

地理实验教学中培养学生创新能力的途径

——以“水土流失”实验教学为例

陈炳飞 蔡叶斌/江苏省昆山中学

摘 要 地理实验教学是一种在真实情境中开展的科学探究活动,其有助于培养学生的创新能力。文章以“水土流失”实验教学为例,对教师引导学生全程参与实验教学活动进行了实践探索,并从四个方面提出了培养学生创新能力的途径,即借助方案改进或设计活动培育学生的创新意志品格,借助实验操作及生成过程培养学生的二次创造能力,借助实验探究和质疑活动提升学生的创新思维品质,借助结论应用与拓展活动提高学生的创新实践能力。

关键词 地理实验教学 创新能力 培养途径 水土流失

创新能力的培养包括激发学生好奇心、想象力和创新思维,帮助学生养成创新人格,鼓励学生勇于探索、大胆尝试、创新创造。^[1]其中,创新人格是指有利于创新活动顺利开展的个性品质,其具有高度的自觉性和独立性,包括“勇于探索、大胆尝试、创新创造”等创新意识和意志,是实现创新的关键素养。地理实验教学是一种在真实情境中开展的科学探究活动,教学过程蕴含着变化和可创造性,有助于培育学生的实践能力、求真态度和创新能力。

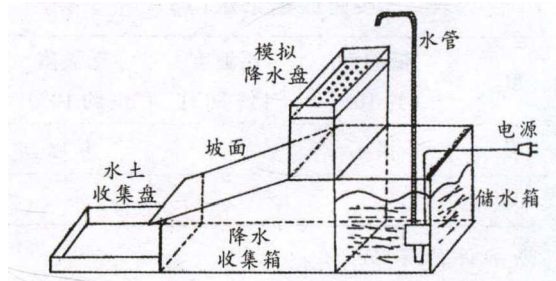
笔者借助“水土流失”实验探究教学(2课时),引导学生全程参与“提出问题→建立假说→设计方案→操作观察→分析归纳→迁移应用”等实验教学活动,鼓励学生充分猜想、大胆质疑、勇敢尝试,着力培养学生的创新能力,下文笔者对此进行详细阐述。

一、借助方案改进或设计活动,培育学生的创新意志品格

教师引导学生从实验方案的执行者、观摩者转变为策划者、设计者,为学生提供更加自由、充分的发挥空间,他们会无拘无束地思考,充满激情地行动,自然生成直觉、灵感和想象力,形成创新的愿望和设想。改造实验方案需要突破原有的程式,设计实验方案需要从头做起,难度都较大,能激发学生的好奇心和好胜心,培养学生的创新勇气、创新信心、创新毅力等意志品质,激励学生自

觉从新途径、新角度展开思考和实验,形成自己的独创成果。

因此,教师要尽量让学生设计新方案或改进原方案,鼓励他们主动提出假说,动手实验,并针对实验的目标是否科学、仪器是否适合、模拟是否客观、变量是否合理、现象是否明显、设问是否精当等问题展开质疑和反思,不断变换视角进行实验和优化,创造更加合理的实验方案。在学生设计或改进实验方案的过程中,教师要引导学生参与合作交流,更要鼓励学生坚持独立思考、敢于标新立异、乐于观点辩论,重视培养学生的自由精神和独立人格。例如,在“水土流失”实验教学前,教师先介绍已有的实验方案和实验装置(见下图),并与部分学生一起开展“预实验”。之后,激励学生知难而进,结合“预实验”情况大胆质疑,主动提出新的设想,并动手改造实验方案。



水土流失实验装置示意图

1. 充实实验目标

原实验目标为“通过实验探究,理解影响水土流失的因素”,新方案增加了“通过模拟试验,探索

水土保持的可行性措施”。

2. 改进实验材料(见表1)

表1 实验材料的改良及作用

原实验材料	改良后的实验材料	作用或效果
塑料“草皮”	野外采集的真实草皮	模拟的情境更真实,实验的现象更客观
同质的细沙	野外采集的真实土壤	
1个水土采集盘	6个相同的水土采集盘	便于比较、研究多个自变量对水土流失程度的影响
1个演示坡面	各组自制1个简易坡面	所有学生都有机会动手操作,从而发现和验证水土保持的措施

