



回归学科本源 体悟科学探究

——“探究弹簧弹力与形变量的关系”课后反思

唐洋

(上海市南洋模范中学 上海 200032)

(收稿日期:2022-01-05)

摘要:公开课为一线教师的专业成长搭建了平台,通过一节区级公开课的教后反思,梳理了经过专家指导后受到的启迪,分别从“教学目标的升华”“深度备课的提出”“课堂重点的转移”3个角度分析了磨课过程中获得启示,并为之后的日常教学改进指明了方向.

关键词:课堂教学 深度备课 本体知识 教学质量

本次公开课于2021年9月16日确定主题,直至11月30日开课,整个备课过程历时两个半月,教案较大幅度地修改了21稿,共试讲4个班,教研员与教研组教师们多次参与听课磨课,期间尝试自制实验器材,去以五金店著称上海滩的北京东路选购各类弹簧……

回眸整个备课过程,可谓曲曲折折,比如在网上无法挑选到劲度系数适合实验的弹簧,跑了大街小巷也无功而返,自制教具效果不佳,试讲效果差强人意等等,这些困难着实让笔者受到了不小的打击.但正是因为这些不顺畅,各种原有隐藏着的教育教学问题就开始在各个环节暴露出来,显得别有一番价值,更有幸能在特级教师桑嫣老师和周靖毅老师的指导下,不断地进行反思与调整,将问题逐个化解,才让最后的公开课取得了一定的突破与成功,受到的启迪颇多.

1 教学目标的升华 基于课标 结合学情 适度超越

1.1 进阶版目标

关于教学目标的定位,可以基于《课程标准》,再结合学生的实际情况,进行适度超越^[1].就本节课而言,依据《课程标准》要求:学生通过实验了解胡克定律;在实验中体会控制变量的思想;学习数据的记录与分析方法,能根据证据得出结论;知道实验存在误差.

基于《课标》,根据我校学生基础,提出希望通过课程进一步培养学生学科核心素养的进阶版目标:

- (1) 如何进行实验设计的能力(基于科学探究,结合科学思维,创获作为结论的知识);
- (2) 如何寻找证据,并得出相应的结论(证据意识);
- (3) 如何组织语言,符合逻辑地表述观点(解释、交流能力);
- (4) 如何评价结论获得过程中存在的可改进之处(质疑、反思的批判性思维).

1.2 主要认知环节

根据教学目标,拟定需要学生经历的主要认知环节如下:

- (1) 根据学科现象提出可以研究的学科问题,在讨论中形成初步的实验方案;
- (2) 基于初步的方案进行实验探究,在探究过程中不断调整研究方略,获得数据并进行处理;
- (3) 对数据偏差进行分析,并由实验得到结论,反思结论得出的过程所存在的不足,训练其批判性思维能力,最终拓展到普遍的结论,经历不完全归纳法的实验探究过程;
- (4) 由科学结论到实际生活的应用与拓展,培养学生理论联系实际的认识能力,将物理知识升华为物理观念.

此外,本实验作为高中阶段第一个探究性实验,

除了通过实验得出胡克定律,了解实验思想、方法等技术性问题之外,还需在实验过程中让学生感受实验与推理相结合的研究方法(此处主要借助不完全归纳法),最终获得结论.学生需要在整个过程中充分经历观察、猜想、实验、归纳、交流、反思等环节,像科学家一样体验概念和规律的建立过程^[2].

在考虑了培养目标之后,就要着手分析学生的认知起点.弹簧形变后产生弹力是一种常见现象,学生在生活中都有或多或少的观察与经验积累.那么经历怎样的认知过程才能从生活经验中演绎出学科认知的切入点?

这需要辨析所研究的问题的学科特征,一般需要经历对学科问题的知识与认知特征进行重新审视的认知思考.就本认知内容而言,可以通过对基于源问题的认知特征或认知方式的思辨来抉择要明晰的认知途径或方法,由此演绎出具有认知意义的探究过程.

