

文件编号: 1003-7586(2023)09-0015-04

图尔敏论证式教学在高中生物学教学中的实践研究

——以“DNA 是主要的遗传物质”为例

邓自发 吴晓航

(南通大学生命科学学院 江苏南通 226019)

摘要 以“DNA 是主要的遗传物质”为例,运用论证式教学策略,借助图尔敏论证模型,让学生在课堂教学中通过确立主张、寻找根据和提出反驳等环节体验类似科学家的论证过程,深化学生对科学概念的理解,发展学生的科学思维和论证能力,并在教学过程中渗透育人思想,教会学生辩证地看待问题。

关键词 论证式教学 图尔敏论证模型 高中生物学

中图分类号 G633.91

文献标志码 B

论证是论者通过引用论据来证明其主张的真实性,以消除受众之间的意见分歧的过程和方法。论证式教学就是让学生在课堂教学中体验类似科学家的论证过程来理解科学概念和科学本质,并促进思维发展的教学模式。图尔敏论证模型被誉为 20 世纪哲学的十大发现之一,是最早得到公认的论证模型,在科学教育领域应用较为广泛。

1 图尔敏论证模型优化及教学模型的特色

1.1 图尔敏论证模型的优化

在上个世纪六十年代,英国哲学家图尔敏通过分析传统逻辑学,并在类比法学模型的基础上,创建了一种适用于日常生活中问题的分析与论证的论证模式,即图尔敏论证模型(图 1),这一模型包括资料(Data)、主张(Claim)、根据(Warrant)、支持(Backing)、反驳(Rebuttal)和限定(Qualifier)六个功能要素。其中,资料、根据和主张是该模型的核心部分,限定、支持和反驳则是该模型的可选用元素。

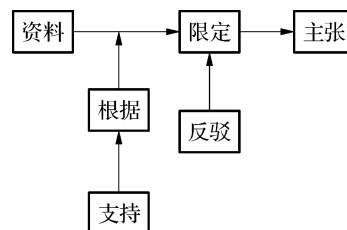


图 1 图尔敏论证模型

有研究表明该模型具有一定的局限性,即该模型忽视了论证的对话模型。此外,图尔敏论证模型是基于逻辑学和法学的基础上提出的,在高中生物学课堂实践中直接运用时,“根据”和“支持”两个元素难以区分,在生物科学研究和教学中对主张起到支撑作用的往往都是实验现象或结论,因此下文将图尔敏论证模型优化(图 2),以期提高其在课堂教学中的可操作性,并为今后教师运用该模型进行教学实践提供参考。

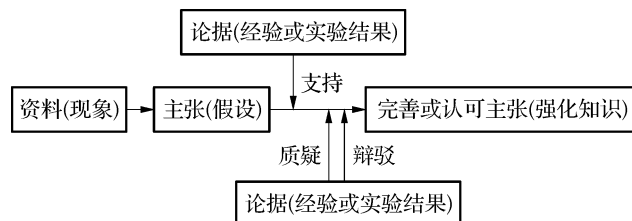


图 2 图尔敏论证模型的优化模型

本文是南通大学教学改革项目“江苏省一流本科专业(生物科学)建设项目及生物科学专业‘卓越教师’教学技能培养研究与实践”(课题编号为 2015B14)的研究成果。

在以此模型为基础的课堂教学过程中,教师展示生物学现象或生物学问题,学生在已有生物学知识的基础上通过分析资料做出假设,再通过学习教师提供的科学史或事实性材料,在其中寻找论据来为假设提供支持或对假设进行质疑辩驳,从而进一步对假设进行完善,形成结论,从而达到强化知识的目的。

1.2 教学模型的特色

1.2.1 加深学生对科学概念的理解

生物学科是一门以概念为核心的学科,高中生物学的知识体系就是以数十个核心概念为基础搭建起来的。有研究指出,知识的对谈,包括论证和解释,是表达概念理解的有效途径。在进行论证式教学时,学生或将自己的主张在课堂上表达,或对他人的观点进行质疑辩驳,在思想的交流碰撞中,学生脑海中发生了新的概念与已有概念系统产生冲突、协商并最终同化的过程,学生对于新的科学概念的理解也得以精致化,从而促成了学生对于科学概念的深层学习。

1.2.2 发展学生的科学思维

科学思维是一种重视实证和逻辑的求真务实的思维习惯和能力,实证思维和批判性思维则是科学思维的核心部分,二者有助于学生在复杂的生物学事实和知识信息中做出合理的反省和审慎的判断,论证式教学强调学生从实验数据和事实性资料中寻找论据对主张进行支持或质疑辩驳,因而论证式教学有着“倡批判、重实证”的特点。在论证式课堂中,学生通

