·初中园地·

指向科学思维培养的学习活动设计

——以“透镜”教学为例

顾红霞

（无锡市积余实验学校，江苏 无锡　214043）

摘　要：科学思维是物理学科核心素养的核心，学生科学思维的培养很多时候发生在课堂上，课堂学习活动应以提升和发展学生的科学思维为首要任务.以初中物理“透镜”的教学为例，阐述通过“创新实验教具，真实问题驱动，技术赋能评价”3 个策略，设计学习活动以发展学生的科学思维.

关键词：透镜；科学思维；真实问题；模型建构

《义务教育物理课程标准（2022 年版）》明确指出科学思维的培养要求：会用所学模型分析常见的物理问题，具有初步的科学推理能力、初步的科学论证能力和质疑创新的意识.[1]科学思维是在学科实践活动中形成和应用的思维，是可以培养的.学生科学思维的培养很多时候发生在课堂上，课堂学习活动的设计应以提升和发展学生的科学思维为首要任务.[2]目前，义务教育阶段培养科学思维的研究较少，以促进“科学思维”素养发展为目标的学习活动设计的研究就显得格外迫切.以“透镜”教学为例，阐述指向科学思维培养的学习活动设计策略.

1　指向科学思维培养的“透镜”学习活动设计思路

“透镜”选自苏教版物理教材 8 年级上册第 4 章第 2 节，课标要求：了解凸透镜对光的会聚作用和凹透镜对光的发散作用.本节内容起承上启下的作用，既是光的折射知识的应用，也为研究凸透镜成像规律及其应用、近视眼远视眼成因和矫正奠定基础.本节内容学习起点是透镜的外形，重点是透镜对光的作用.知识逻辑：因为透镜外形不同，对光的作用不同，所以成像情况不同.在本节内容中需要学习较多的概念，这些概念比较抽象且零散，直接告知学生，太生硬且无法调动学生的学习积极性.在教学中采用多样化教学方式，创新实验教具，让学生经历模型建构的过程；基于真实问题解决，创设真实而有意义的学习情境，在问题解决中引导学生不断质疑创新，生成概念并解决问题；通过技术赋能评价，在冲突促思、推理猜想、实验论证中达成思维进阶.本节课的教学流程如图 1 所示.

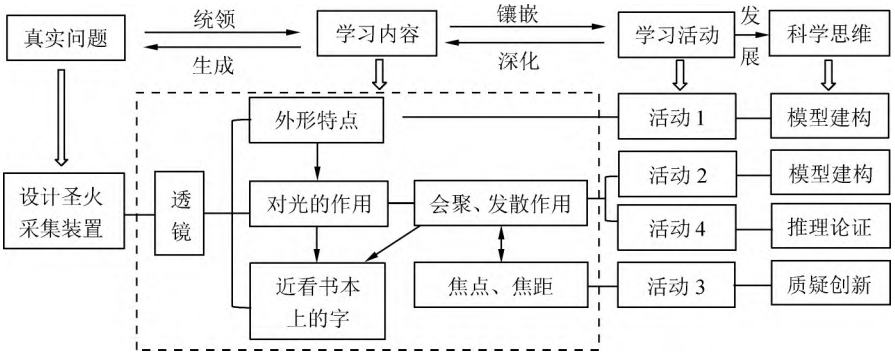


图 1　“透镜”教学流程

基金项目：本文系江苏省教育科学“十四五”规划重点课题“素养导向下指向真实问题解决的初中物理课例研究”（课题编号：E－b/2021/19）阶段性研究成果.

中国知网　https://www.cnki.net

2 “透镜”教学实践

2.1 创新实验教具，搭建思维支架，培养模型建构思维

模型建构是物理学科的思维特色，是科学思维的第一要素.模型建构的过程就是运用物理学视角，抓住主要因素，忽略次要因素，观察、描述、抽象、表征自然现象或者实验事实的过程.[3] 8 年级学生抽象思维水平还相对较弱，创新实验教具，为学生提供生动、丰富、形象的感知材料，搭建思维转换支架，帮助学生通过观察分析、感官体验和自我发现、理解、抽象事物的本质特征，是培养模型建构思维的有效途径.

