

# 科学探究能力培养的实验教学设计原则

杨万军

唐山市开滦第一中学

**摘要：**科学探究是《普通高中生物学课程标准》中明确的生物学科的核心素养。注重培养学生发现问题能力，在观察及其他方式获取相关信息的情况下进行大胆且合理的假设。能够合理地利用现有的仪器、材料设计实验，进行方案实施，对结果进行交流和讨论。实验课在科学探究能力达成方面有着无与伦比的先天优势，但现实是大多数实验变成了演示实验、视频实验、理论实验。本文在对高中全部实验进行全面的分类。并就每一类实验着重培养的方面进行了梳理，提出了各类实验的设计原则。

**关键词：**科学探究能力；实验分类；教学设计；核心素养

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.11.131

## 引言

科学探究能力，包括提出问题的能力，合理假设的能力，制定计划的能力，实验操作的能力，收集证据的能力，解释实验结果的能力，表达交流的能力，和反思评价的能力。很难在一节实验课中培养所有的科学探究能力，根据不同实验的特征，在培养学生科学探究能力方面各有侧重。高中生物学实验可分为验证性实验、探究性实验、观察性实验、模拟性实验和体验性实验。

### 一、验证性实验

（一）验证性实验是指通过实验验证已知的结论。在教材中往往有详细的操作步骤和实验结果。目的是加强学生对相关知识的理解，增强学生科学验证的意识。更为重要的是培养学生在司空见惯的场景中发现问题，能搜集信息进行全面解释，并设计实验验证自己的假说。

（二）现实中该类实验往往沦为简单的“照方抓药”。学生不知道学习这个实验能对学生的学习生活产生什么样的影响。也没有对实验中出现的偏离预期结果的现象进一步的分析。

（三）验证性实验教学设计的原则

1. 真实的情境。教材中本类实验往往直接提供实验原理、实验药品和仪器、实验步骤。学生在生活中发现问题，剥离事物表象，抓住事物本质的能力没有得到培养。验证性的实验应给学生提供一个生活中的真实情境。学生为解决发现的问题或教师布置的任务，以教材的实验原理，实验步骤为参考，设计实验并操作实验以解决问题。可以以验证广告宣传的情况为情境。例如某款适合糖尿病患者吃的食物号称无糖；某款奶粉号称蛋白质的含量更高；火龙果种子含油量高于芝麻的含油量。可以以夏季树叶的颜色是绿色，而秋季会变成黄色为情境。培养学

生从生活中熟视无睹的现象发现问题，根据教材实验步骤作为参考设计实验验证自己的假设。

2. 实验材料的多样性。更多的实验材料可供选择，更容易满足每一个学生的兴趣，也能够从多个角度对要求验证的结论进行验证，更有说服力。并且不同的实验材料有不同的特点，在实验设计或操作时可能有不同的要求，能更好地培养学生具体问题具体分析，随机应变，解决问题的能力。

3. 加强对实验过程中偏离实验预期结果的现象的进一步探究。偏离预期结果的现象可能是多种原因导致的。可能是实验设计中自变量、因变量的设计不合理；药品的用量不合理；操作错误；药品过期或实验材料受污染、实验材料选择不合理等情况。组织同学对错误的原因做出假设，最终根据各种假说，分别设计实验，以验证同学们的每一种假说。在这个过程当中，同学们经历了合理且大胆的假设，科学严谨的实验验证。培养了学生提出假说、设计实验的能力。

### 二、观察性实验

（一）在高中生物学教材中，观察性实验主要是指借助显微镜观察生物材料，以培养学生观察能力，高倍显微镜使用能力，科学记录能力。最主要还是让学生眼见为实，把微观结构呈现在学生眼前，形成更直接的感受。弥补教材中为展示特征而绘制的模式图与实际情况的不同，造成学生的认知偏差。

（二）大多数观察性的实验演变成了PPT实验。教师展示网络上现有的显微照片，而不进行实验，或者是机械式按照教材步骤实验。学生只是机械地掌握了实验的步骤，但不懂这些步骤存在的价值。毫无探究能力的培养。

