·初中园地·

构建渐进支架 实现思维进阶

许光曙
(上海世外教育附属吴江云龙实验学校,江苏 苏州 215200)

摘 要:学生核心素养的培育是一个长期且循序渐进的过程,此过程中要本着发展学生科学思维的育人理念,注重思维支架的构建,实现思维的进阶.重点阐述结合初中学生物理学习的特点,注重探究教学的“慢”过程,让核心素养培育落地生根.

关键词:科学思维;支架;核心素养

2022 年版《义务教育物理课程标准》指出,科学思维主要包括:模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等,科学思维是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式;是建构物理模型的抽象概括过程;是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用;是基于事实证据和科学推理对不同信息、观点和结论质疑和批判,予以检验和修正,进而提出创造性见解的品格和能力.[1]科学思维深谙于物理教育之中,新课标中许多内容要求中都有关键词“通过实验……”“设计实验方案……”“经历……的实验过程”“通过探究……”等要求.[1]这就要求物理教师在教学过程中要摒弃“快节奏、大容量、高效率”的课堂教学范式,避免“囫囵吞枣”“不求甚解”,要循序渐进地构建思维支架,用“小火慢炖”,把物理的“味道”煨出来,呈现给学生浓郁的物理内涵和厚重的思维质感.本文从科学思维的维度出发,结合初中学生物理学习的特点,注重教学的“慢”过程,让物理核心素养的培育落地生根.

1 丰富情境支架,构建物理模型

建构主义认为,知识不是通过教师传授得到,而是学习者在一定的情境下,通过意义构建的方式获得.模型构建是科学思维的重要组成部分,它是对抽象对象概括后的进一步形象化.对初中阶段学生来说,模型构建表现为能够使用模型解释物理现象和过程,阐明物理概念和原理,在真实情境中具有构建模型的意识和能力.初中物理教学中,复杂问题需要转化成基本模型来处理,将物理模型与教学情境结合起来,进行修正并加以拓展应用.这也是初中学生研究物理问题常用的基本方法,是运用物理知识解决实际问题的基本途径.但在实际教学中,许多教师对于现有模型实行“拿来主义”,缺少了模型建构的渐进过程.如苏科版教科书 8 年级下册“估测大气压的值”探究活动中,[2]教材给出的图片如图 1 所示,活动装置貌似简单,如果教师照本宣科,对照教材实验演示一遍,在课后解决实际问题的时候,发现教学效果并不理想.因为实际操作以及受力分析过程并不简单,其中蕴含着丰富的科学思维,需要教师的解读和学生的理解,因此留给教师教学的空间比较大.活动开始之前,为降低学生对大气压强估测的思维难度,学生头脑中必须构建一个模型,即活塞所受到的大气压力、拉力、注射器内部对活塞的摩擦力的方向等.对于初中学生来说,模型构建的水平较低,教师要多采用形象的可视化的方式逐步加以渗透.为符合初中学生形象化思维的认知特点,笔者用放大的思想制作了可视化的大型注射器模型教具,其中薄膜等效于活塞横截面,让学生思维聚焦于薄膜的向左移动(图 2)和向右移动(图 3)时的受力情况分析,慢慢构建起活塞受力运动模型,模型可以化抽象为直观,让学生不再凭空想象,而是在真实的场景中成为思维的有效载体.这并没有降低思维的难度,而是搭建了思维的脚手架,教师结合模型以问题链的形式逐层探究.如表 1 所示,将摩擦力的因素考虑在实验之前,避免后续的迂回教学,对实验过程的开展以及误差分析等预留了较好的伏笔,为后面粗略测量大气压和实验误差的分析做了很好的铺垫.



图 1 教材图片

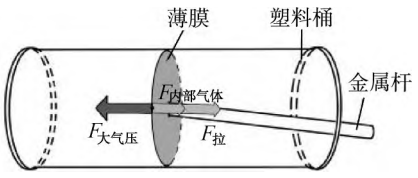

图 2 薄膜向左移动

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

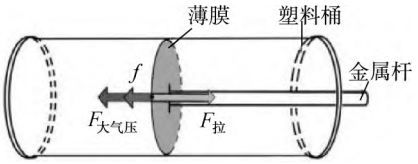

图 3　薄膜向右移动

表 1　估测大气压探究活动问题链

问题 1	谁在阻碍着活塞被拉开来？
问题 2	拉的时候感受到阻力，是什么原因？放手后，活塞又被弹回去，又是什么原因？
问题 3	大气的阻碍作用体现在注射器的何处？
问题 4	如何测量大气压力？结合滑动摩擦力的实验改进进行讨论
问题 5	如何测大气压强？还需要测什么？需要用哪些实验器材？

