

素养导向下的数学跨学科项目式作业设计实践与探索^{*}

——以“基于数据的决策——挑瓜攻略”为例

杨勤春¹, 林运来²

(1. 福州金山中学, 福建 福州 350000; 2. 福清一中, 福建 福州 350300)

摘 要 数学跨学科项目式作业是以问题为驱动, 引导学生在真实、多样的情境中, 应用以数学知识为主的多学科知识, 在实践、探究中解决问题, 完成项目任务, 从而发展学生的学科核心素养. 本文以“基于数据的决策——挑瓜攻略”项目式作业为例, 引导学生经历确定主题、收集数据、合作研究、展示评价的过程, 进一步阐述跨学科项目式作业设计的内涵、价值及实施建议等.

关键词 项目式作业; 跨学科; 挑瓜攻略; 实施建议

现代教育已进入多学科融合时代. 高质量的数学教育指向学生核心素养的培育, 倡导探索基于学科的课程综合化教学, 呼唤教与学方式的优化改进和迭代升级. 《义务教育课程方案(2022 年版)》(以下简称《方案》)强调“设立跨学科主题学习活动, 加强学科间相互关联, 带动课程综合化实施, 强化实践性要求”^[1]. 近年来, 各级教育主管部门出台多个文件, 要求积极开展项目式学习, 如何开展项目式学习也是一线教师比较关注的问题. 利用跨学科项目式作业是开展跨学科项目式学习的重要方式. 笔者经过实践探索, 积累了一些经验, 现整理成文,

以飨读者.

一、教学实践

(一) 作业设计

(1) 确定主题

以本地“麒麟瓜”为研究对象, 设计一个综合运用数学、物理、生物等学科知识, 帮助学生学会挑瓜、操作性强的实践性任务, 研制用“数据”帮助“挑瓜”的策略, 即“基于数据的决策——挑瓜攻略”.

(2) 流程设计

以“挑瓜”问题为导向, 将问题分解为五个任务, 设计如图 1 所示的流程.

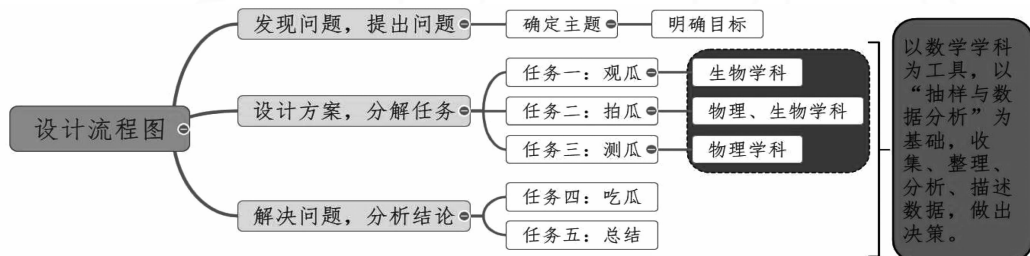


图 1

(3) 目标设计

基于选题内容和流程设计, 确定学科目标为: (1) 经历收集、整理、描述、分析数据的活动, 了解数据处理的过程; (2) 能用统计图直观、有效地描述数据; (3) 能根据数据的数字特征解释或解决问题^[2]. 其他学科目标为: (1) 与物理学科结合, 了解声音的特性, 掌握质量、体积、密度等物理量之间的

关系; (2) 与生物学科结合, 了解西瓜外观和内部结构; (3) 经历观瓜、拍瓜、测瓜、吃瓜、统计和汇报等实践过程, 培养学生运用多学科知识解决实际问题的能力, 发展科学思维、实验探究、运算能力、应用意识、创新意识等核心素养.

(二) 任务分解

把全班学生分成三组, 每组 15 人左右, 根据学

^{*} 基金项目: 福建省教育科学规划 2024 年度立项课题“核心素养导向下的校本课程建设研究”(FJJKZX24-194)

生的性格和认知特点,分工合作,通过上述五个任务的实践探究挑瓜的方法.其中,任务一、任务二、任务三,3 个小组每组认领一个,任务四、任务五所有小组都要参加.

