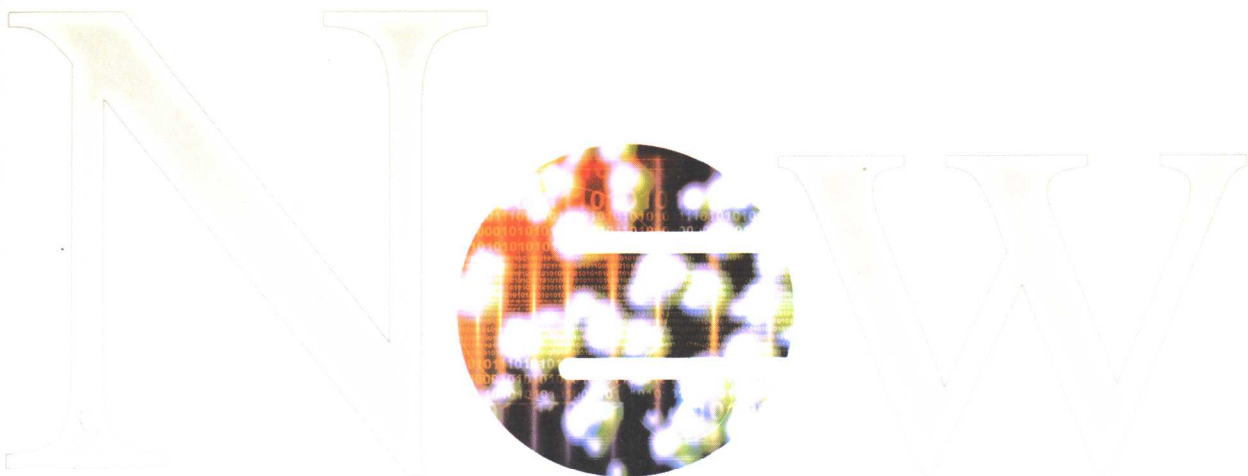




高中新课程教师教育系列教材

高中生物课程标准中的 活动与探究 (必修部分)

施 忆 主编



高等教育出版社



高中新课程数学教育系列教材

高中生物课程资源应用 活动与探究

必修部分

编 者 王 明

■ 高中生物必修部分

高中新课程教师教育系列教材

高中生物课程标准中 的活动与探究

(必修部分)



高等教育出版社

内容提要

本书是依据教育部制订的《普通高中生物课程标准(实验)》进行编写的。编写时突出以“探究与活动”为主题,针对内容标准,逐条挖掘其中的探究性学习资源,并使之转化为供教师实际操作可借鉴的教学案例。每个案例设计有课题分析、背景描述、教学建议、探究活动展开、分析讨论、深化拓展和资料搜索等栏目,全面具体地向读者呈现了开展探究与活动所依据的科学原理、教育理念、过程与方法以及参考资料,因而具有很强的实用性。

本书是实施《普通高中生物课程标准(实验)》的教师培训用书,也是教师的教学参考用书。同时,可供高等师范院校生物系本科生、研究生学习,也可作为教学科研和研究部门的参考资料。本书也适合高中学生学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

高中生物课程标准中的活动与探究. (必修部分) / 施忆
主编. —北京:高等教育出版社,2003.11

ISBN 7-04-013638-4

I. 高... II. 施... III. 生物课—高中—师资培训
—教材 IV. G633.913

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 086986 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 32.75
字 数 480 000

版 次 2003 年 11 月第 1 版
印 次 2003 年 11 月第 1 次印刷
定 价 33.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

作者名单

主 编:施 忆

作 者:施 忆 周 红 金小英 戴利利 陆夏君
钟留群 陶忠华 俞晓燕 吴 燕 史家幸
张 洁 赵秀霞 韦 红 金志秀 周业宇
包玉娟 沈 晖 周炳渠 韩 瑛 吴贵忠
徐泽明