过生物学现象或问题得出自己的主张并通过搜集证据来证实自己主张的正确性,在这一过程中,学生必然会用到的归纳、推理、判断等属于科学思维的范畴的思维方式,这也就使得论证式课堂天然地成为了学生科学思维成长的沃土。

1.2.3 体现生物学科的育人价值

中学生本应是最富朝气锐气的年轻一代,然而近年来,中学生因一时冲动而采取极端措施伤害自己或他人的新闻却屡见报端,归根结底是因为部分中学生缺乏辩证思考的能力,看待问题不全面,因此才会采取极端措施,最终酿成了悲剧的发生。图尔敏在《论证的使用》中提出,一个好的论证应具有“反驳”这一元素,即阻止从资料得到主张的反例,“反驳”是高质量论证的重要体现。因为一些特例的存在,某些生物学定律也是在一定条件下才成立的,两者在这一点上有不谋而合之处。在具体的课堂教学中,教师可以在“寻找论据对主张进行质疑辩驳”这一环节渗透育人思想,通过告诉学生任何定律都不是绝对适用的,培养学生对立统一、相反相成的矛盾思维,培养学生的辩证思维,教会学生看待问题要全面客观,遇事不走极端。

2 “DNA 是主要的遗传物质”的论证教学设计

基于优化模型,本项目的教学设计了“DNA 是主要的遗传物质”一课教学流程(图3)。

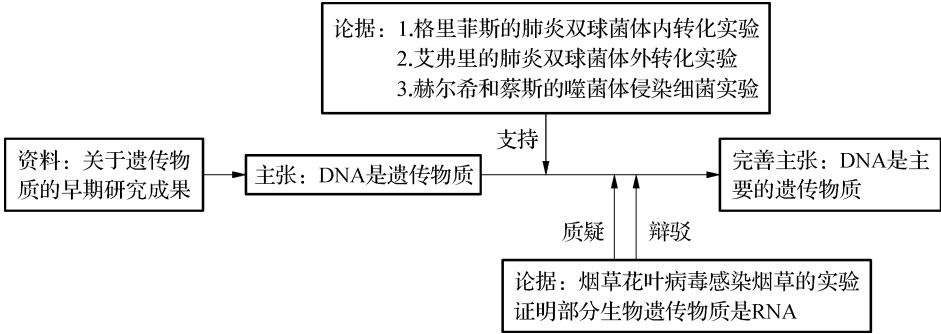


图3 “DNA 是主要的遗传物质”的论证式教学设计框架图

2.1 提供资料,导入新课

教师提供资料1:早在1928年,摩尔根在其发表的《基因论》中指出,遗传物质“基因”位于染色体上。当时人们已经知道染色体由DNA和蛋白质组成,“蛋白质是遗传物质”这一观点也普遍被科学界所接受。针对资料,教师提问:“蛋白质是遗传物质”这一观点的根据是什么?学生分组讨论并回答。

教师呈现资料2:1909年,美国生物化学家列文提出核苷酸是组成核酸的基本结构,将核酸明确划分为核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA),并提出了四核苷酸假说:四个不同的核苷酸组成了四核苷酸,DNA则由四核苷酸连接而成,他认为DNA是单调重复的分子。于此同时,已有十余种基本氨基酸被发现。教师针对资料进行解释:当时四核苷酸假说深入

人心,人们认为由于 DNA 是单调重复的分子,所以不足以储存大量的遗传信息,而以十余种氨基酸为基本单位的蛋白质则能够储存复杂的遗传信息。因此,当时科学界普遍认为蛋白质是遗传物质。

2.2 鼓励质疑,确立主张

教师呈现资料 3:1934 年,卡斯伯森通过过滤的方法得到核酸,并推测核酸是一种分子量不小于蛋白质的大分子物质。1938 年,卡斯伯森和席格纳合作得到了分子量分别为 50 万道尔顿和 100 万道尔顿的核酸。此外,美国生化学家埃尔文·查哥夫发现在不同生物的 DNA 中四种碱基含量并不相同,但腺嘌呤(A)和胸腺嘧啶(T),鸟嘌呤(G)和胞嘧啶(C)所占比例一致,这一发现彻底推翻了四核苷酸假说。

学生提出反驳:卡斯伯森、席格纳和埃尔文·查哥夫的研究成果表明 DNA 并非结构单调重复的小分子物质,而是与蛋白质相同的结构复杂的大分子物质,那么 DNA 同样可以作为遗传物质。在学生回答的基础上,师生确立主张:DNA 是遗传物质。同时,教师鼓励学生对主张进行质疑反驳。在教师的引导下,学生提出质疑:在 20 世纪初大部分的科学家都认为蛋白质是遗传物质,但我们确立了相反的主张,需要更有力的根据来支撑我们的主张。接着,教师引导:我们的主张早在当上个世纪中叶就有科学家提出了,让我们在他们的实验中去寻找更多支撑我们主张的根据。