对任务一、任务二、任务三的实践操作作如下说明:(1) 每组完成一个任务,每组的 15 人中安排 8 人负责实践操作,其余人员安排收集和整理信息、制作展示材料、总结汇报等工作;(2) 负责实践操作的每个组员随机购买 1 个麒麟瓜,形成研究样本,并给瓜进行编号:第一组分别为 1-1 号、1-2 号、…、1-8 号,第二组、第三组以此类推;(3) 各组完成数据采集;(4) 吃瓜时,依据编号记录甜度,甜度分为微甜、一般、很甜,分别记为 1、2、3;(5) 提交 word 版与 PPT 版研究报告;(6) 探究过程中,可邀请家长、老师一起参与.

(三) 项目实施

(1) 任务一:观瓜

西瓜的外观特征可能暗示西瓜的成熟度和甜度.学生从西瓜的形状(周正“圆”—3,较圆—2,歪瓜—1)、纹路(清晰—3,较清晰—2,模糊—1)、瓜蒂(弯曲—3,微弯—2,直—1)、表皮(光滑—3,较光滑—2,粗糙—1)等方面进行观测,吃瓜活动后补充完成“甜度”的数据采集,并将观测的结果赋值量化后用合适的统计图表呈现.

第一组样本的“观瓜”数据统计表如表 1,对应的条形统计图如图 2,并由此得出如下结论:(1) 形状周正“圆”的西瓜较甜;(2) 纹路清晰的西瓜较甜;(3) 瓜蒂较弯曲的西瓜较甜;(4) 表皮光滑的西瓜较甜.

表 1 “观瓜”数据统计表

编号	形状	纹路	瓜蒂	表皮	甜度
1-1	2	3	3	2	3
1-2	3	3	3	3	3
1-3	1	2	2	3	1
1-4	2	3	2	3	2
1-5	3	3	3	3	3
1-6	2	2	3	3	2
1-7	3	3	3	2	3
1-8	1	2	1	2	1

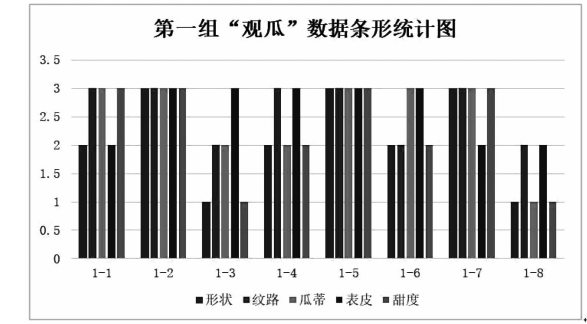


图 2

(2) 任务二:拍瓜

“听声辨瓜”是生活中很普遍的挑瓜方法,特定的声音可能暗示着西瓜的成熟度和甜度.学生利用手机的“拍瓜神器”小程序,对选定的西瓜进行拍击,把拍瓜发出的声音(噗噗、砰砰、咚咚等)、频率、可能的原因等进行记录,吃瓜活动后补充完成“甜度”的数据采集,并用合适的统计图表呈现.

第二组样本的“拍瓜”数据统计表如表 2,对应的散点统计图如图 3,并用思维导图展示相应的结论如图 4 所示.

表 2 “拍瓜”数据统计表

编号	拍瓜声音	频率	可能的原因	甜度
2-1	咚咚	188	纤维素含量高	2
2-2	砰砰	155	果肉稍松散	3
2-3	砰砰	160	果肉稍松散	3
2-4	噗噗	130	果肉更松散	2
2-5	砰砰	150	纤维素水解	3
2-6	咚咚	191	果肉硬度高	1
2-7	咚咚	200	果肉硬度高	1
2-8	砰砰	145	纤维素水解	3