学习活动 1：薄透镜模型建构.

感官体验：学生垫着擦镜布摸一摸实验盒内分别标有甲、乙的两个透镜.

语言描述：甲、乙两个透镜的外形特点.

初次抽象：甲透镜中间厚边缘薄，是凸透镜，乙透镜中间薄边缘厚，是凹透镜.

教具演示：将用透明玻璃锅盖和水自制的放大版水凸透镜和水凹透镜先以圆形的面对着学生[如图 2(a)所示]，请学生判断哪一个是凸透镜，哪一个是凹透镜，学生无法判断.教师追问：应从什么角度观察？学生寻找方法：从侧面观察.教师将两个透镜转动方向，侧面朝向学生[如图 2(b)所示].学生根据透镜外形特点做出正确判断，并感知光透过透镜的传播路径.

模拟制作：利用两个透明亚克力扁圆形球面模拟做凸、凹透镜，应如何摆放球面？学生经过尝试摆放方法如图 2(c)所示.

抽象表征：画出凸、凹透镜外形的剖视图[如图 2(d)所示].

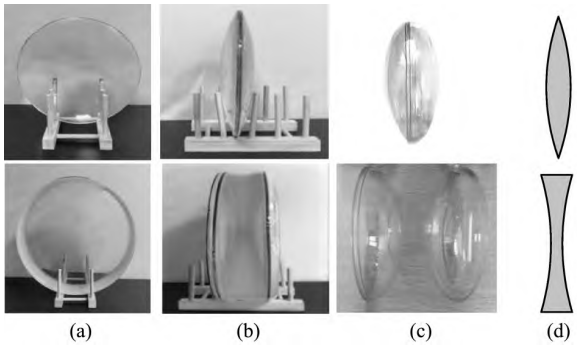


图 2 薄透镜模型建构过程

设计意图：基于生活中的透镜实物，以图像表征薄透镜的外形，需要学生在脑海中实现立体到平面的转化.这对于学生来说是一个思维难点.用生活中学生熟悉的玻璃锅盖和水自制放大版水透镜，吸引学生眼球，提升学习兴趣，并将凸透镜的外形直观展现.接着又让学生用扁圆形球面模拟做外形直观的凸透镜，再迁移方法，过渡到模拟制作凹透镜.在两个扁圆球面的摆放过程中，学生的观察视角和思维活动经历了从外部到内部，内部到外部的双向过程，为完成从立体到平面的建模，搭建了从抽象到形象转化的思维支架.学生在经历“感知—抽象—表征”的建模过程中，不仅加深了对透镜外形的认识(至少有一个面是球面的一部分)，也学习到“抽象”建模的有效方法，很好地发展了模型建构思维.

学习活动 2：“光路”模型建构.

实验探究：利用如图 3 所示的器材探究透镜对光的作用.学生将手电筒对着透镜照射，在透镜另一侧用桌面或附近墙面、书本等承接光斑.调整手电筒到透镜，透镜到桌面或附近的墙面、书本等的距离，观察光斑的大小和亮度变化，分析得出结论.部分小组收集的证据不完整，通过两个透镜都看到了比透镜面大的光斑，无法直接得出结论，甚至得出错误结论，引发进一步探究的需求.



图 3 探究透镜对光作用的实验器材

提出问题：如何获得可视化的证据，清晰显示透镜对光的作用？

教具演示：利用自制的强光光源、立体激光光源、光路显示箱、凸透镜、凹透镜、纳米补水喷雾仪演示立体“粗”光束透过两种透镜的现象如图 4(a)所示，光路清晰可见，学生发出惊叹声，观察兴致高昂；继续用自制多细激光束演示立体有代表性的平行光透过透镜的现象如图 4(b)所示.