学生在物理概念和规律的形成过程中，教师通过重视模型的构建发展学生思维，但到解决实际原始物理问题的时候，构建模型的意识和方法却又抛之脑后.如初二物理教学中常见的一个原始物理问题：百米赛跑时，计时员是听发令枪声音开始计时，还是看烟雾计时？两者时间相差多少？笔者在每届的教学中都会遇到许多这样的学生，他们对于裁判员、计时员、发令枪等位置关系和分工协作有些混乱，给解决实际问题带来一定的困扰.面对这样一个原始物理问题，有的教师往往仅仅当作简单的试题去讲解，其效果不甚理想.笔者在教学中让课堂节奏慢了下来，引导学生自己先描绘一下比赛场景，然后给学生展示图片，如图 4 所示，让学生主动构建模型，可视化地展示解题过程，培养良好的建模习惯.要让学生灵活处理物理模型问题，必须充分挖掘和提炼模型素材，引导学生认识物理模型的本质特征，将隐藏在课本和教辅资料中的物理模型显性化.[3]这些感性材料在师生的共同分析、加工、想象的基础上，初步形成了、构建了实体模型，培养了学生的形象思维能力，学生对抽象的分析有更深刻的理解，在脑海中留下深刻的印记，以便他们在今后的学习和解决问题中借助曾经经历过的模型分析，透过现象看本质，培养属于自己的分析能力.当我们把课堂节奏慢下来的时候，你会观察到学生体悟到科学思维带来的喜悦.

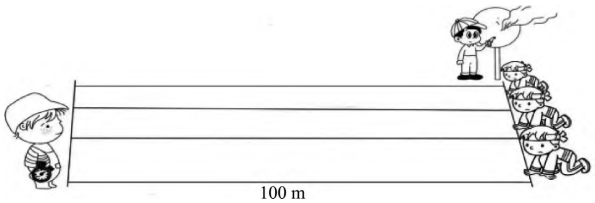

图 4　百米赛跑

2　重构思维支架，促进科学推理

古希腊著名哲学家苏格拉底提出的“产婆术”教学法认为：一切知识均从疑难产生，教师不应直接告诉学生是什么，而要通过诱发、引导学生去探寻知识的背后，通过讨论、问答或辩论的方式揭露学生认识中的矛盾.这就要求教师要适当给学生搭脚手架，提供逐级帮助，让学生获取知识的同时发展能力，促进思维进阶.如在“探究杠杆平衡条件”学生实验中，学生将实验获取的数据填入表格，教师让学生对几组数据进行观察、比较、分析，试图找出他们之间的内在数量关系.这个环节中，教师通常会对学生进行提问，学生大多会受到教材给出结论的明示，很快得到 $F_1l_1=F_2l_2$.此时，教师大可不必马上就此得出结论，而是需要把节奏慢下来，谨慎下结论.可以追问：为什么是乘法呢？教师引导学生从函数的模型上进行猜测“每一次的 4 个数据之间可能会满足什么样的等式关系”.帮助学生利用已经学过的函数知识，如正比例函数、一次函数、反比例函数等进行猜想，并将学生多样的猜测结果进行板书，教师进而逐步归纳、总结、提炼，如提醒学生“在物理学中，不仅仅要对数字进行运算，同时也需要对单位进行运算”，排除了加减的方法，再用剩下的猜想，加上数据的验证，最终可以得到他们之间的本质联系，发现与教材给出的结论一致.通过这样的“慢”教学，学生的精力集中，逻辑推理顺畅，学生体悟到发现的喜悦，科学思维得到了渗透，教学过程充满了浓浓的物理味.

3　延迟经验支架，助力科学论证

初中物理许多知识与生活经验密切相关，有的司空见惯，还有的知识小学科学课中学生已经初步学过，学生认为教师“没有什么好讲的”，如何更好地做好衔接教学，密切联系生活，让生活慢慢走向物理，是教师教学的智慧.如在“光的直线传播”教学中，由于学生生活经验比较丰富，加之课题的明示，对于“光是沿直线传播的”现象似乎无须多探究.课堂教学中教师抛出问题：光是如何传播的？光是沿直线传播的吗？你敢确定光真的是沿直线传播吗？你能用实验来证明你的猜想吗？一系列的问题，并没有难住学生.学生用喷雾器往空气中喷水雾来显示光的传播路径，用一根细线靠近光线，看细线是否能和光线重合来证明光的传播路径是直的.教师接下来点燃酒精灯，让火焰

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

靠近光线，引导学生观察墙壁上红色光点的变化.学生发现光点在抖动，说明了空气经过加热后光线并不是沿直线传播了，是什么原因导致？要不要满足什么条件呢？学生对于自己刚刚建立的概念开始动摇.学生想到了空气的均匀程度发生了变化.教师进而提出，给你提供器材：激光笔、玻璃砖、果冻、装有透明液体的烧瓶、喷雾器.学生把激光射到不均匀的液体中，我们观察到了什么现象？说明了什么问题？至此，学生建立的概念不断被打破，经过思维的拉锯战，“光在均匀物质中沿直线传播”的观念呼之欲出.以上教学过程中，学生在教师的不断追问下，认为得出“光是沿直线传播的”的结论似乎有些仓促，貌似有点问题，但是问题在哪里，我们需要慢慢通过实验来论证，让结论更加科学合理.