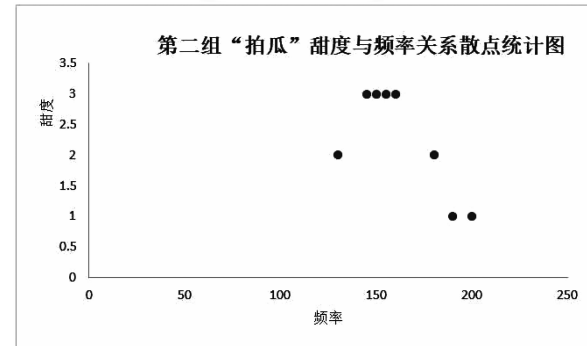


图 3

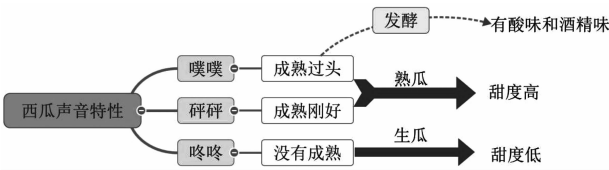


图 4

(3) 任务三:测瓜

不同种类的水果具有不同的化学成分和特点,它们的密度和甜度之间的关系复杂多样. 学生利用数学、物理知识,测量西瓜的质量、体积(排水法),计算密度,吃瓜活动后补充完成“甜度”的数据采集,并将测量的结果用合适的统计图呈现.

第三组样本的“测瓜”数据统计如表 3 所示,对应的折线统计图如图 5,由此得出如下结论:密度与甜度的变化趋势差异较大,因此西瓜的平均密度与其甜度之间并不直接对应. 学生查阅相关资料表明,西瓜的甜度主要由其含糖量决定,而含糖量又受品种、生长环境、成熟度等多种因素影响.

表 3 “测瓜”数据统计表

编号	质量(g)	体积(cm^3)	密度(g/cm^3)	甜度
3-1	5600	5385	1.04	3
3-2	6500	6633	0.98	3
3-3	8100	8020	1.01	2
3-4	5800	5979	0.97	1
3-5	7700	8370	0.92	3

(续表)

编号	质量(g)	体积(cm^3)	密度(g/cm^3)	甜度
3-6	6800	6869	0.99	2
3-7	7600	7103	1.07	3
3-8	9800	9515	1.03	2

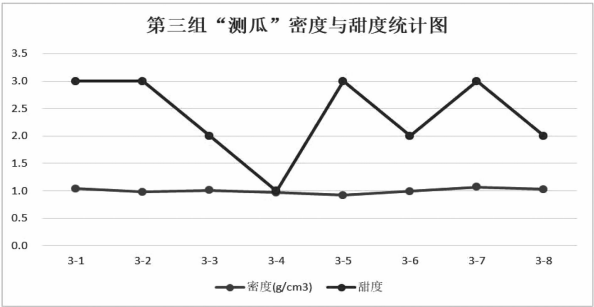


图 5

(4) 任务四:吃瓜

邀请老师、家长和同学一起吃瓜,并对挑选的西瓜的甜度进行逐一投票,补充完善相应的统计表.

(5) 任务五:评价

首先,各小组成员对得到的数据进行分析总结,最终确定挑瓜标准,撰写研究报告;其次,每组安排专人汇报研究成果. 教师在各组汇报过程中给予及时点评,帮助学生完善方案. 在评价环节,还可以邀请其他学科的老师 and 家长一起参与. 最终由个人、组长分别填写作业完成评价量表(如表 4 所示).

