

【专题：项目学习】

编者按：项目学习强调从现实世界的真实情境和问题出发，引导学生综合应用数学和其他学科知识解决问题，从中激发学生学习数学的兴趣，培养其创新意识和实践能力。新课标要求学生经历项目学习的全过程，针对项目学习设计存在的困境，本期专题精选四篇文章，结合相关案例，探讨优化项目学习的实践策略，以飨读者。

从知识到素养：真实性学习视域下的数学项目式学习设计

贺 慧

【摘要】项目式学习作为数学学习的重要方式，是促进学生核心素养生成的重要推手，但目前小学数学项目式学习设计中存在不同程度的虚假性任务情境、虚假性问题解决、虚假性评价等困境。对此，应将数学项目式学习设计与实施置于真实性学习理论的视域之下，遵循以真实的社会生活和变化为基、以真实的数学实践和对话为核、以真实的身份和意义建构为本的理念，以趋向真实的问题情境为基础，以观念统整的真实任务为核心，以身心俱在的深度参与为根本，以技术支持的思维工具为支架，以作品导向的真实评价为保障，优化数学项目式学习设计的策略。

【关键词】项目式学习；学习设计；真实性学习；小学数学

伴随着世界政治、经济、科技等领域的快速发展，全球对人才的要求已经从低层次的知识记忆和技能操作转向知识的迁移、运用与创新，“从知识到素养”已然成为我国基础教育课程与教学的根本目标。具体到数学学科，其学习方式也正由传统的“解题”向“解决问题”转变，更加重视数学知识与真实生活之间的关联。而项目式学习作为一种教与学的新理念、新方式，有助于学生在教师的帮助下面对来自真实世界的挑战性项目任务，并通过一定周期的探究、合作，完成项目成果，获得知识、能力、素养的协调发展。^[1]《义务教育数学课程标准（2022年版）》也强调“适当采用主题式学习和项目式学习的方式，设计情境真实、较为复杂的问题，引导学生综合运用数学学科和跨学科的知识和方法解决问题。”^{[2]16}然而，目前一线教师在数学项目式学习中，却存在了虚假性设计、实施与评价的困境：虚假性任务情境难以驱动学生真实参与，虚假性问题解决难以实现学生真实理解，虚假性评价难以促进学生数学核心素养生成。面对这一现实困境，笔者以为可以从真实性学习（Authentic Learning）理论中找到破解之道。^[3]真实性学习作为一种以学生为中心的育人方式，学习者

不再是抽象知识的被动接收者，而是以根植于现实的方式体验和应用知识。^{[4]28}真实性学习理论视域下的数学项目式学习设计与实施，以趋向真实的问题情境为基础，以观念统整的真实任务为核心，以身心俱在的深度参与为根本，以技术支持的思维工具为支架，以作品导向的真实评价为保障，帮助学生像数学学科专家一样，围绕一个或多个真实任务，用数学的眼光去观察和发现，用数学的思维去思考和探究，用数学的语言去表达和创造，从而帮助学生系统建构学科知识体系、提高学生的数学思维能力、解决问题的能力，以及管理自我与社会关系的能力等。

一、真实性学习：驱动数学项目式学习走向真实的重要理念

《义务教育数学课程标准（2022年版）》将“会用数学的眼光观察现实世界、会用数学的思维思考现实世界、会用数学的语言表达现实世界”作为导向性课程目标，把学生的数学学习提升到对现实世界的观察、思考与表达的新境界，使得数学课程目标直接指向学生未来社会生活和职场情境中的思维模式和行事方式。^[5]可见数学学习最终必须走向对真实生活的深度感知、热切探索和诚挚服务。面向真实实践

的学习,即真实性学习,是指“基于真实生活并面向真实世界的学习”^[6]。在真实性学习理论下,学习不再是传统的简单记忆、接受信息及主题讨论,而是基于真实的问题,为学生提供支持,让学生在探索中应用技能、提升素养,并在学习过程中形成值得与社区和世界分享的、有价值的产品或方案,进而解决真实世界的问题,获得最佳的学习体验。

真实性学习理论与数学学习的根本价值旨归一致,与项目式学习的价值诉求也具有本质的一致性。以真实性学习理论为指导,能够有效解决数学项目式学习设计中存在的虚假性困境。

(一)以真实的社会生活和变化为基

真实的学习就是现实生活中的学习。^[7]真实的学习可以理解为,学生能够在与真实世界相联系或者与学生生活相关联的问题、项目的情境脉络中展开探索、讨论和有意义地建构概念和关系。^{[4][10]}而数学知识是在社会生活中生成和显现的,它具有生命力和历史迭变性,其本质上是作为一个“过程”存在于一定的生活场景、问题情境或思想语境之中的。因此,教师在做数学项目式学习的设计时,就可以以真实的社会生活和社会变化为基础,将数学与生活密切关联,将数学知识与真实的数学学科情境深度融合。