首先是对知识的认知序思考:有效梳理与思辨学科现象的现象特征或属性及其成因是形成解析物理学科问题的认知思路的重要切入点.基于现象构成元素的梳理、现象生成条件的把脉、现象内涵的外化表征、现象本源的成因解析等,以此演绎出学科的知识性问题,即“是什么”“怎么样”“为什么”:什么是弹簧弹力?弹簧弹力有什么规律?为什么形变会产生弹力?

其次是对于教学的认知序思考:就物理学科而言,对学科知识的认知可以有不同的途径或方法.因此,在定位了所要认知的学科知识后,我们需要明确应选择怎样的路径来认知该学科知识.具有较为鲜明的学科认知意义的课堂教学流程应该是:创设情境、对现象进行梳理与表征、创设认知目标(知识性疑惑)、设想如何研究(认知性疑惑)、构建出认知脉络、生成认知策略、进行认知探究、获得作为结果的知识.

最后根据上述对知识序与教学序的认知梳理,形成了以问题链形式开展的课堂教学设计.

1.3 主要认知任务

认知任务 1:温故知新(“是什么”)

认知活动:回顾弹力的定义与产生过程,作为后续认知的起点.

设问:(1)什么是弹力?

(2)弹力是怎么产生的?

(3)物体发生形变是否就一定存在弹力?

认知任务 2:现象成因剖析(“为什么”)

认知活动:透视学科现象的成因.

设问:为什么弹性形变恢复原状会产生弹力?

认知任务 3:现象属性与特征梳理(“怎么样”)

认知活动 1:在思辨中形成认知方略.

设问:(1)根据生活经验,同一弹性物体,形变越大,产生的弹力越大.那么,弹力与形变之间存在怎样的定量关系?

(2)生活中很多是微小形变,直接研究难度较大,先研究可以发生明显形变的弹簧.你会如何利用弹簧研究弹力与形变大小的定量关系?

(3)需要测量什么物理量?如何测量?

认知活动 2:策划实验方案,进行实验探究.

(1)给定刻度尺、砝码(50 g,10 g若干)、铁架台,根据给定的器材,设计实验方案,并完成测量.

(2)在数据处理过程中,你会如何寻找弹力与形变量的关系?

(3)你会如何进行误差分析?

认知活动 3:对实验结果进行深度发掘.

设问:(1)图像的斜率具有怎样的物理意义?

(2)劲度系数 k 与哪些因素有关?给定直径、粗细、材质不同的弹簧,请根据本节课所给的器材进行实验,寻找证据支持你的猜想.

认知活动 4:理论联系实际,布置单元探究任务.

长期单元探究任务:(1)以图片形式展示火车、轿车、自行车中的减震弹簧,要求比较各弹簧的劲度系数,并寻找证据支持自己的观点;

(2)调查生产生活中所用弹簧的形状及使用目的,并制作展示海报;

(3)制作一个简易弹簧测力计,用胡克定律解释其原理,并完成对生活中常见物体重力大小的测量,形成探究报告;

(4)尝试设计其他的实验方案探究该课题,对比各种方案的优劣之处,形成一份演讲稿,用PPT形式展示.

2 深度备课的提出 追溯本源 增强底蕴 厚积进发

教师本体性知识要强化,这是将真实的科学探

究注入物理课程,是真正开始教物理的必要前提之一。

作为一线教师,我们在学生时代学习了物理学知识,但随着科技的发展,人类对自然现象的本质有了进一步的深入研究,原有的不少概念如今被修正了,由此就要求教师脑海中原有的学科本体知识需要与时俱进地更新,一来避免出现科学性错误,二来能让深度的物理学习在课堂中发生。

在本节课备课过程中,按照桑老师和周老师的要求,前期查阅了与所讲授知识点相关的学科本质知识,比如明确“弹力是怎么产生的”以及“弹力的成因”是两个不同的学科问题,前者是“弹性物体恢复原状产生的力”(表象),后者是“分子间的电磁作用力”(本质),两者是不能混淆的,否则会出现科学性错误。这就要求教师在讲授弹力、摩擦力等宏观作用力前,要能从其微观本质机理(电磁相互作用力)的角度进行深度备课。而为了学生能够接受,由此生成的教学内容则要能“轻轻放下”,即根据学生的程度,适度点击现象本质,但不用过度展开,这样既可以避免由于学生学科本体知识不足导致的听课困难,又能让学生对学科本体性知识有一定深度的了解。