### （三）观察性实验教学设计的原则

1. 以真实情境中的实验目的为引领。真实情形中实验目的确定就是确定了学生要完成的最终任务。任务的完成过程中，学生以倒叙的方法确定需要解决的一个一个问题。培养学生分析问题，解决问题的能力。例如观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂的教学过程中，给学生布置的任务是统计有丝分裂过程中各时期的时长比例。需要解决的问题依次是：一、要解决的问题就是如何统计有丝分裂过程中各时期的时间比例？二、如何区分不同时期的细胞？三、如何才能观察到不同时期的细胞？四、如何解决实验材料透光的问题？五、如何把圆柱状的根尖分生区铺成一层呢？六、实验材料该如何染色？整个实验设计采用的是以最终任务为导向的倒叙的方式进行的。学生在整个过程中经历了任务的确定，材料的选择，临时装配制作等过程。培养了学生在真实的情境中解决问题的能力。

2. 加强不同实验小组之间的展示和交流。观察的实验材料不完全相同，甚至实验手法的偏差，实验仪器的不同，都会导致观察到的结果不同。组织学生展示观察的照片或手绘图并交流。提炼各小组的共识，进而更好地突出观察材料的特征。

3. 引入最新的观察记录手段进行辅助。新的技术手段日新月异，AI 技术日益成熟。VR 设备更是能够让学生进入到细胞的内部，观察细胞结构，以及他们是如何相互影响、协作。帮助学生身临其境，对观察对象的细节能更全面，更清楚的观察。

### 三、探究性实验

（一）探究性实验对学生科学探究能力的要求较高，教材中提供的情境比较宽泛，没有具体的操作步骤。但往往有提出问题，作出假设，设计实验、参考案例，对结论的分析等环节。需要学生在规定的范围内根据自己提出的问题或兴趣，提出假设，并参考教材提供的案例进行设计实验验证，完成实验操作。

（二）探究性实验在实际的教学过程中大概率变成对参考案例的操作。提出问题、作出假设的环节缺乏，也失去了实验的多样性。从而丧失了培养学生提出问题，作出假设，实验设计能力的机会。也有些探究性实验耗时较长，需要离开校园，出于课时紧张的原因和安全的考虑，大部分这类实验会舍弃或变成讲解。例如探究当

地某生态系统中能量流动情况，因为在高考中体现不多，基本上都没有实施。

### （三）探究性实验教学设计的原则

1. 注重培养科学问题的提出能力。问题的提出是科学探究的第一步，也是比较重要的一步。注重培养学生从熟悉的环境当中发现问题的能力，进而力求改变，提高人类生活的舒适性。教材中此类实验往往给出一个情境，学生从情境中发现问题。例如探究植物细胞的吸水和失水。教材中提供的情境包括：某些萎蔫的菜叶浸泡在清水中，不久之后会变得硬挺；剁碎的白菜加盐会出水；农作物施肥过多会烧苗的现象。可以让学生大胆地进行思维碰撞，提出一下各种问题：1、植物细胞出现失水、吸水的情况是否是因为渗透？2、什么样的盐浓度范围剁碎的白菜会失水？什么样的盐浓度范围剁碎的白菜会吸水？3、所有萎蔫的菜叶放入清水中，不久之后都会变得硬挺吗？决定其是否变得硬挺的条件是什么？4、农作物烧苗之后还有没有补救的措施？对于补救的时间有没有要求？5、农作物施肥后出现萎蔫现象是否一定需要补救措施？虽然其中有些问题可能探究起来难度较大，但其中不乏好的科学问题。解放了学生的思想，避免了思维的僵化。提升了学生发现问题的能力，创新的活力。

2. 注重发展实验设计的能力的培养。虽然教材会给探究性实验提供一个参考案例，但因为不同学生会提出不同的问题，做出不同的假设，学生在设计实验时就会有很大的不同。能够培养学生解决生活中的问题的能力。在一个这样真实问题解决过程中不断的选择、改进的问题解决方法，提高了学生实验设计的能力。

3. 注重数据处理和分析的能力。数据处理和分析能力是科学探究中重要的组成部分，也是近年来高考中体现最多的部分。2025 年河北高考试题中第 19 题第（3）问：结合实验数据和相关资料解释砷胁迫下植物对磷吸收量减少的原因。第 21 题第（3）问：根据调查数据分析，人类高干扰对大型食肉动物的影响是什么？第 22 题第（4）问：根据实验结果分析转基因衣藻在含有不同浓度铬离子的培养液中生长均优于野生型衣藻的原因。几乎每一年各省市的高考题中都会大量涉及分析实验数据。在实验教学过程中应加强学生搜集实验数据并进行展示、分析、评价的环节。尤其是一些偏离预期结果的数据，也要分析偏离的原因。

#### 四、模拟性实验

(一) 模拟性实验是通过构建模型或模拟情境来研究生命现象的实验类型。模拟的对象可能是微观的,也可能是宏观的,以更直接的形式呈现在学生面前。提高学生对于抽象问题的理解。