根据真实性学习理论,数学项目式学习应该在真实的数学学科情境中产生,真实的数学生活和变化情境就是数学学科知识产生、提出、发展的条件、背景、过程,它是促进学生学习、理解、消化、建构学科知识的具有社会化色彩的学习环境的概括。

(二)以真实的数学实践和对话为核

真实性学习指向解决真实问题的目标,学生置身于真实的情境,参与学科认识性活动与实践性活动,以学科独有的思维和方式与客观世界进行的一场身体的、感官的、思维的交互性行为。这种学习指的是“学生所参与的活动与某一专业领域的专家的日常活动十分相似,学生在此过程中会学到更为深入的知识”^[8],正如研究者从具身认知的角度指出的,学生以自身的身体行动、情感和认知作为认知手段,观察、效仿多行业专家的实际操作,践行以实践为主的活动,从而与真实的情境发生“感验”,并在和群体的对话中完善“实时感验”^[9]。因此,在做数学项目式学习设计时,要注重对学生数学实践活动和对话活动深度性和多样性的设计,帮助学生更直观、更清晰、更生动地与客观事物、真实群体进行对话和分享,产生交互和联系,生发认知与情感。

根据真实性学习理论,数学项目式学习应该是围绕真实的数学学科问题或真实生活中的数学问题而展开的一场个体与自身、个体与学科、个体与社会的实践性探索和多群体对话。

(三)以真实的身份和意义建构为本

真实性学习不仅具有认知的价值,而且比传统意义的课堂学习更加强调学习者的身份建构。^[10]真实性学习意味着“合法的边缘参与”,这种学习将学习者放置到新手身份到专家身份之间的学习“轨迹上”^[11]。在真实性学习中,学习者在学习知识和技能的同时,也以自身行动参与了真实情境中客观事物的改造或再造。这种成就感不同于在课堂上解决了一道难题或者提出了一个方案,它能够让学习者真实地感受到自我价值和意义,认识到自己对生活世界的向真、向善、向美具有不可替代的价值和意义。反过来,过程中产生的挫败感也能让学生厘清自身是怎样借助同伴的力量、环境的力量和工具的力量解决问题的,进而思考自身与群体的关系,建立自身与周遭世界的关系。

根据真实性学习理论,数学项目式学习的过程应该是“理解外部世界的本质及其规律,并建立自我与外部世界关系的过程”,学生在探索真实情境中复杂数学问题的同时,在共享知识与经验、资源与话语、权利与责任的探究共同体中,进行着身份和意义的建构。

二、学科真实实践:数学项目式学习设计的优化策略

基于真实性学习理论,我们可以将数学项目式学习理解作为一种基于学科真实实践的设计,它既是一种学科学习的理念,也是一种学科学习的方式。作为一种理念,其本质指向学科教育对真实生活的回归、学校教育与职业生涯和社会生活的关联性,以及实践智力与书本智力的深度融合;作为一种方式,学科真实实践是学习者在真实的情境中,模仿学科专家进行问题解决,经历真实的数学实践和对话,体验知识的生成过程,体验专家在具体的、可变的情境中的思维和行为模式,体验作为共同体成员的责任,最终建构起知识结构、身份认同和生命意义。

(一)基础:趋向真实的问题情境

《义务教育数学课程标准(2022年版)》在理念部分提出“引导学生在真实情境中发现问题和提出问题”^{[2]3};在总目标部分要求“在探索真实情境所蕴含的关系中,发现问题和提出问题”^{[2]11};在教学建议部分把“强化情境设计与问题提出”^{[2]87}作为引发学

生思考的重要教学方式。这说明,注重情境创设,把数学学习置于学生的真实生活之中,是《义务教育数学课程标准(2022年版)》的教学改革新动向。真实学习可以发生在现实的情境中,也可以发生在由信息技术支持的虚拟现实、仿真环境中,还可以发生在线上线下混合的真实环境中,这些环境都必须不断逼近一个数学研究工作者所处的真实世界中的研究环境和空间。教师一般可以通过以下途径进行真实性问题情境的设计。

第一,基于真实的学科内容设计真实性问题情境。例如针对“24 小时制法”的学习,教师可以这样设计问题情境:“一天有多少小时?有哪些时间表示方法?请自制 24 小时时间尺,清楚地展现 12 小时制法与 24 小时制法的关系与转化。”

