

项目化学习中驱动性问题的

设计原则

浙江省宁波市北仑中学 毛浙东

项目化学习(Project-Based Learning, 简称PBL)最早于1969年由美国神经病学教授Barrows在加拿大的麦克马斯特大学首创,教育领域的项目化学习则可以追溯到杜威的做中学(learning by doing).随后,杜威的学生克伯屈首次提出并实践了项目化学习的概念.巴克教育研究所则给出了项目化学习的概念界定:

学生在一段时间内通过研究并应对一个真实的、有吸引力的和复杂的问题、课题或挑战,从而掌握重点知识和技能.

项目化学习是一种新型的学习方式,这种学习方式可以将“知识为本”的教学转变为以“核心素养为本”的教学,将以“讲授为中心”的课堂转变为以“学习为中心”的课堂.比如我们常见的数学建模,就属于项目化学习.

从托马斯、巴克教育研究所等界定的项目化学习设计要求来看,项目化学习应该处于课程的中心,而不是边缘.这个定位包含两层含义:第一,项目化学习要进入基础型课程,而不是仅出现在拓展课程或选修课程中;第二,学生应通过项目来学习主要的学科概念和能力,而不是将项目学习活动作为传统课程后的一个展示、表演、附加实践或作为例证的一部分.虽然项目化学习在国内还处于起步阶段,但是令人欣喜的是,在最新的2019人教版高中数学新教材中,开始出

现了项目化学习的“身影”,这意味着项目化学习正式从“幕后”走到了“前台”.

项目化学习有六大维度:核心知识、驱动性问题、高阶认知、学习实践、公开成果和全程评价,其中最为关键的就是驱动性问题的设计.驱动性问题类似于本质性问题,但本质问题比较抽象,特定年龄段学生难以接受,驱动性问题是本质问题与学生经验建立联系后所改进的,且问题具有挑战性,因此能极大地调动学生的学习积极性,使其投入到项目的探索中.

那么高中数学项目化学习中,驱动性问题的设计需要遵循什么原则?本文将结合具体的案例,来进行这方面的探讨,希望能抛砖引玉.

1. 驱动性问题设计的四个原则

1.1 生本性原则

在课程变革过程中,作为整个实施链条中最弱势的层级,学生的想法和感受往往被忽视.因此教师应以学生为本,基于学生学情进行驱动性问题设计.首先,教师应当关注的是学生的知识储备,尽量在学生知识和能力的最近发展区提出问题;其次,教师要关注学生的年龄特点,对于高中学生而言,虽然有了一定的生活经验,但与社会接触的机会可能存在差异,因此驱动性问题的设计要更多地贴近大多数学生平时的生活,不宜选择过于生僻的生活题材或者较为老旧的内容;当然,教师还应关注学生的兴趣爱好,平时

(接上页)

初中学生学习的正比例函数、一次函数、二次函数、反比例函数都是多项式函数,这些多项式函数是由简单的幂函数构成的,我们从这些函数中抽象出幂函数进行研究,有利于学生从初中到高中的过渡.而且,幂函数是高中阶段研究的第一个函数,由于函数的性质进行了抽象与扩展,因此对幂函数的研究至关重要,需要让学生体会研究一类函数的“基本套路”(定义、表示、图象与性质、应用),因此,教科书将幂函数的内容安排在一般函数的概念和性质之后,可以理解为幂函数的学习是一般函数概念与性质的下位学

习,同时通过幂函数的学习,积累研究一类具体函数的内容、基本思路与方法,也是后续研究指数函数、对数函数、三角函数等的范例.

新时代背景下,教育教学在不断地发生着变化,需要教师紧跟时代的步伐,认真研究教育的目标和教育的本质,追寻数学教育的真谛.

参考文献:

1. 史宁中. 数学结合与数学模型[M]. 北京:高等教育出版社,2018年7月第一版.
2. 顾继玲. 初中阶段函数概念教学中应处理好的几个关系[J]. 中学数学教学参考,1996,8-9.