3. 优化实验步骤和内容

由于主要仪器的体积大、数量少,原方案以教师演示和原理验证为主;充实目标、改进器材后,新方案以学生动手操作、探究发现和迁移应用为主,并相应增加了实验环节:

①(演示小组)在桌面上水平放置实验装置,接通水泵电源。②将“地面”坡度调节至10°左右,均匀铺设约2厘米厚的“土壤”,开启水泵电源模拟降水30秒;称量水土采集盆中泥沙和水的总质量,将结果填在表2中。③将“地面”坡度调节至30°左右,重复“步骤2”。④将地面铺设物改为“草地”,重复“步骤2”。⑤根据实验数据,分析、归纳自变量与因变量的关系:坡度越大,水土流失越____;植被越少,水土流失越____。⑥以小组为单位,讨论保持水土的可行方案,并在简易坡面上进行模拟实验;选派代表阐释、演示,组际互评,并提出改进建议。

表2 实验数据记录(1)

坡度	低坡度 (约10°)	高坡度 (约30°)	低坡度 (约10°)
植被	裸地	裸地	草地
水土流失总量			

4. 增加评价环节

各小组在撰写实验报告时,尽可能指出实验方案与过程的不足之处,并提出改进措施,最好能提供课后尝试改进的实验材料。

这样,让学生拥有设计实验方案的自主权,使

多数学生形成强烈的创新动机,敢于突破原方案,提出自己的设想,并充满信心地实验、求证;学生通过交流、研讨和优化,最终形成的方案呈现出许多新内容、新方法、新环节和新功能。教学实施时,由于学生参与了方案设计,操作会更加熟练、灵活,探究会更加充分、开放,更有可能产生新灵感,发现新问题,获得新成果。

二、借助实验操作及生成过程,培养学生的二次创造能力

教师放手让学生操作实验,直接面对不断变化的情境和较为复杂的问题,有助于激活他们的独特体验、问题意识和创新灵感;教师通过创设民主、开放、和谐的教学氛围,激励学生自由想象,鼓励学生打破成规,支持学生“自作主张”,能够激发他们的积极性、能动性和创新自信,引导他们在亲身参与的实验操作和观察过程中主动提出新疑问,开展新探索,设计更加多元、合理的实验活动。在此过程中,教师要特别关注以下两个问题:

1. 尊重实验的客观现象

有些地理实验的过程复杂、干扰因素多,一些细小的变化就能导致实验结果与预期不同,这些“异常”现象是特定条件和过程的必然产物,能反映事物的客观本质,还会因其特殊性激发学生的好奇心。教师要尊重这些客观现象,顺势启发学生调动已有知识和经验去追根究底,并通过现场或课后的实验来优化实验方案,以培养学生敏锐发现问题、客观看待问题、辩证分析问题和创造性解决问题的能力。

2. 赏识学生的独到见解

学生在操作和观察实验过程中会突发奇想,他们可能未经深思熟虑,甚至会异想天开,但这些想法多是学生的真实体悟与灵感闪现。教师应充分赞赏这些奇思异想,鼓励学生别怕出错,设法引出学生的更多猜想,然后挑选其中有价值的想法,当场开展实验和论证,创造更合理的新方案。

例如,演示小组操作实验时,其他学生认真观察、积极讨论,对课前精心设计的方案提出多处质疑。教师给予充分肯定后,与学生共同探讨其中的疑问,如水土流失主要指土壤侵蚀,称重时不应包含水的质量。各小组借助平板电脑查阅、讨论水土流失的含义,一致认为狭义概念(土壤侵蚀)更符合实验的本义,再通过讨论融合,将课前方案步骤

②中的“称量水土采集盆中泥沙和水的总质量”修改为“观察水土采集盆中水体的混浊程度,待泥沙沉淀后观测其厚度,用细纱布过滤出泥沙并称重”,并修改记录表(见表3)。

表3 实验数据记录(2)

坡 度		低坡度 (约 10°)	高坡度 (约 30°)	低坡度 (约 10°)
植 被		裸地	裸地	草地
水土 流失 状况	水体混浊程度(重、中、轻)			
	泥沙沉淀厚度(大、中、小)			
	泥沙沉淀量(克)			

