. 周华杰, 陆颖, 唐玥译. 北京: 中国人民大学出版社, 2020.
- [4] 印霞. STEAM 课程的设计与实施[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2021.
- [5] 郑薇. 中国 STEAM 教育发展报告[M]. 北京: 科学出版社, 2018.

【作者简介】齐丽(1962-), 吉林大学附属中学, 高级教师, 本科; 胡延明(1973-), 吉林大学附属中学, 高级教师, 硕士; 高丽威(1978-), 吉林大学附属中学, 一级教师, 本科。

【原文出处】《吉林省教育学院学报》(长春), 2022. 9. 69-72