除了对学科本体知识的把握以外,教师对知识的特征也要有清晰的认知。胡克定律属于较为典型的“经验性现象规律类知识(侧重是什么、怎么样)”,与“哲学层面的概念抽象,微观解释类知识”(侧重为什么)的物理结论有所不同(前者偏工程学视角,后者偏理论物理学范畴)。如果能明晰知识的特征,在教学中才能对相应的结论分类处理,并选择合适的教学方式,生成逻辑指向明确的课堂教学。

倘若进一步审视以胡克定律为代表的“现象→规律”的经验型规律,往往容易只看到现象的表面,或者现象的部分,容易存在一定的片面性,属于古典的科学研究方式,与近代的“理论推演→实验”的科学研究认知路径存在差异,由此生成的课堂教学也会遇到一定的挑战。

比如在试讲的误差分析环节,遇到了学生作的 $F-x$ (弹簧弹力与形变量)图像并不过坐标原点,而且是呈现整体向上偏移的情况,一开始笔者简单地将其处理为“实验误差”,查阅一些资料后也仅了解到“弹簧自重对实验结果有影响”,但这样的简单处

理其实犯了科学性的错误。

经过桑老师在备课阶段的指导后,笔者才意识到:测量中的偶然误差,根据误差理论,偏大偏小的概率基本一致,因此,作图后直线并不会出现向某一方偏移的情况,而如果直线向某侧整体偏移,说明是有其他干扰因素存在。

现实生活中的弹簧是有重量的,如果考虑形变过程中其质心的移动情况,我们会发现,由于悬挂钩码的施力点位于弹簧的下端,而力的作用点附近部分所发生的相对形变较大,导致弹簧上端被拉开的距离小,下方被拉开的距离大,造成弹簧质量分布变化,因而在被向下拉长的过程中,其质心却发生了上移,最终会出现测量图像的整体偏移现象。当年胡克也发现了这个问题,并考虑到了这个质心移动的因素,对此进行了修正,最终才得到了正比的关系。

在实际实验中,为了减小质心偏移所产生的误差,应选择质量尽可能小的弹簧,进行实验后,会发现质量越小的弹簧获得的图像越接近正比,因而可以推论出,当弹簧质量为零,即是一根理想模型的轻弹簧时,会满足正比关系。

对物理规律是如何获得的,学生和教师都要能像科学家一样地进行思考。这就需要教师深谙学科知识探究的历史,知道科学家们曾遇到过的问题,这样才能开拓自身学科视野,增厚学科底蕴,在课堂上做到厚积而薄发。此外,唯有教师真正地进入了物理学探究的世界,面对学生出现的各种问题,或者是有深度的提问时,才接得住,师生也有可能围绕问题进行深入的探讨,让真正的物理探究发生,否则只会因为教师本体性知识火候不到位,让讨论与探究都停留于现象的表层,看似进行了探究,实则是“伪探究”。

此外,教师也应意识到,现如今的学生能广泛接触到各种信息,其前期的学科知识储备并非“一无所有”,所以,如何备学生,需要教师进行恰当的预测,比如可以在准备下一个阶段的授课前,教师有意识地与学生进行交流,了解他们对之后所要讲授的学科知识的了解程度,有点“课前测”的意味,以此为学生的认知起点,再进行备课。

3 课堂重点的转移 学生本位 注重生成 精巧设问

课堂教学质量的观察点并非仅仅停留在“教师

讲得怎样”,更要关注学生回答的“质量”.其中“质”是指学生对知识掌握的外显化行为表现——听讲神态(是否全神贯注、兴趣盎然)、表述情况(是否逻辑清晰、用语规范精准)、付诸笔端(能否用学科语言流畅表达)、“量”则体现在有多少学生能够回答(是否能集体回答、课后班级作业反馈的情况).