表 4 作业完成评价量表

姓名		学科	班级	
主题		时间		
一级指标	二级指标	评价要点	权重	得分
乐学	学习状态	1. 开始做作业前,准备充分 2. 完成作业过程,专注度高 3. 积极参与实践活动,善于合作交流 4. 主动、合理地展现自我	20 分	
	知识掌握	1. 掌握完成作业的必备知识 2. 建立新旧知识联系,构建可迁移应用的知识结构	10 分	

(续表)

一级 指标	二级指标	评价要点	权重	得分
乐学	能力提升	1. 完成作业准确率高	10 分	
		2. 掌握解决问题的基本方法、思路		
		3. 展现或提升学科关键能力		
	素养养成	1. 有学习和探究的兴趣,能自主发现或解决问题 2. 呈现学科核心素养 3. 树立正确核心价值观	10 分	
合作	师生合作	1. 学生合理请教教师,寻求帮助. 2. 师生互动充分,现场氛围和谐	10 分	
	生生合作	1. 成员有效合作分工,获取信息的多样性与合作性	20 分	
		2. 学生之间有序互动,能够有理有据地表达各自观点		
		3. 专注倾听同学发言,能够相互合理评价 4. 体现互动的广度与深度		
成果	科学性	1. 完成作业具备学科融合性	10 分	
		2. 成果报告详实,能用学科语言归纳总结		
		3. 成果具有实用性,内容科学有价值		
	创造性	1. 具有创造性思维的方法 2. 具有创造性的成果	10 分	
教师 评语			得分	

二、几点思考

(一) 跨学科项目式作业设计的内涵

跨学科是超越某个单一学科边界而进行的涉及两个或更多学科的知识融合活动^[3], 数学教学中的跨学科是以数学学科知识内容的学习和应用为主, 融合其他学科的知识, 体现数学学科的基础性和应用性. 项目式作业是巩固项目式学习的一种方式, 是教师将项目式学习落实到作业设计体系中的成果, 教师根据教学内容与学生情况设计项目任务、项目活动并布置给学生, 助力学生在实践中对学习内容进行内化^[4]. 跨学科项目式作业是融跨学科和项目式两种特质于一体的一种作业形式, 它与传统的基础性作业有很大的区别, 综合多学科、基于项目式, 改变以往“重解题, 轻解决问题”的现状, 注重学生在实践中逐渐形成问题解决能力, 发展核心素养.

“基于数据的决策——挑瓜攻略”既是跨学科的, 又是项目式的. 在实施过程中整合了数学、物

理、生物等学科知识和思想方法, 引导学生从数学和其他学科融合的角度, 经历观察与分析、思考与表达、解决与阐释等过程, 又以解决“挑瓜”问题为导向, 激励学生积极参与到有意义、有挑战性的学习过程中, 感悟数学与生活、数学与其他学科的关联, 进一步提高分析与解决问题的能力, 发展应用意识、创新意识、合作意识和实践能力.

(二) 跨学科项目式作业设计的价值

(1) 基于新课标背景下的跨学科学习和项目式学习需要

《方案》明确要求: “原则上, 各门课程用不少于 10% 的课时设计跨学科主题学习”^[1]. 初中阶段综合与实践领域, 可采用项目式学习的方式, 以问题解决为导向, 整合数学与其他学科的知识 and 思想方法, 让学生从数学的角度观察与分析、思考与表达、解决与阐释社会生活以及科学技术中遇到的现实问题 …”^[2]. 通过“基于数据的决策——挑瓜攻略”实践案例不难发现, 跨学科项目式学习作业, 从

用时上看耗时长,从组织方式上看需要各种形式的生生、师生及学生与家长、学生与行业人员或专家的互动交流,从条件保障上看需要学生主动查阅资料、准备实践材料和工具等,因此跨学科项目式学习可以作为长周期作业让学生在课后完成,真正落实课程方案和课标要求。

(2) 基于“教学评一体化”逆向教学设计的需要

通过平常的课堂观察和作业练习可以发现,学生对实际情境问题感知能力较差,难以建立起实际问题与数学知识之间的联系,有时甚至无从下手,完成效果不好。基于“教学评一体化”的逆向教学设计,可以结合相应的教学评价标准,借助评价结果反馈,调整教学策略,将评价前置,确定学习目标,设计出一些以解决生活中现实问题为主题的案列和作业(如图6),旨在综合运用数学和其他学科的知识与方法解决真实世界的真实问题,通过真实问题的解决促进对数学知识的理解和跨学科知识的获得,发展核心素养^[5]。