(二) 模拟性实验在教学中常会被忽视,认为模拟性实验还不如视频展示,或者是只是讲解不会真正的操作模拟过程。模拟性实验过程中对抽象概念转换为具体模型的过程就是对相关概念深入理解的过程,甚至是纠错的过程。同时模拟过程中模型与真实情况的相同点及差异点的情况,不仅能够延伸学生的思维,也能认识到模拟的局限性。模拟性实验对提高学生探究能力的优势没有得到充分的发挥。

##### (三) 模拟性实验教学设计原则

1. 注重模型构建能力的培养。物理模型的构建过程往往是把微观的结构制作成物理模型。例如尝试制作真核细胞的三维结构模型,不仅能够帮助学生理解细胞内有哪些结构,在功能上有哪些联系,在大小比例上有哪些关系。也能够开发学生的发散思维,选择不同的材料,强调不懂的重点。例如利用灯光能模拟分泌蛋白的合成与分泌的过程。利用机械装置能够让某些细胞器在细胞内运动起来。还能够提升学生动手能力和跨学科知识应用的能力。

2. 注重发展类比推理能力。没有一个模拟实验是完美契合的,但同时一个模拟性实验可能能够模拟更多的问题。推动学生用一个模拟性实验进行延伸,模拟更多的概念。能够推动学生加强各概念之间的比较、归纳、分析和知识网络的构建。

3. 注重培养用模拟性实验解释微观现象的意识。模型在生物学科中应用广泛,在一些没有设计实验的内容中,也应鼓励学生根据对抽象概念的理解,结合能够获取的资源,设计模型加深理解。设计模型的过程不仅会加深对抽象概念的理解,也能找出思维上的漏洞,培养跨学科解决问题的能力。

#### 五、体验性实验

(一) 体验性实验的流程往往是比较成熟的,稳定的。设计的目的是让学生通过亲身参与和实践获得更直观的感受,同时也能够对技能的掌握更真实准确。

(二) 体验性实验大部分耗时较长,不是一两节课能够解决的,有时需要几周甚至几个月的时间。知识的获得效率非常有限,更多的是带给学生一种体验。因为缺乏统一的假期安排,家校的配合,开展难度很大。

##### (三) 体验性实验教学设计原则

1. 注重上学期间和假期的统一安排,注重家校的合作。体验性实验较长的时间可能仅仅靠上学期间无法完成。需要把假期时间也要统一安排,确保实验的连续性。有些实验的完成,需要在家里完成。需要取得家长的支持,甚至是帮助。

2. 注意帮助学生提前与相关部门取得联系。一些调查类的实验可能需要相关部门提供数据,仅仅靠学生去相关部门调阅数据可能难度较大。如果联合教育行政部门提前与相关部门联系,能给学生带来极大的便利。

3. 注重结果展示平台的建设。学生付出努力换来的结果往往是自己最骄傲的成果。希望更多的人了解自己的成果。建立多种形式的展示平台是对学生莫大的鼓励。平台的样式可以是多种形式。例如网络公众号、抖音、微博、校园刊物、橱窗、大屏幕等。

#### 结语

探究能力的培养是一个系统的工程,需要一系列有计划,有目的,有侧重的实验进行培养。各类实验因不同的特点在设计上有不同的原则,但也有些原则是共有的。例如真实的情境、实验结果的分析等,也有些实验可以在不同的类型之间进行转换,例如调查草地中某些双子叶植物的种群密度,本是一种体验性实验,但也可以在教室中变成模拟性实验进行。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.
  - [2] 张丽华,王建军. 科学探究能力在高中生物实验教学中的培养策略[J]. 生物学教学,2021,46(5):12-15.
  - [3] 刘东方,王磊. 科学探究能力的构成要素——基于国外科学课程文件的分析[J]. 化学教育(中英文),2012,33(9):44-49.
  - [4] 李万成,马会放,崔胜男,等. 指向科学思维和科学探究能力发展的高中生物学教学实践——以“细胞的增殖”为例[J]. 生物学通报,2025(4):21-24.
  - [5] 张丽,温洋,徐小金. 基于真实情境的高中生物学实验教学设计——以“DNA片段的扩增与鉴定”的实验改进为例[J]. 生物学通报,2025(2):61-64.
- 基金项目: 本文是河北省教育装备“十四五”规划课题“核心素养背景下高中生物学实验课达成培养科学探究能力路径的教学设计的研究”(课题号为JYBZ2204027)的研究成果。