第二,基于真实的校内生活设计真实性问题情境。如教师在“平均数与条形统计图”的教学时,可以设计这样的问题情境:“人民日报公布的数据显示,我国 6 岁至 17 岁的人群中,超重肥胖率近 20%,相当于将近每 5 个中小小学生就有 1 个超重。我们也发现学校四年级的同学中,有的同学体型肥胖,有的同学身型瘦小。相同年龄段的学生为什么身高、体重差距显著?自己身体的健康水平究竟如何?”基于以上问题,结合“平均数与条形统计图”这一单元的教学内容,开展“‘数’说健康”这一项目式学习。

第三,基于真实的校外生活设计真实性问题情境。如在教授二年级下册第二单元“方向与位置”、第四单元“测量”、第八单元“统计与调查知识”时,教师可以这样设计问题情境:“学校周边地理环境复杂,多为老小区和学区房,停车位紧张,特别是学校开家长会时,乱停车或因找不到停车位而迟到的现象比较严重。如何解决开家长会家长停车难的问题,解家长的燃眉之急?请设计学校周边停车位分布图。”

在这些真实的问题情境中,学生能够在班级、校园、校外迅速开展项目活动,化身成小小调查员、小小统计员、小小分析师、小小设计师等角色,以数学知识和数学方法解决问题。值得注意的是,这种“真实性”指的是对学生来说是真实的,这可能与成年人认为的真实有所不同。比如二年级学生在利用数学知识做关于每周预算的清单计划和对其想法可能与接近退休年龄的人有很大不同。

(二)核心:观念统整的真实任务

《义务教育数学课程标准(2022年版)》强调增强知识的结构化。数学项目式学习的任务设计要注

重真实任务的内涵和品质,即真实任务的解决要指向对学科核心概念的建构和概念性理解,而不是对经验的、散点的、孤立的知识点的记忆和掌握。真实任务在内容的选择与组织上,要内蕴更具结构化、更有力的知识,而威金斯和麦克泰格提出的大观念或者大概念便是这样的知识。^[12]一方面,数学大观念是对数学学习至关重要的观念的陈述,是数学学习的核心,能够把各种数学理解联系成一个连贯的整体,具有概括性、永恒性、迁移性及发展性的特征。^[13]另一方面,大观念非常概括和抽象,是脱离具体情境的存在,它与学生的具体经验相距甚远,因此以大观念或者大概念统整真实任务,建立起抽象概念与具体任务之间的联系,可以帮助学生在完成序列真实任务的进阶过程中,渐进理解大观念或大概念。教师在设计大观念统整的真实任务时,可以参考如下步骤,实现大观念对真实任务的统整。

第一,以大观念统整大任务。数学大观念在内容结构上覆盖了数与代数、图形与几何、统计与概率等领域。^[14-15]大观念是数学素养和数学知识的桥梁,是反映单元知识的本质、体现一致逻辑的思维、关联数学或其他学科的认知模块。^[16]在二年级下册“辨认方向”教学中,教师设计的真实任务是在学校门口设计路牌,帮助来访者清楚地知道学校所处的位置,其中的大观念为:物体的方位是相对的,观测点不同,物体所在的方向和位置则不同。大观念统整的真实任务帮助学生在对比、探究和创作路口牌的过程中,重点聚焦于基于不同的观测点正确描述物体所在的方向和位置。

第二,以观念群统整任务群。数学大观念不是超脱内容而存在的,它的形成过程也是基于数学基本活动经验的,涵盖了数学基础知识、基本技能和基本思想方法,并将之进行结构化的重建。从学习进阶理论的角度出发,大观念的形成是一个不断进阶的过程,因此,学生对大观念的理解也应通过对序列低阶观念群的理解递进达成。仍以二年级下册“辨认方向”教学为例,教师可以将大观念分解为“东、西、南、北、东北、东南、西北、西南 8 个基本方位是正确辨认方向的基础”“方向板模型是正确辨认物体方向的一种思维框架”“通过确定测点→定方向板→判断方位可以正确辨认物体方位的路径”“观测点不同,物体的方位则不同”这样的观念群,依照对观念群的理解设计一系列真实任务。

(三)根本:身心俱在的深度参与

在整个数学项目式学习中,要想真实性学习真

正发生,就必须要促进学生身心俱在地深度参与到整个项目任务和问题解决的全过程之中.身心俱在的深度参与指向的是学生最大限度地调动自己的所有感官参与到对情境的感知与体验、对问题的发现和探究、对价值的体悟和认同之中,动手、动脑、动心相结合,同伴、专家、知识相关联,形成数学的眼光、数学的思维、数学的语言.同时,身心俱在的深度参与意味着教师设计的问题、任务、活动等要激发学生的“高兴趣”“广联结”“深反思”.