成功的课堂实验，能让教学顺利推进，但平铺直叙的课堂往往缺少生机，教师如果能营造跌宕起伏、扣人心弦的课堂，必将让学生兴趣盎然，思维得到放飞.笔者汲取一些专家学者的建议，在教学设计中尝试延迟教学支架，故意创设失败的实验情景，让学生利用失败促进自身思维和能力的发展.如教师可以设计与学生生活经验不吻合的意外情境，在实验器材上蓄意挖坑“做手脚”，让教学支架落空.如在“气体的压强”教学中，笔者准备 3 瓶饮料，如图 5 所示，让 3 位学生分别吸饮料，并谈谈自己的体会.(a)瓶中能顺利喝到饮料；(b)瓶中因在弯折处开了一个小孔，学生说“漏气”所以很难喝到；(c)瓶中稍微喝了一点就“吸不动”了.基于两个“挫败”的体验，进而教师提出，用什么办法可以喝到饮料呢？学生各抒己见畅所欲言，活跃了课堂气氛的同时，培养了质疑和创新意识，加深了学生对大气压的理解.“慢”，本身就包含着不轻信的勇气、不盲从的自主性、不自大的谦逊，以及遵从科学事实的诚实等等.

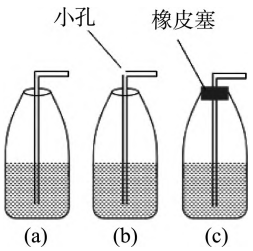

图 5　3 种不同方式吸饮料

4　设计实验支架，鼓励质疑创新

落实教学过程中的思维支架，是初中物理教学有效实践与科学创新的基础.教学实践中，实验器材不但是物理学习的重要工具，同时也是物理学科学习的重要内容，对于有些实验器材，学生仅仅知道正确使用是不够的，应该要充分利用对于器材原理的理解来培养学生的科学思维.实验器材是发明设计者们创造性思维的结晶，其中蕴含着设计者高超、丰富的科学思想方法，因此在活动教学中对核心器材的探究就显得尤为重要.不但要知道怎样操作，还要知道为什么这样操作，物理实验的器材，无论是实验室购买的，还是师生自制的，其构造、作用、原理都蕴含着一定的思维过程，通常情况下教师习惯于直接拿来就用，缺少对实验器材的探究环节.笔者认为，演示器材在出场前要进行“预热”，进行思维的“软着陆”，这样可以充分理解实验器材的原理和功能.

如苏科版物理 8 年级(下册)在“探究阻力对小车运动的影响”中，教科书中给出的器材有木板、玻璃板、棉布、小车、斜面等，教师在备课时，要充分解读教材的编写意图，提炼教材中的信息，结合学生的学习起点，预设教学环节，做好同化和顺应工作.教师如果不揣摩编者意图，教材的生命活力就没有得到有力体现，学生知其然而不知其所以然，对学习就感到索然无味.教师应该“用课本”而不是“教课本”，课本只是教学的参考，对于教科书中不完善的内容，教师应根据学生的实际情况“补齐”相关内容，并设计更加科学的教学策略，以促进学生对内容的深度理解.[4]教学实践中，教师通常是利用现成器材边讲解边演示实验，然后学生仿照教师的演示进行分组实验，至于为什么要这样做，学生并不想知道，处于被动思维状态，思维很难得到发展，对于改变摩擦力的几种材料，学生易于理解，至于小车为何直接放在斜面上，如果教师不做解读拿来就用，不免有些突兀.而这恰恰是培养科学思维的契机.这一过程与科学探究过程高度相似，其背后是坚持科学立场、体现科学态度、发展科学思维的慢过程.

学生自然想到用手推，如图 6 所示，每次用相同大小的力.教师让学生来演示，其他学生质疑：如何能做到每次用的力大小相等？还有的学生提议，把弹簧一端固定，如图 7 所示，另一端和小车接触，每次将弹簧压缩相同的长度然后释放推动小车(图 7)，学生再试，发现压缩的长度并不好控制，而且小车容易偏向，图 8 方法也不可行.此时，教师让学生取出抽屉中的斜面，学生一下似乎意

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

识到了什么，经过比较鉴别，学生很快就能搭配出图 9 的器材组合，教材的意图和整个课堂探究蕴含的科学思维渐渐浮出水面，接下来完成实验操作，得出实验结论也是手到擒来之举.