与此同时就要适度弱化教师对课堂的主导地位,不过度关注教学框架,聚焦学生的生成性问题.课堂教学需要通过教师的引导完成知识的教学目标,但不宜过“度”——只关注知识本身教学是否完成,而忽视学生学习中出现的问题.教学的对象是学生,而不是知识,知识是培养学生的载体,建立概念的过程是桥梁,最终通向培养学生高阶思维的彼岸.

这就需要教师将课堂教学关注点由知识转移到学生,面对学生的回答,我们要做到真正在听,并给予反馈和评价.课堂教学中,当教师提出问题,我们心中会有一个期望的答案,这时候,提问就像是在开彩票,有学生答对了,我们就中奖了,因为这个期盼的答案可以让课堂流程得以推进,却忽略了学生回答中出现的思维火花,尤其面对学生的回答并不是我们预设的答案(往往其中也有部分合理性),我们就会选择忽视,久而久之,学生会觉得无趣,因为教师仅关注自己需要的那个答案,并没有关注自己的想法.有效的课堂对话,教师首先要做到用心听其思维,学生的回答常常是不完整,但部分合理,这时候教师就要进行现场的评价处理:先“评”——回答好在哪里,不好在哪里;后“价”——进行学科思维的引导,指明进一步思辨的路径.在师生、生生的思维互动中,逐步达成共识,完成科学探究的过程,于每一次问答中潜移默化地提升学生的学科素养.

教师应该尽量少讲,哪怕纠错的环节,也让学生们相互指出.当一位同学起身表达自己的观点,其中有明显的科学性问题时,教师不要急于下判断“对”或“错”,可以让其他同学来评价,通过生生之间的互动来完成概念漏洞的填补.充分经历元认知中的反思环节,让师生“一对一”的对话扩容到“一对多”甚至“多对多”的范围,放大课堂问答的范围,提升效益度,让尽可能多的同学在思维碰撞中获益.与此同时,对于学生表述的不规范性,由于其他同学未必能准确纠正,这个可以由教师来完成.

为了让学生能充分地表达,课堂设问还要讲究

技巧,目标要指向有效思维,避免错判断式、填空式提问,多问:“怎么样”“为什么”“怎么做”“你获得结论的思维依据是什么”等能打开思维空间的问题.

比如教学初稿中的设问:

- (1) 物体发生形变,是否就一定存在弹力?
- (2) 弹力与形变有什么关系?
- (3) 什么是形变?
- (4) 什么是弹簧的弹力?

试讲时学生回答过程中兴趣度不大,甚至有同学自顾自地玩儿弹簧,不听课.

公开课调整为:(1) 弹力是怎么产生的?(2) 人站在教室的地板上,我们并没有观察到地板形变,人与地板间却有弹力存在.物体发生形变是否就一定存在弹力?(3) 为什么弹性形变在恢复原状的过程中会产生弹力?(4) 根据生活经验,同一弹性物体,形变越大,产生的弹力越大.那么,弹力与形变之间存在怎样的定量关系?(5) 你会如何利用弹簧研究弹力与形变大小的定量关系?(6) 测量什么物理量?(7) 如何测量? 开课过程中,学生兴趣度很高,争先回答,原因是课堂设问恰当,学生的思维就被激活了,他们对问题感兴趣,愿意表达,课堂气氛热烈.

4 结束语

每一次的公开课教学,都是自我挑战与突破的契机.在过程中遇到的一桩桩困难,实则昭示了一次次成长的机会,我们可以借此反思原本习以为常的教学行为,促使自己洞悉未曾发现的问题,更能在经验丰富的同侪指导下,觅得化解的良方.每解决一个问题,我们就会收获专业的成长与发展,进而愈发理解教育教学的本质.在开设公开课,并不意味着结束,反而是一个新的开始,我们可以把公开课里体悟到的教育教学理念、教学技巧融入家常课中,力求优化后续的每一节物理课.而这也是公开课真正的目的,给教师以成长的平台,在不断提升自我的过程中,让学生收获更优质的学习体验.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(实验)[S].北京:人民教育出版社,2003
- 2 唐洋.基于问题解决的课堂教学改革探析[J].上海教育科研,2021(413):75~79