适当展开调研,围绕学生的兴趣点设计驱动性问题,这对积极投入问题的探索是大有裨益的。

1.2 开放性原则

学生在面对开放度较高的问题时,往往会表现出令人意想不到的创造性。为了更好地培养学生的发现力和创造力,驱动性问题的设置一般采用开放式,即问题的结构往往是不良好的。良好的问题结构会禁锢学生的思路,使其无法创新。而结构不良的问题不但能给学生更多的想象空间,还能让不同的学生得到不同的答案,可谓仁者见仁智者见智,不同的学生都能得到不同程度的发展,充分发挥每位学生的潜能,从而获得最大的学习效益。

1.3 综合性原则

项目化学习本身就是一种深度学习,因此驱动性问题的设计要具有一定的综合度。这里的综合度不仅包括知识的综合度,情境的综合度,还包括学科的综合度。

所谓知识的综合度,是指驱动性问题背后的核心知识要具有综合性。比如我们可以选择在某个章节结束时,开展一次主题单元式的项目化学习,以这个单元中的核心知识作为问题设计的背景,这样设计出来的问题往往带有一定的综合性。

驱动性问题设计时要尽量选择综合性情境,这有利于拔高学生核心素养培育的水平。2017版的课程标准中提出了指向学科核心素养的三种情境创设的水平,水平一:熟悉的情境,水平二:关联的情境,水平三:综合的情境。其中综合的情境最能考查学生对知识的转化、迁移、运用能力。

当然,驱动性问题在设计时也可以打破学科界限,进行跨学科设计。比如当下比较流行的STEM教学,就是一种跨学科的教学方式。我们要通过驱动性问题的设计,引导学生改变以往“单兵作战”的老方法,学会“多兵种协同作战”,这有利于学生综合素养的提升。

1.4 多样性原则

项目化学习中驱动性问题的设计要能引导学生进行多样化学习。学生可以通过实验、调查、文献查阅、信息技术辅助、动手操作、小组合作等多样化的方式进行学习,这在传统的数学教学中是比较欠缺的。多样化的学习方式更加符合真实的问题情境,可以培养学生解决问题的灵活性,有利于提高学习者的学习效率,有利于他们今后长远的发展。

2. 驱动性问题设计的案例

在学完指数函数、对数函数之后,为了能让学生对本章节的核心内容进行综合运用,一般会安排一节应用课,这里就非常适合让学生进行一次项目化学习。下表是两次教学的案例,限于篇幅,这里只给出驱动性问题的设计和学生的简要思路。

案例:函数的拟合

第一次设计

某公司为了实现1000万元利润的目标,准备制定一个激励销售部门的奖励方案:在销售利润达到10万元时,按销售利润进行奖励,且奖金 y (单位:万元)随销售利润 x (单位:万元)的增加而增加,但奖金不超过5万元,同时奖金不超过利润的25%。现有两个奖励模型: $y = \log_7 x + 1$, $y = 1.002^x$ 。问哪个模型能符合公司要求?

步骤1:分析问题

根据题意只要满足两个条件:(1) $\frac{y}{x} \leq 0.25$, (2) $y \leq 5$,即可。

步骤2:检验模型 $y = \log_7 x + 1$

要使 $\frac{y}{x} = \frac{\log_7 x + 1}{x} \leq 0.25$ (*) 成立,不妨构造如下函数 $f(x) = \log_7 x + 1 - 0.25x$, $x \in [10, 1000]$ 。求导可得此函数在 $x \in [10, 1000]$ 时单调递减,又 $f(10) < 0$,故(*)成立。因为函数 $y = \log_7 x + 1$ 在 $x \in [10, 1000]$ 时单调递增,当 $x = 1000$ 时, $\log_7 1000 + 1 < \log_7 7^4 + 1 = 5$,因此两个条件均满足。

步骤3:检验模型 $y = 1.002^x$

要使 $\frac{y}{x} = \frac{1.002^x}{x} \leq 0.25$ (**) 成立,不妨构造如下函数 $f(x) = 1.002^x - 0.25x$, $x \in [10, 1000]$ 。此函数在 $x \in [10, 1000]$ 时单调递减,又 $f(10) < 0$,故(**)成立。

因为函数 $y = 1.002^x$ 在 $x \in [10, 1000]$ 时单调递增,当 $x = 1000$ 时, $1.002^{1000} \approx 7.37 > 5$,因此不满足条件(2)。综上,函数模型 $y = \log_7 x + 1$ 满足题意。

第二次设计

白居易有诗云:坐酌冷冷水,看煎瑟瑟尘。无由持一碗,寄与爱茶人。中国茶文化博大精深,茶水的口感与茶叶类型和水的温度有关。经验表明,绿茶用85℃的水泡制,再等到茶水温度降至60℃时饮用,可以产生最佳口感。那么在25℃室温下,刚泡好的茶水大约需要放置多长时间才能达到最佳饮用口感?