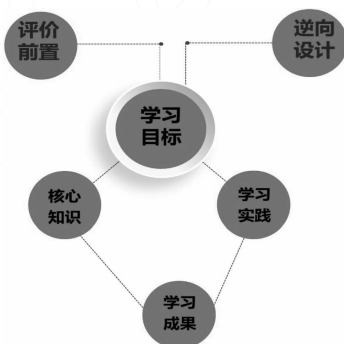


图6

“基于数据的决策——挑瓜攻略”从学生核心素养发展的角度预设作业目标,设计实施流程,研制作业完成情况评价量表,有助于促进学生联系生活实际学习数学、应用数学,学会用数学的眼光观察现实世界、用数学的思维思考现实世界、用数学的语言表达现实世界。

(3) 基于改变当前初中数学作业设计现状的需要

当前初中数学作业存在许多不足,一是脱离生活实际,学生缺乏兴趣;二是机械重复训练,抹杀学生的创造性;三是缺少知识融合,特别是跨学科知识的整合,导致应用能力不强。通过“基于数据的决策——挑瓜攻略”可知,跨学科项目式作业往往以

真实情境为背景,以跨学科知识为基础,以解决实际问题为导向,这样的作业学生感兴趣、有动力,有利于促进知识的融会贯通和应用意识、创新意识的发展。

(三) 跨学科项目式作业设计的实施建议

(1) 确定主题:发掘合适主题是关键

开展跨学科项目式学习的关键是发掘合适的主题,需要注意以下几点:(1) 思想性。必须坚持正确的政治方向,落实立德树人根本任务,依据国家课程标准、教学计划,立足学科基础;(2) 真实性。问题具备真情境,经历真探究,解决真问题,让学生在学习实践的过程中能够感受到数学与生活的密切联系;(3) 融通性。项目能够涵盖多个学科领域,让学生用数学和其他学科的知识和方法共同解决问题,能实现数学和其他学科的教学目标;(4) 適切性。项目难度应适合初中生的认知水平,既要有一定的挑战性,又不能过于复杂,在学生“最近发展区”设计问题;(5) 开放性。可以设计一些在条件、方法、结论方面开放的问题,让学生自主探究问题解决方案;(6) 合作性。可以设计一些需要合作完成的任务,让学生在解决问题的过程中学会相互协作。

“基于数据的决策——挑瓜攻略”以本地“麒麟瓜”为研究对象,解决“如何选瓜”的现实问题,基于初中数学统计知识,整合物理、生物等学科知识,体现了主题选择的真实性、融通性、適切性、开放性与合作性。在设计跨学科作业时,需要与其他学科教师协同研讨,否则可能会使学生在完成作业的过程中遭遇很多学科知识的障碍,无法发挥跨学科作业应有的价值^[6]。

(2) 分解任务:搭建支架扶手是保证

跨学科作业设计分解任务是指将一个复杂的跨学科作业任务分解为多个具体的子任务,为学生搭建适切的支架和扶手。作业设计分工需要根据具体的主题要求和学生特点、特长与爱好确定,为了能更有效地完成任务,又不增加学生的负担,常常从纵向方面来分解任务:(1) 确定主题的人员,其任务是确定一个跨学科的主题,并明确需要达到的目标和所经历的行动流程;(2) 收集和整理信息的人员,其任务是通过研究、阅读相关文献和资料,用图表、图像、表格等工具来整理信息,以便能够理解和解释主题

的原因、影响和解决方案;(3) 执行实践活动的人员,其任务是根据主题、目标及其行动流程,借助提供的信息有序开展实践活动;(4) 负责总结汇报的人员,其任务是根据研究和分析的结果,撰写研究报告和制作展示材料,汇报研究方法和结果,分享观点和做法。当然,这种分工也是相对的,不同任务的人员之间也要做好衔接工作,相互协作,相互探讨。将跨学科作业任务分解为这些具体的子任务,教师可以更好地组织和管理学生学习活动过程,细化落实子任务的完成,提高学习效率,逐步实现整体目标。“基于数据的决策——挑瓜攻略”将作业分解成观瓜、拍瓜、测瓜、吃瓜、总结五个任务,任务分解到组、到人,有利于项目顺利实施。