这样,教师不是要求学生一成不变地按照预案操作实验,而是鼓励学生继课前自主设计后,又在课堂上自由创造,对课前设计的方案再次进行改造、完善。新方案改变了实验数据的内容和获取方式,聚焦“土壤”这一主要因素,实现了定性观察与定量测量相结合,能更科学地反映自变量与因变量的关系,能更客观地揭示地理现象的本质规律,有助于引导学生透彻理解学科的基本原理,初步掌握科学实验的基本方法。更重要的是,学生在“二次创造”过程中,不仅要唯权威还要否定自我,从新的视角进行再创造,能增强独立判断、批判质疑和动手实践能力。学生不断升级、创新实验活动,对培养其创新能力具有更深远的意义。

三、借助实验探究和质疑活动,提升学生的创新思维品质

认识的深刻性是超越常规、创新创造的前提条件。地理实验教学不应止步于动手操作,不能满足于感性认识和知识验证,而是要引导学生积极参与开放、深入的探究活动,让他们在观点分享、思维碰撞之后,从多角度、多维度展开独立思考、质疑求证,获得属于自己的新思路、新观念、新方法和新成果,提升创新思维品质。在此过程中,教师要特别注意以下两点:

1. 引导学生学会探究

科学中难能可贵的创造性才华,由于方法拙劣可能被削弱,甚至被扼杀;而良好的方法会增长、促进这种才华。^[2]科学的方法不仅是顺利达成探究目标的保障,还是创造性解决问题的钥匙,教师可以通过合理示范和评价,引导学生灵活运用科学的方法(尤其是自己擅长的方法)开展探究活动。

(1)实验观察的方法 观察是智慧最重要的能源。^[3]学生既要会进行有序观察、宏观观察,又要能开展多维观察、比较观察、重点观察,进而从独特的视角获取有效信息。

(2)信息处理的方法 学生既要会对实验信息进行归类、整理,还要能创新运用图、表等方式加工信息,进而客观、形象、动态地呈现自变量和因变量之间的关系。

(3)结论归纳的方法 学生既要会从实验信息中解读一般规律,又要能从不同角度和维度进行比较分析与逻辑推理,进而创新运用定性与定量相结合的方法概括和描述结论。

2. 激励学生主动质疑

质疑是认识深化的台阶、发明创造的源泉,其有助于提升学生的独立探究能力与创新思维品质。教师要重视创设具有开放性、批判性等特点的探究氛围,鼓励学生展开多向思考、辩证思考或逆向思考,在辨析、评估、判断后提出有价值的问题,生成新的探究视点。

(1)培养问题意识 鼓励学生不盲从他人,敢于以怀疑的态度、从新的视角提出“为什么、怎么样、如何做”等高阶问题;鼓励学生理性评估和反思学习活动,如评估和反思收集的信息是否可靠、分析的方法是否正确、归纳的结论是否科学等,从中发现各种各样的疑问;鼓励学生大胆说出:“老师(同学),您讲错了,因为……”,培养学生独立判断的能力和理性否定的态度。

(2)创设矛盾情境 合理借用实验“反常”现象,巧妙运用“故意出错、故作糊涂”等方式创设矛盾情境,让学生在“愤悱”状态下自然而然地提出疑问;针对学生的想法展开追问,置学生于疑问重重的困境中,进而对教师的追问和自己的想法进行比较、反思,从而发现新问题或提出反问。

例如,演示小组操作实验时,教师启发学生探究、归纳出结论后,发现学生的认识不够深刻,故意说道:“看来,水土流失只与植被和坡度有关?”从而引发学生质疑:“降水、地面状况难道不会影响水土流失吗?”教师顺势追问:“你认为降水强度与水土流失有何关系?如何证明?”并由此引导、鼓励学生建立新的假设,探讨、设计新的实验环节:①将“地面”坡度调节至10°左右,均匀铺设约2厘米厚的“土壤”;用肥皂适度堵塞“降水孔”使之变小,开

启水泵电源模拟降水 30 秒,待“降水盘”中的水流完,观察、测量土壤流失情况,并填到表 4 中。②将地面铺设物改为“草地”,重复“步骤①”。

表 4 实验数据记录(3)