2.3 寻找根据,论证主张

2.3.1 展示肺炎双球菌的体内转化实验

教师展示“肺炎双球菌的体内转化实验”的资料并分析 R 型活细菌不能使小鼠死亡,S 型活细菌能使小鼠死亡,在第四组中 R 型活细菌和加热致死的 S 型活细菌混合后注射入小鼠体内也导致小鼠死亡。接着,教师布置任务:让我们从这四组实验中分别为“蛋白质是遗传物质”和“DNA 是遗传物质”寻找根据。

学生思考、讨论并回答:前三组实验都能够作为“蛋白质是遗传物质”的根据,第四组实验却与这一主张相悖,因为蛋白质加热后失活就不能行使遗传功能,但在死亡的小鼠体内仍然分离出了 S 型活细菌。而这四组实验都能够作为“DNA 是遗传物质”的根据。

教师引导分析并简单小结:这四组实验虽然都不排斥“DNA 是遗传物质”这一主张,但也并不能直接说明 DNA 就是遗传物质,我们从这四组实验中推断

出加热致死的 S 型细菌中存在着能够使 R 型细菌转化为 S 型细菌的活性物质——转化因子。

2.3.2 展示肺炎双球菌的体外转化实验

教师提供“肺炎双球菌的体外转化实验”的资料:将 R 型细菌和 S 型细菌的提取物(将 S 型细菌破碎后,去除糖类、蛋白质和脂质制成)分别与蛋白酶、酯酶、RNA 酶和 DNA 酶混合,结果只有 DNA 酶组只产生了 R 型细菌,其他三组均有 R 型细菌和 S 型细菌。学生依据资料得到主张:转化因子是 DNA。

教师鼓励学生进行质疑反驳并展示如下资料:为了加强实验的说服力,艾弗里通过优化提取转化因子的方法试图将 S 型细菌提取物中的蛋白质含量降到最低,但即使是纯度最高的一组仍有 0.02% 的蛋白质含量。基于以上资料,学生质疑:艾弗里没有彻底排除蛋白质的干扰,我们需要更具说服力的根据来支持“转化因子是 DNA”这一主张。

2.3.3 噬菌体侵染细菌的实验

教师展示更有力的根据:1952 年,赫尔希和蔡斯分别利用被³⁵S 和³²P 标记后的 T2 噬菌体侵染大肠杆菌,再对大肠杆菌进行短时间的保温培育后搅拌离心,通过检查上清液和沉淀物发现:被³⁵S 侵染后的一组其放射性同位素主要分布于上清液,而被³²P 侵染后的一组其放射性同位素主要分布于沉淀物中。基于资料,教师设置问题:为什么选择用 S 和 P 对 T2 噬菌体进行标记而不是其他元素? 学生分析、讨论并回答。

教师引导分析:T2 噬菌体由蛋白质和 DNA 组成,硫元素只存在于蛋白质中,几乎所有的磷元素都存在于 DNA 分子中,用这两种元素对 T2 噬菌体进行标记,可以将 DNA 分子和蛋白质区分开,便于对二者单独观察。进行短时间的保温培育既可以使得亲代噬菌体有足够的时间侵染细菌又可以防止时间过长导致细菌裂解释放出子代噬菌体;搅拌可以将吸附于细菌的亲代噬菌体和被侵染后的细菌分开;亲代噬菌体侵染细菌后只留下蛋白质外壳,离心可以将较轻的蛋白质外壳析出于上清液中,将被侵染的细菌及其体内的子代噬菌体沉淀出来。实验结果表明噬菌体侵染细菌后,噬菌体的 DNA 进入细菌的细胞中,而蛋白质外壳则留在外面。因此,师生得出主张:DNA 是遗传物质。

2.4 提出反驳,完善主张,渗透育人思想

教师设置问题:由“肺炎双球菌的转化实验”和

“T2 噬菌体侵染细菌的实验”我们得出“DNA 是遗传物质”这一主张,是否所有生物都是以 DNA 为遗传物质呢? 学生思考、讨论并回答:之前我们在病毒那一节课的学习中了解到艾滋病毒不含有 DNA,那么艾滋病毒的遗传物质也是 DNA 吗?