步骤1:分析问题

如果能建立茶水温度随时间变化的函数模型,那

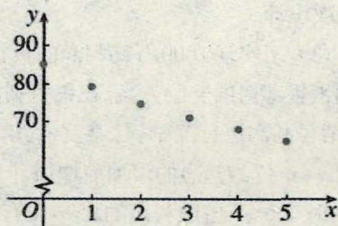
么就能解决这个问题。

步骤2: 采集数据(小组合作)

表1

时间/min	0	1	2	3	4	5
水温/℃	85.00	79.19	74.75	71.19	68.19	65.10

步骤3: 利用软件、画散点图



步骤4: 选择模型

模型1(指数模型): 选择函数 $y = ka^x + 25 (k \in \mathbb{R}, 0 < a < 1, x \geq 0)$ 模型来拟合茶水温度随时间变化的规律, 并求得参数值。

模型2(反比例模型): 选择函数 $y = \frac{k}{x+a} + 25 (k > 0, a > 0)$ 模型来拟合茶水温度随时间变化的规律, 并求得参数值。

模型3(抛物线模型): 选择函数 $y = ax^2 + bx + 25 (a > 0, b < 0)$ 模型来拟合茶水温度随时间变化的规律, 并求得参数值。

步骤5: 检验模型

将求得的函数模型与原始数据进行匹配, 观察误差度, 发现用指数模型拟合效果最好。

即将 $y = 60$ 代入指数函数模型, 得 $x = \log_{0.9227} \frac{7}{12}$, 由计算器算得 $x \approx 6.699$, 因此泡制一杯最佳口感绿茶所需时间大约是7分钟。

3. 案例分析

3.1 改进后的驱动性问题使学生探究热情更加高涨

对于高一学生而言, 其知识储备并不多, 教师在设计第一次驱动性问题时, 没有考虑到问题在解决过程中可能会用到导数的知识, 这对高一学生而言是有困难的。而学生在解决第二次驱动性问题时, 这样的情况就得以避免, 因此探究更加顺畅, 积极性也更高。同时, 相比第一次的驱动性问题, 第二次的设计更贴近学生的生活实际。通过富有中国特色的诗文化和茶文化的熏陶, 激发了学生的民族文化自豪感, 学生的探究热情是非常高的。

第14页

3.2 改进后的驱动性问题更能激发学生的创造力

第一次设计的驱动性问题结构过于良好, 不具备开放性, 因此每位学生都获得了一样的答案, 没有让学生实现个性化发展, 特别是优秀的学生, 在整个学习的过程中, 能力的发展微乎其微。但是改进后的驱动性问题则截然不同, 由于题目的结构不良, 探究的结果也会因人而异。每位学生根据自己对题目的理解, 选择自己认为合理的函数模型进行拟合, 无论是优秀的学生, 还是基础相对薄弱的学生, 都能在这个研究过程中得到不同程度的发展, 每个学生的创造力都在无形中被激发出来。

3.3 改进后的驱动性问题使深度学习得以实现

第一次设计的驱动性问题虽然也能考查指数、对数函数的综合应用, 但是学生的思维深度不够。而改进后的驱动性问题, 则让学生经历了从生活情境中进行数学要素提炼的过程, 由于情境更综合, 因此更好地培养了学生数学抽象的能力。同时, 学生在回答改进后的驱动性问题时, 需要应对更复杂的数据, 因此更能培养学生的数据分析能力。第一次驱动性问题中涉及的函数模型是题目提供的, 而在改进后的驱动性问题中, 学生必须通过自主分析来选择合适的函数模型, 真正培养了学生数学建模的素养。新的驱动性问题还打破了学科界限, 将物理中的温度测量, 化学中的物质口感变化, 信息技术中的软件使用, 茶艺文化中的美学欣赏, 完美地融合在一起, 带领学生进行了全方位的深度体验。

3.4 改进后的驱动性问题使学习更真实

对于第一次设计的驱动性问题, 学生利用纸笔基本可解决, 但这样的学习方式是欠真实的, 学生的能力锻炼是不足的。在解决生活中真实问题时, 问题的复杂性让我们不可能只利用纸笔进行演算, 一定会借助现代化的各种工具。正所谓假舆马者, 非利足也, 而致千里; 假舟楫者, 非能水也, 而绝江河。在解决新的驱动性问题时, 既有实验, 又有分析; 既有独立探究, 又有合作交流, 既有纸笔演算, 又有信息技术的灵活应用, 整个学习过程更加贴近真实。

参考文献:

[1] 美国巴克教育研究所. 项目学习教师指南——21世纪的中学教学法[M]. 任伟译. 北京: 教育科学出版社, 2008.

[2] 夏雪梅. 项目化学习设计[M]. 教育科学出版社, 2018.