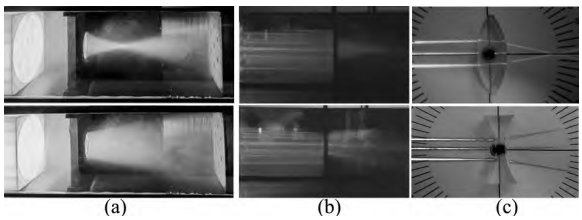


图 4 “光路”模型建构过程

建构模型：学生利用平行光源、凸透镜、凹透镜完成实验，实验现象如图 4(c)所示，用图像表征透镜对光作用，建构平面光路模型.

设计意图：透镜对光的作用，在教学中往往会

中国知网 https://www.cnki.net

直接给出平面光路模型.这样忽略了学生从生活实例出发,经历“立体—平面”的建模过程,不利于学生空间思维能力的培养,也可能窄化学生对物理现象本质的认识.基于学生的认知特点和思维能力,创新实验教具,自制光源和光路可视演示箱,通过两个演示实验,将透镜对光的作用“立体”呈现,帮助学生在现象观察中生成“立体—平面”的思维过渡支架,接着通过学生实验自然完成平面光路模型的建构.以直观实验现象作为支撑,带领学生经历从真实情境中抽取光路模型的过程,有助于学生拓展空间思维能力,加深对“光路模型”的全面清晰的认识,最终达成“在熟悉的情境中,会用所学模型(光路模型)分析常见实际问题”的课标要求,[1]即发展学生的模型建构思维.

2.2 真实问题驱动,激发思维活力,培养质疑创新思维

质疑创新是较高层次的科学思维.质疑要求学生经过充分分析后有根据地提出问题,创新要求学生发现新规律,提出解决问题的新方案.质疑是创新的基础,创新是质疑的深化,两者融为一个有机的整体.[4]结合初中学生认知思维特点,在概念构建和规律探究的过程中,精心设计一个具有统领作用的真实问题,激发学生思维活力,引导学生启疑思疑,在思维碰撞中创造性地解决问题.从质疑到创新解决问题的过程,是对物理观念的升华和内化,会加深对科学方法的进一步理解,是培养质疑创新思维的有效途径.

学习活动 3:模拟圣火采集.

情境引入:视频播放第 19 届杭州亚运会圣火采集和 2009 年第 11 届全运会圣火采集场景,提出问题:两种圣火采集方式有什么不同,自然引出课题透镜.

角色驱动:如果你是圣火采集装置的总设计师,要利用透镜采集圣火,主要要解决哪些问题?

任务引思:该选用哪一类透镜?火炬应该放在什么位置?

实践体验:请 3 位学生配合完成模拟圣火采集(如图 5 所示),学生 A 用强光手电发出的平行光模拟太阳光,学生 B 手持凸透镜与学生 A 配合完成“凸透镜正对太阳光”,学生 C 根据焦点“最小最亮”的特点,来回移动火炬,最后摆放好火炬.

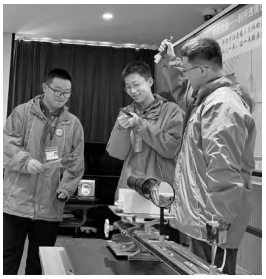


图 5 初次模拟圣火采集

质疑生思:实际圣火采集时,奥运冠军们不能来回移动火炬寻找焦点,必须将火炬“一步到位”放到焦点处,如何才能做到?有学生提供方案:提前告诉奥运冠军焦点的位置,让他们多放几次,熟悉位置.有学生质疑:这样的方法太机械,也不符合生活实际,能否找到一个有“规律”的方法?

创新解决:学生讨论发现,对于固定位置的凸透镜,焦点的位置也是确定的.提供方案:将“焦点到凸透镜的固定距离是多少”告诉奥运冠军,让他们结合生活中对“距离”的经验来摆放火炬.教师告知:凸透镜焦点到光心的距离称为焦距(如图 6 所示).学生达成共识:将圣火采集装置上所使用的凸透镜焦距测出后告知奥运冠军,实际火炬有一定的大小,让焦点能落在火炬的采集面上是能做到的.