第一,挑战活动激发学生“高兴趣”.真实的项目任务往往具有一定的难度,需要较长的时间来解决,如果教师不能设计一个需要批判性思维、创造力和协作的挑战性活动,以持久地激发学生的“高兴趣”,却花一周甚至更多的时间讲授和分配工作,那么,这个任务或项目注定会是失败的.在六年级“确定起跑线”数学项目式学习案例中,教师设计了这样一个挑战性任务:“今年5月,学校即将召开运动会,作为体育老师的你,如何在新操场上确定400米田径比赛中各赛道的起跑线呢?请你进行实地测量,并运用数学的力量设计一个解决方案展示给同学们.”在这一挑战性活动的驱动下,学生情绪高涨,身心投入,借助圆、比例尺、统计等相关知识解决实际问题,经历从发现、提出再到解决问题的全过程,通过观察、动手、比较、交流的数学活动,感悟如何从策略多样化走向策略最优化,学会将生活问题抽象为数学模型,探索并总结确定400米环形跑道起跑线的简单方法.

第二,协作探究引发学生“广联结”.协作探究不仅是一种有效的认知行为,更是一种思考习惯和观念.一直以来,我国的教育系统对小组合作、团队协作的方式重视不够,当学生面临真实的数学任务和挑战时,协作探究就显得苍白无力.学生作为学习主体,通过各种合作形式探究数学问题,经历一个动态知识建构、情感不断交流的过程,这一过程即是身心

俱在的深度参与过程.在数学项目式学习中,以核心问题为驱动,协作探究可以以师生协作、生生协作、人机协作、同质学习者协作、异质学习者协作等多种形式展开.如在“我是小小预算员——加盖教室材料预算”项目式学习课例中,学生组成异质小组(表1),小组成员力求在性别、性格、学习风格、学业成就等方面有所不同,使之能够优势互补,且小组成员各司其职、分工明确、通力合作.而教师由知识的传授者转为学习活动的组织者、督导者和参与者,既可以指导学生之间的协作,也可以参与其中,针对某一问题与学生互相交流,互为启发.

第三,思行融通促进学生“深反思”.好的项目本质上都是迭代的或周期性的,在这一过程中,教师向学生提供反馈和进行反思、修改的机会以促进学生有组织的反思,包括对当前以及未来项目的管理方法的改善.促进学生反思的反馈和批评可以来自学校教师、同伴、家长、校外专家等,他们一般对问题解决角度、计划制订、资源利用、作品展示等环节提出意见和建议.如“学校周边停车场分布图”数学项目式学习案例到项目中期后,项目小组调查完学校周边的停车问题、群众意见之后形成了一份初步的设计计划;学校邀请社区工作人员、家长代表、交警、校长、学科教师、部分学生对计划的可行性进行评估;最后小组成员针对大家的意见主动反思和调整,再次深度分析计划的可行性,进一步思考学校周边停车场分布图是如何制作的.

(四) 支架:技术支持的思维工具

有效的思维工具能够使思维外显,从思维激活到思维厘清,再到思维优化,有效帮助学习者减少低阶认知负荷,更多地关注高阶认知加工,这为项目式学习中复杂项目、挑战性任务、高阶认知活动的完成提供了有力的支架.《50个工具玩转项目式学习》一书,针对项目式学习周期模型的4个阶段,设计了常用且实用的50个工具,对实践中使用、借鉴和开发

表1 “我是小小预算员——加盖教室材料预算”项目成员分组

序号	角色	特长	主要职责	希望发展的素养
1	小组长	组织管理能力	统筹安排、分工、协调	责任担当
2	资料员	收集、整理	查询、收集资料	技能运用、真实问题解决
3	绘制员	处理数据、绘制	绘制图形	技能运用、真实问题解决
4	预算员	运算	绘制填写预算表	技能运用、真实问题解决
5	讲解员	表达能力强	讲解、介绍	有效沟通、同理心

数学项目式学习工具具有很强的指导价值。^[17]思维工具是教与学的支架,是项目推进器,可以帮助教师收集评估的证据,包括用于调查采访、聚焦问题的“SWOT 分析工具”、推动头脑风暴的“SMART 分析法”、帮助设计方案,优化选择的“六顶思考帽”、用于团队协作探究的项目式学习团队答疑签和“谏友”7 步法、用于提升产品创新读的奔驰法(SCAMPER)、产品管理的“PDCA 循环规则”等。