教师展示“烟草花叶病毒感染烟草的实验”:烟草花叶病毒结构简单,只由蛋白质和 RNA 组成,科学家将烟草花叶病毒的蛋白质外壳和 RNA 分离后,分别用二者去感染烟草,结果发现 RNA 能够使烟草出现花叶。因此,师生得出主张:RNA 是烟草花叶病毒的遗传物质。

接着,教师鼓励学生进行质疑反驳。学生质疑:之前我们得出“DNA 是遗传物质”的主张, RNA 也是遗传物质的主张还是不能让我们信服,我们需要更多根据来支持这一主张。接着,教师展示资料:小儿麻痹症由脊髓灰质炎病毒引起,这一病毒的 RNA 能够单独引起感染,除此之外,埃博拉病毒、马尔堡病毒、新型冠状病毒等的 RNA 也都能够单独引起感染。因此,师生得到主张:大部分生物的遗传物质是 DNA,只含有蛋白质和 RNA 的病毒的遗传物质是 RNA,即 DNA 是主要的遗传物质。

最后,教师讲解:在我们本节课所学习的内容中,最初科学家虽然通过实验有力地证明了 DNA 是遗传物质,但后来者并没有放弃对遗传物质的探索,最终又发现 RNA 也可以作为遗传物质,这两个发现共同完善了对于遗传物质的定义。试想一下,如果后来的科学家都认同“DNA 是遗传物质”的主张,不去思考是否会有其他的可能也不对该主张提出反驳,那么我们就不会得到对于遗传物质的完整结论,这也告诉我们看待问题要客观全面,避免采取极端措施。

2.5 建构概念图

教师设置问题串并引导学生建构概念图回顾本节课的内容,预期概念图如图 4 所示。

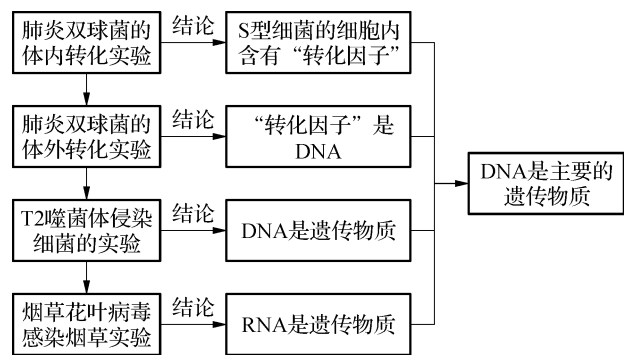


图 4 “DNA 是主要的遗传物质”探究过程概念图

- 1. 大部分生物是以什么为遗传物质?
- 2. 其他的少数生物以什么为遗传物质,这些生物是由哪两种大分子物质组成的?
- 3. 你如何理解“DNA 是主要的遗传物质”中的“主要”的含义?

3 教学反思

本节课的教学设计选取了上个世纪证明“DNA 是主要的遗传物质”的科学史,在讲解几个经典的实验过程中引导学生循着科学家的思路,借助生物学现象或资料提出自己的主张,一方面鼓励学生运用逻辑思维对主张进行质疑反驳,另一方面也要引导学生为主张寻求根据。教师在授课过程中可适当补充教材外的科学史料,为主张的论证提供必要的支撑,但要注意应选择能够为主张提供较强的支撑力度的史料,此外,在呈现史料时要注意逻辑顺序。

论证式教学对于学生科学思维的培养具有独特的价值和不可替代的作用。学生在提出质疑和反驳的过程中发展了批判性思维,在为主张寻求根据的过程中培养了证据意识。图尔敏论证模型为有效理解和勾勒科学思维的培养提供了重要参照,是教师搭建论证式课堂的有效支架。

参考文献:

[1] 何嘉媛,刘恩山.论证式教学策略的发展及其在理科教学中的作用[J].生物学通报,2012,47(5):31-34.

[2] Toulmin SE. The uses of argument [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.

[3] Yurdagül Bo g ar. Synthesis Study on Argumentation in Science Education[J]. International Education Studies, 2019, 12(9):1.

[4] Erica de Vries and Kristine Lund and Michael Baker. Computer-Mediated Epistemic Dialogue: Explanation and Argumentation as Vehicles for Understanding Scientific Notions[J]. The Journal of the Learning Sciences, 2002, 11(1):63-103.

[5] 赵占良.对生物学学科核心素养的理解(二)——科学思维及其教学[J].中学生物教学,2019(19):4-7.

[6] 申定健.培养学生批判性思维能力的高中生物学激趣教学实践——以“生物膜的流动镶嵌模型”一节教学为例[J].中学生物学,2022,38(5):8-11.

[7] 彭军,黄小燕.基于 SSI 议题的高中生物课堂论证式教学应用设计——以论证“长江十年禁渔是否合理”为例[J].中学生物学,2021,37(1):28-30.

[8] 王颖.遗传物质的发现过程及其启示[J].生物学教学,2018,43(3):72-75.