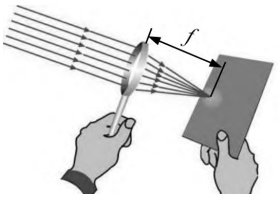


图 6 介绍焦距

实验测量:学生利用平行激光光源测凸透镜的焦距,并比较同种材料制成的外形不同的凸透镜焦距.

归纳思本:教师引导学生总结发现,较凸的凸透镜,焦距较短,对光的偏折能力较强.引导学生深入思考凸透镜的焦距是表示什么的物理量?学生总结得出:凸透镜的焦距是表示凸透镜对光会聚能力的物理量.

学以致用:教师请一位学生再次模拟圣火采集.主要实验器材:强光手电(模拟太阳光)、凸透镜、火柴(模拟火炬)、光具座.教师询问学生,凸透镜已经正对太阳光,精准摆放“火炬”,需要为你提供什么信息?学生回答:焦距.教师告知凸透镜的焦距,学生通过观察后将“火炬”移到光具座上相应位置.教师打开强光手电筒(如图 7 所示),火柴在几秒钟内被点燃.



图 7 再次模拟圣火采集

设计意图:本节课基本概念较多,如果采用“快餐式”的方式直接告知定义,学生没有具身体验,经历概念建构的思维过程,对于他们来说得到的只是“冰冷”的结论.对“焦点具有什么特点?焦

中国知网 https://www.cnki.net

距表示什么，能解决什么问题？”这些核心问题，学生缺乏深入思考和内化后的深度认知，获得的大部分是不具有迁移价值的惰性知识.紧扣本节课的重要概念，设计真实问题——利用透镜设计圣火采集装置，将以知识讲授为主的教学活动转换为以解决真实问题为主线的学习活动，让学生经历“遇到困境—引发质疑—创新解决”的问题解决过程，真正让学生“学得进”——触动学生内心，使其有兴趣学；“想得透”——理解引入“焦点、焦距”概念的价值；“用得出”——利用“焦距”概念精准解决“圣火采集”问题.[5]当手电筒的光点燃火柴的一刻，学生不仅深刻感受到凸透镜对光的会聚作用，充分认识到光是具有能量的，也感悟到知识的价值——赋能解决真实问题.

2.3 技术赋能评价，推动思维进阶，发展推理论证思维

科学推理和科学论证都是高级思维模式.科学推理基于已知事实和理论，通过逻辑推理得出新结论或假设；科学论证则是根据事实和论据证明或反驳某一观点或假设，两者相互促进，犹如探索未知世界的双引擎.初中物理教学中，科学推理强调培养学生注重推理过程的意识，科学论证强调增强学生科学推理中的证据意识.但在教学现场，教师难以关注每位学生的学习状况，特别是隐性的思维过程.利用大数据 AI 精准教学系统将不可直接评估的思维过程转化为显性的学习任务，并帮助教师快速收集现场每位学生的学习证据，实现精准教学评价，既监测学习目标是否达成，又为后续教学决策提供证据.教师通过对学习证据的分析和使用，能精准了解学生已有的认知能力和思维水平，“看见学生的学习”，为推动思维进阶提供个性化的指导和帮助，实现最鲜活的“以评促学，以学定教”.

学习活动 4：两探透镜对光的作用.

推理猜想：学生用甲、乙透镜近看书本上的字后，结合已有的知识推理，猜想光透过凸透镜如何传播（如图 8 所示），利用大数据 AI 精准教学系统——护眼墨水屏的“投票”功能，教师及时收集全班 44 位学生的猜想，并根据每种猜想的学生名单精准追问猜想的依据（如表 1 所示）.