地面状况	降水强度	水土流失情况		
		水体混浊程度	泥沙沉淀厚度	泥沙沉淀量
坡度约 10°的裸地	大(同“表 3”)			
	小			
坡度约 10°的草地	大(同“表 3”)			
	小			

实验结果显示,在坡度约 10°的裸地上,降水强度与土壤侵蚀量呈正相关,但在草地上相关性不大。教师没有想当然地解读原因,而是引导学生将观察的关注点从水土采集盘移向草地内部,由学生发现原因并做出解释:“地面的坡度很小,降水的强度都不够大,且时间很短,对草地的侵蚀作用不明显;被侵蚀的泥土沿草地下行时容易沉积,未能流进收集盘中。”新增环节及“异常”现象又激发了学生的好奇心理和新的疑问:“如果将坡度由 10°改为 30°,水土流失的情况还会如此吗?水土流失量一定随坡度增大而增多吗?……”教师鼓励学生选择自己喜欢的问题在课后继续进行实验探究。

这样,教师鼓励学生在实验探究活动中主动质疑,并当场实验、求证。新设计的实验环节增加了“降水强度”自变量,更真实地揭示了水土流失的形成机理,使学生能更充分地接受较为完整、规范的科学探究过程的熏陶,更全面、系统、动态地分析和认识水土流失的形成过程。整个探究过程立足实验客观现象,充溢着自由与激情,伴随着质疑与创造,充满了变化与生成,能够有效培养学生的地理实践力、综合思维等地理学科核心素养,提高学生的创新思维和创新成果的水平。

四、借助结论应用与拓展活动,提高学生的创新实践能力

在实验探究结束后,教师可以创设相似的实践情境,鼓励学生灵活运用实验结论举一反三地分析和模拟解决实际问题,这不仅可以帮助学生融会贯通地理解相关地理原理和方法,还能引导学生用地理视角分析和解决社会生活问题,提高创造性解决实践问题的能力,培养学生“知行合一”的学习意

识和习惯。

在此过程中,教师要重视运用日常生活中常见的、解决方法不唯一的问题及现象,设计具有情境性、开放性、生成性等特点的劣构问题,引导学生运用实验原理,从不同角度展开理性分析、评价和模拟决策,形成多种个性化方案,并充分说明理由;也可能无法获得解决问题的方案,但能提出相关疑问,这类问题需要通过尝试不同的方案去寻找最佳的解决方法,能更好地激励学生大胆想象、尝试和创造。

例如,归纳出影响水土流失的因素及关系后,教师呈现我国土壤侵蚀的真实案例,鼓励各小组讨论、设计水土保持的有效措施,并借助简易坡面模型进行模拟、验证,再选派代表演示、阐述,其他学生评价、完善。面对触目惊心的水土流失现状,绝大多数学生产生了强烈的责任感,他们积极参与讨论,设计出多种方案,如恢复植被、建坝淤地、修建梯田、降低坡度、在地表铺设塑料层等。交互评价时,又有学生提出质疑:“山区适宜修建梯田吗?地表铺设塑料层可行吗?……”接着,教师鼓励大家展开辩论,既优化了上述方案,又生成一些更深层次的新方案:在裸露的地表铺设可降解塑料层,在缓坡修梯田(最好是“反坡梯田”),用秸秆铺设“草方格土障”,在宜农山区发展“立体农业”,等等。

综上所述,学生在学以致用活动中,既大胆设想、小心求证,又相互质疑、反思完善,并通过动手实验,发现了许多针对具体情境、解决具体问题的新方案。这些设想具有多样性和独创性,实现了对实验结论的再理解、再拓展、再创造,能有效提高学生解决较复杂现实问题的创新实践能力。同时,引导学生立足具体区域,整体、动态地分析、认识和解决人地关系问题,有助于培养学生的地理实践力、区域认知、综合思维和地理协调观等地理学科核心素养。

参考文献:

[1] 中共中央办公厅、国务院办公厅. 关于深化教育体制机制改革的意见[EB/OL]. (2017-09-24) [2018-09-24]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-09/24/content_5227267.htm.
[2] 贝尔纳 J D. 科学的社会功能[M]. 北京:商务印书馆,1985:120.
[3] 苏霍姆林斯基. 给教师的建议[M]. 北京:教育科学出版社,2000:47-48. ●