(3) 实施活动:经历活动过程是重点

“四基四能”与核心素养只有在知识的实践和应用过程中才能得到真正的巩固和提升。与常规作业不同,跨学科项目式作业注重学生的实践活动,学生根据主题要求和分解任务开始实践操作或实验探究等活动,将所学知识、技能和方法应用于项目式学习中,解决实际问题。教师根据学生的需求提供一些学习资源,指导学生完成任务,帮助他们分析和解决遇到的疑难。在实践活动形式上,可以采用探究式、互动式、体验式、参与式、启发式等方法,学生在理解知识、熟练掌握技能的过程中,感悟知识蕴含的数学和其他学科思想方法,积累学科思维经验,发展学科核心素养。在实施活动时间上,可以灵活调整,充分利用课余时间,同时给予学生充足的思考、合作和探究的时间和空间。“基于数据的决策——挑瓜攻略”在实施过程中,需要学生尝试将采集的信息赋值处理,自主选择合适的统计图表呈现收集的数据,并联系物理、生物等学科知识,基于数据作出推断,在作业过程中不断巩固应用所学知识、感悟用样本估计总体的基本思想、积累基本活动经验,发展抽象能力、几何直观、数据观念、应用意识、创新意识等核心素养。

(4) 总结评价:落实核心素养是目标

跨学科项目式作业在于促进学生核心素养的发展。项目结束时,学生需要向同学、老师和家长展示项目成果,分享经验和收获。学生个人、同伴、家长和教师对学生的学习和项目成果进行评估,给予及时的反馈和建议。评价形式可以多样化。学

生自评时,可以撰写完成作业后感想,反思学习过程和成果,评估自己的表现;家长评价,评价孩子在作业中投入精力程度,完成作业后各方面能力和状态的提升;教师评价,可以从“四基四能”“核心素养”“合作意识”“研究成果”等方面进行评价,也可以撰写评语。评价者总结学生在研究、活动、分析和展示方面的优点和不足,提出改进的建议。即使学生在完成作业的过程中遭遇一些失败和挫折,结果也许是错误的,但这样的过程和结果都将很有意义的,符合真实的问题解决,有助于学生总结、反思与成长。“基于数据的决策——挑瓜攻略”在总结阶段安排成果展示和评价环节,辅之以评价量表进行定量和定性评价,关注学生核心素养的发展状况。

总之,数学跨学科项目式作业设计应立足于数学学科,明确数学学科是开展跨学科项目式学习的主体学科。作业设计的主要目标是指向数学教学目标的达成,次要目标才是其他跨学科的教学目标,必须从数学教学中找到与其他学科拓展的着力点以及与其他学科的融合点,然后再回到数学学科来理解学科知识并解决实际问题^[7]。跨学科项目式作业设计不能为跨学科而跨学科,整个实践过程承载的是综合不同学科的知识和方法解决真实问题,提升学生利用数学和其他学科知识认识现实世界、解决实际问题的能力。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022:4,11.
- [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,2022:74-75,77.
- [3] 郑梅. 跨学科学习研究综述[J]. 江苏教育,2022(83):7-10.
- [4] 刘智欢,吴立宝,王子续. 初中数学跨学科项目式作业设计的理念与路径[J]. 中小学课堂教学研究,2023(10):14-18.
- [5] 史宁中,曹一鸣. 义务教育数学课程标准(2022年版)解读[M]. 北京:北京师范大学出版社,2022:285.
- [6] 王月芬. 重构作业:课程视域下的单元作业[M]. 北京:教育科学出版社,2021:154.
- [7] 赵德芳. 基于核心素养的初中数学跨学科融合教学实践[J]. 上海中学数学,2023(7-8):47-50.