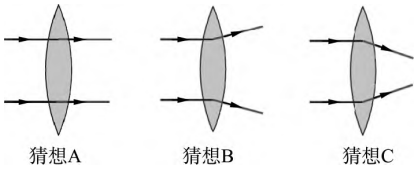


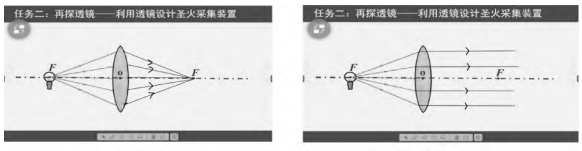
图 8 凸透镜对光作用的 3 种猜想

表 1 “凸透镜对光的作用”猜想统计

班级人数	猜想及人数		学生分享猜想的依据
44 人	B	3	生 1：凸透镜近看书上的字是放大的，所以光应该分散了传入人眼
	C	41	生 2：刚才说放大镜是凸透镜，小时候玩过放大镜，放大镜能会聚太阳光点燃纸
			生 3：刚才用凸透镜近看书本上的字时，我在书上看到一个很亮的光斑，我判断是上面的灯光照下来被会聚了
			生 4：在光的色散现象时我们学到，光经过三棱镜，光是向三棱镜的底边方向射出的.凸透镜就相当于两个三棱镜底边靠到一起放置
			生 5：凸透镜近看书本上的字是放大的，就按这个思路思考，我们在学习光的折射时学过，折射光线进入人的眼睛，人以为折射光线是从反向延长线的交点来的，所以我觉得要看到放大的像，光透过透镜后应该像 C 选项一样传播，会聚了

实验论证：学生通过学习活动 2 获得证据，得出结论，凸透镜对光有会聚作用.

问题再探：在完成学习活动 3 后，学生对凸透镜对光有会聚作用直观体验深刻，此时教师再次利用大数据 AI 精准教学系统——护眼墨水屏的“截屏下发”功能，将学习任务（把一个发光的灯泡放在凸透镜的焦点处，经过凸透镜后，光如何传播，请你画图表示）发送给每位学生，学生通过护眼墨水屏接收任务，完成任务后提交.收集齐学生答案并分类汇总，学生提供的答案有两种，如图 9 所示.提交答案如图 9(a)所示的学生 16 人，提交答案如图 9(b)所示的学生 28 人.教师在每种答案提交的学生名单中选取学生说明理由，如表 2 所示.



(a) (b)

图 9 学生提交答案的两种情况

表 2 “从凸透镜焦点处入射的光传播方向”猜想统计

班级人数	答案及人数		学生分享猜想的依据
44 人	图 9(a)	16	生 1：凸透镜对光有会聚作用，使光交于一点
	图 9(b)	28	生 2：前面实验中看到，平行光经过凸透镜后会聚在焦点，根据光路可逆，从焦点射来的光经过凸透镜后将平行于主光轴射出

中国知网 https://www.cnki.net

实验验证：两种猜想的学生在交流猜想依据后，教师再次收集现场学习证据，画出图 9(a)猜想的同学一致认可上述生 2 的推理依据，并通过实验验证，得出结论.

问题促思：教师提出问题，如何理解凸透镜对光的会聚作用？学生进一步归纳推理得出：所谓会聚作用，不是指使光会聚相交于一点，而是指跟入射光相比折射光更靠近主光轴.

实验论证：教师引导学生自主设计实验，学生讨论后确定实验方案，动态改变入射光方向(如图 10 所示)，观察实验现象，收集证据论证上述推理是否正确.