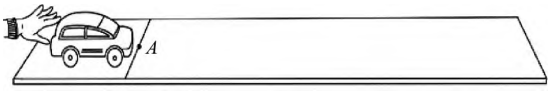

图 6 用手推使小车运动

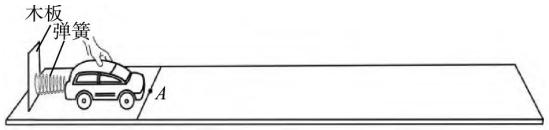

图 7 压缩弹簧使小车运动

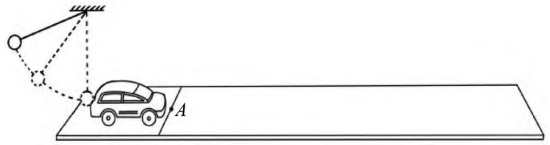

图 8 小球下落推动小车运动

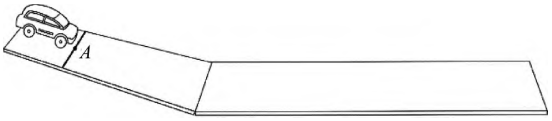

图 9 利用斜面使小车运动

5 结语

新课标中增加了一级主题“实验探究”，其中包含了 9 个测量类学生必做实验和 12 个探究类学生必做实验.这两类学生必做实验旨在体现物理课程实践性特点，培养学生发现问题和提出问题的能力、动手操作和收集数据的能力、分析和处理数据的能力、解释数据的能力、表达和交流的能力，引导学生学会学习、学会合作，培养学生严谨认真、实事求是的科学态度.[1] 这些必做实验是物理科学探究的底线，同时也是给教学一个导向.让课堂教学探究慢下来，只有慢下来才可以促进物理概念的深度构建，深化对物理规律的认识，有了实验数据才可以通过归纳推理获得探究结论，培养学生物理学科情感和实事求是的科学态度.

“慢”是一个渐进构建过程，是一种科学的思维方法.教师要善于用“慢”的心态去搭建有效的思维支架，勇于用方法、能力形成的一时之“慢”，去换取日后迁移运用之“快”，实现思维稳步进阶.让学生在解决问题的过程中积累感悟，在静静的思索中获得顿悟，在思维进阶中体验自悟.诚如佐藤学教授所言，教育往往在缓慢的过程中沉淀了一些有价值的东西.

参考文献：

1 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
2 刘炳昇，李容. 义务教育教科书《物理》八年级下册[M]. 南京：江苏凤凰教育科学技术出版社，2021.
3 姜炜星. 运用物理模型提升学生物理思维品质[J]. 物理教师，2015，36(4)：32－34.
4 任少铎. 搭建思维支架 促进深度理解——以托里拆利实验为例[J]. 物理教师，2022，43(9)：58－60.

(收稿日期：2023－11－05)

(上接第 34 页)

实物模型验证或展示某些原理、现象和设想.[3] 在探究实践中，工程设计是关键，是产品物化的前提，是联结任务、问题与物化产品的桥梁，需要学生的系统思维、创造性思维等.学生通过设计和迭代的设计，在解决实际的工程问题中“做中学”“用中学”“创中学”，是工程教育落地的有效途径.

4.3 以工程项目促进工程思维的培养

工程思维是以系统分析和权衡比较权衡为核心的一种筹划思维，学生发展工程思维需要经历完整的工程项目.[4] 从整体出发考虑问题，寻求解决问题的方案，且处理好整体与局部关系需要系统思维；通过对不同方案可能产生后果的预测和评估作出最佳选择需要决策思维；对他人或自己的观点、做法进行评价、质疑、纠正，并通过分析、比较、综合，达到对事物本质更为准确认识需要批判性思维；提出创造性的方案，图纸与产品的迭代需要创造性思维.在工程项目中，学生设计、制作、评价和迭代改进，在亲历工程实践的过程中培养工程思维.

参考文献：

1 叶兆宁，周建中，杨元魁.中小学工程教育的理念和关键路径[J].人民教育，2022(9)：55－58.
2 王长江，盛洋，安秋.基础教育阶段的工程教育：目标框架与实施建议[J].天津师范大学学报(基础教育)，2019，20(4)：40－45
3 中华人民共和国教育部，义务教育科学课程标准(2022年版)[S].北京：北京师范大学出版社，2022.
4 王璐，张桂凤.聚焦工程思维培养的通用技术跨学科项目实践——以戈德堡机械项目为例[J].中国现代教育装备，2023(22)：48－51.

(收稿日期：2024－01－24)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net