以六年级“手绘种植园平面图”数学项目式学习案例为例,学生在项目开始以后利用网络查询资料、分析环境因素时要使用项目式学习知识摘抄卡片。其主要用于帮助学生对认知范围之外的知识进行补充,同时项目反思环节还要求学生对卡片最后一部分内容进行评价,判断该知识卡片的制作是否有助于推进项目进程,从而生成评价结果,属于自我评价形式的量规。

(五) 保障:作品导向的真实评价

“项目作品”是外显的数学核心概念、思想与方法等,以“项目作品”为导向的评估,是一种基于证据的、有效的外显性评价方式。以“项目作品”为核心,以“三会”为标准,从内容标准、过程标准、质量标准和影响标准四个维度建立起完整的评价框架,解决评价中的虚假性问题。(1) 内容标准,即用于评估学生对数学学科事实、概念和原则等知识的理解程度,比如学生对数、形、符号、模型等的理解,几何直观、空间观念等的形成;(2) 过程标准,即用于评估完成任务和解决问题的过程中学生使用的方法与策略、流程与程序等的有效性,以及学生运用的熟练程度,比如抽象能力、创新意识、运算能力、推理意识或推理能力等;(3) 质量标准,即用于评估产品或性能的整体质量和工艺,包括创造性、精细度、美观性等;(4) 影响标准,即用于评估学生在进行作品展示和宣传时,目标达成度和受众的整体感受等,包括表达的娱乐性、信息性、说服力、满足性和成功性等。但值得注意的是,这四个维度在以“项目作品”为核心的评价中所占权重并不相同,一般来说内容标准和过程标准所占权重最大。比如,要求学生画出一个模型图来展示他们在项目式学习中建构的对一个数学概念的理解,那么教师对这一模型的视觉效果是否整洁、美观的评价权重和对与此相关数学标准和学习成果相关内容的权重应该是不一样的。进言之,教师对“项目作品”的评价应该避免过度关注产品的表面质量甚至是学生在展示作品时的仪态和表达,导致其对背后的数学内容的总结或提炼趋于浅表。

参考文献:

- [1] 桑国元,叶碧欣,王翔.项目式学习教师手册[M].北京:北京师范大学出版社,2023:31.
- [2] 中华人民共和国教育部.义务教育数学课程标准(2022年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [3] R. 基思·索耶.剑桥学习科学手册[M].徐晓东,等译.北京:教育科学出版社,2010:4-5.
- [4] DONOVAN M, BRANSFORD J, PELLEGRINO J. How People Learn: Bridging Research and Practice [M]. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1999.
- [5] 孙国春.《义务教育数学课程标准(2022年版)》的改革意涵探析——以核心素养为逻辑基点[J].课程·教材·教法,2022,42(12):39-46.
- [6] 徐玲玲,刘徽.真实性学习理念下的学校课程构建:加拿大上游学院的经验与启示[J].世界教育信息,2019,32(7):66-73.
- [7] STANLEY T. Authentic Learning: Real-world Experiences that Build 21st-century Skills [M]. New York: Routledge, 2021: 7.
- [8] SAWER R K. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences [M]. New York: Cambridge University Press, 2006: 16.
- [9] 王素云,代建军.真实性学习:一种隐喻“具身实践”的学习样态[J].中国教育科学,2021(4):58-66.
- [10] 赵健.学习共同体的建构[M].上海:上海教育出版社,2008:39.
- [11] LAVE J, WENGER E. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1991: 124.
- [12] 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格.追求理解的教学设计[M].闫寒冰,等译.上海:华东师范大学出版社,2017:76.
- [13] 张丹,于国文.大观念的研究评介——以数学学科为例[J].比较教育学报,2020(2):137-149.
- [14] CHARLES R I. Big Ideas and Understandings as the Foundation for Elementary and Middle School Mathematics [J]. National Council of Supervisors of Mathematics, 2005, 7(3): 9-24.
- [15] VAN DE WALLJ A, KARP K S, BAY-WILLIAMS J M. Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally [M]. Boston: Pearson Education, 2019: 125-604.
- [16] 张丹,于国文.“观念统领”的单元教学:促进学生的理解与迁移[J].课程·教材·教法,2020,40(5):112-118.
- [17] 罗颖,桑国元,石玉娟.50个工具玩转项目式学习[M].北京:中国人民大学出版社,2023.

【作者简介】贺慧,成都市锦江区教育科学研究院副院长,中小学正高级教师,主要从事课程与教学研究(四川 成都 610014)。

【原文出处】摘自《北京教育学院学报》,2023.5.1~7