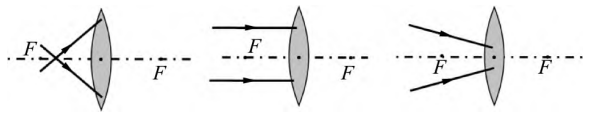


图 10　实验方案——入射光预设方向图

推理解释：教师引导学生再次审视实验现象图(如图 11 所示)，并提问，此次观察是否有新发现？学生观察后指出，图中有一条光线在传播过程中方向没有发生改变.进一步引导学生提出新问题：此类光透过透镜传播方向保持不变，入射光需具有什么特点？要求学生依据本节课所学知识，寻找理论依据推理解释.学生通过分析、推理，进行以下解释：不是因为入射光平行于主光轴或经过焦点，因为入射光具有以上特点，经凸透镜折射后的光将改变传播方向.学生继续审视图片，提出猜想：可能是入射光经过光心，学生通过实验验证，实验现象如图 12 所示.

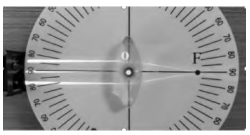


图 11　平行光入射实验现象

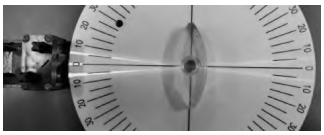


图 12　入射光经过光心实验现象

设计意图：在凸透镜对光的作用和 3 条特殊光线的教学中，让学生经历“推理猜想——实验论证”的多轮循环，以引导学生逐步逼近规律本质，推动思维进阶，加深对规律内涵的理解.但常规收集猜想信息的方式可能导致学生盲从他人、缺乏主动参与等情况，利用大数据 AI 精准教学系统，采集真实客观、全局精准的现场学习证据.通过精准追问和学生表述，既让教师了解不同学生当前的思维起点，又激发学生在同伴分享、思维碰撞中产生强烈的学习意愿：凸透镜对光的作用究竟如何？我的判断依据是否科学，猜想是否正确？在此学习过程中，关键不仅在于结论规律的得出，更在于推理过程的体验和论证实验的自主设计，这有助于学生获得更强的成就感，并发展推理论证思维.

3　结束语

物理概念与规律的教学对发展学生的科学思维至关重要.在设计学习活动时，教师应以学科核心素养为基石，深入挖掘并整合有助于发展科学思维的素材与资源，以提炼真实问题，确立核心学习内容；采用物理学科的典型学习方式，创新实验教具，推动思维进阶；借助大数据 AI 教学系统等先进工具，收集现场学习证据，实现快速、全面、精准的学习评价，使学生在真实、丰富而有深度体验的学习活动中主动构建知识体系，深化对物理概念与规律的理解，进一步发展科学思维.

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　董博清，彭前程.核心素养视域下科学思维的内涵及其实现路径[J].课程·教材·教法，2019，39(4)：84－90.
3　贲可敬.立足项目学习 推动知行合一——以“滑轮”教学为例[J].物理教师，2023，44(2)：29－32.
4　沈伟云.基于质疑创新思维培养的初中物理教学[J].物理教师，2021，42(4)：37－39.
5　张步青.基于物理学科实践的初中物理“力臂”概念教学策略探讨[J].物理教师，2023，44(11)：37－39，44.

(收稿日期：2024－03－08)

(上接第 29 页)

参考文献：

1　美国巴克教育研究院项目式学习计划.项目式学习指导手册(中学版)[J].2023(1)：10－14.
2　夏雪梅.项目化学习设计：学习素养视角下的国际与本土实践[M].北京：教育科学出版社，2018.
3　罗莹，谢晓雨，韩思思，等.中学物理教学新模式：基于项目的教学[J].课程·教材·教法，2021，41(6)：103－109.
4　中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准[S].北京：北京师范大学出版社，2022.
5　韩思思，杨杰.基于项目的初中物理与工程跨学科实践——以“制作潜水艇模型”项目为例[J].物理教师，2023，44(1)：40－43.
6　陈刚.基于项目学习的初中物理综合实践活动的案例分析——以“自制简易望远镜”为例[J].物理教师，2022，43(5)：43－47.
7　徐海浮.基于核心素养的初中物理微实验情境教学策略[J].物理教师，2023，44(8)：46－48.

(收稿日期：2023－12－31)

中国知网 https://www.cnki.net