统 稿:施 忆 周 红 包玉娟

目 录

导论	1
模块 1 分子与细胞	13
1.1.1 检测生物组织中蛋白质的实验	14
1.1.2 体验探究:生命的使者—— 核酸的发现历程	22
1.1.3 检测生物组织中还原糖的实验	30
1.1.4 检测生物组织中脂肪的实验	37
1.2.1 体验探究:细胞学说建立的历程	42
1.2.2 观察植物细胞结构的实验	49
1.2.3 观察植物细胞中的叶绿体和细胞质的流动	59
1.2.4 观察细胞中的线粒体	67
1.2.5 体验探究:细胞核的移植实验	75
1.2.6 活动:用明胶制作真核细胞模型	84
1.3.1 观察植物细胞质壁分离和复原的实验	92
1.3.2 探究影响酶活性因素的实验	96
1.3.3 体验探究:酶的发现历程	102
1.3.4 叶绿体中色素的提取和分离的实验	108
1.3.5 体验探究:光合作用的发现历程	114
1.3.6 探究光照强度与光合速率关系的实验	119
1.3.7 探究提高温室栽培作物产量的措施	127
1.4.1 探究细胞表面积与体积关系的模拟实验	131
1.4.2 观察细胞无丝分裂的实验	139
1.4.3 观察洋葱根尖细胞有丝分裂的实验	144
1.5.1 体验探究:细胞全能性的实验	150
1.5.2 搜集有关干细胞研究进展和应用的资料	159
1.5.3 搜集恶性肿瘤防治方面的资料	167

模块 2 遗传与进化	179
2.1.1 观察玉米花粉母细胞减数分裂过程的实验	180
2.1.2 减数分裂过程中染色体变化的模拟实验	187
2.1.3 搜集有关试管婴儿的资料	194
2.2.1 搜集 DNA 分子结构模型建立过程的资料	200
2.2.2 探究噬菌体侵染细菌的过程	209
2.2.3 体验探究:染色体是遗传物质主要载体的探索历程	214
2.2.4 探究 DNA 复制中 DNA 的模板作用	219
2.3.1 体验探究:孟德尔遗传实验成功的原因	224
2.3.2 性状分离的模拟实验	231
2.3.3 调查班级同学之间的性状差异	237
2.3.4 解读色盲的遗传规律	243
2.4.1 低温诱导染色体加倍的实验	250
2.4.2 活动:关于转基因食品的讨论	255
2.5.1 中学生红绿色盲症的调查	262
2.5.2 搜集关于人类遗传病的资料	267
2.5.3 撰写基于人类基因组计划及其意义的科幻小故事	271
2.6.1 用数学方法探究基因频率的变化	277
2.6.2 活动:用 DNA 分子杂交的模拟实验 鉴定人猿间的亲缘关系	286
2.6.3 搜集生物进化观点的资料	295
模块 3 稳态与环境	303
3.1.1 观察植物向光性运动的实验	304
3.1.2 体验探究:植物生长素的发现历程	315
3.1.3 探究植物生长调节剂对插条生根的影响	324
3.1.4 活动:关于植物激素应用的市场调查	337
3.2.1 搜集有关利用神经调节原理的仿生学资料	347
3.2.2 活动:制作反射弧模型	354
3.2.3 测定人体某些反射的实验	362
3.2.4 小白鼠电防御条件反射的建立、分化与消退的实验	368
3.2.5 探究我们是如何感觉的	377
3.2.6 用动物激素饲喂小动物的实验	384

3.2.7 保幼激素和蜕皮激素对家蚕发育影响的实验	394
3.2.8 活动:调查昆虫外激素的应用,制作昆虫诱捕器	402
3.3.1 探究人体内环境稳态的生理意义	409
3.3.2 探究神经、体液调节在维持内环境稳态中的作用	416
3.3.3 尿糖定性检测的实验	425
3.3.4 探究皮肤温觉感受器的定位与体温调节	431
3.3.5 探究人体皮肤屏障作用的实验	438
3.4.1 用样方法测定植物的种群密度	444
3.4.2 用标志重捕法调查动物的种群密度	450
3.4.3 探究培养液中酵母菌种群数量的动态变化	455
3.4.4 土壤中动物类群丰富度的研究	466
3.4.5 探究水体中原生动物群落的演替	471
3.5.1 调查当地农业生态系统,设计良性循环的农业生态系统	477
3.5.2 探究蚜虫对不同颜色的趋向性	487
3.6.1 活动:拟订保护生物多样性的行动纲要	492
3.6.2 调查社区居民的环保意识	498
主要参考书目	509
后记	512

导 论

一、探究性学习的本质

新一轮课程改革的锋芒十分明确地指向学生学习方式这个触及到了教学领域灵魂的问题上。改革旨在倡导学生主动参与、探究发现、交流合作的学习方式,注重学生的经验与学习兴趣,改变课程实施过程中过分依赖教材、过于强调接受学习、死记硬背、机械训练的现象。从国家颁布的各门学科的《课程标准》中不难看出,“活动”和“探究”是出现频率最高的关键词汇。这充分体现了改革之意志,充分表明了实施之要旨。推动、开展探究性学习成为新一轮课程改革的主旋律。

长期以来,科学教育主要是以传授科学知识为主要目的。这种习惯思想是有其历史渊源的。自从19世纪斯宾塞(H. Spencer)对“什么知识最有价值”给予明确肯定的回答之后,科学知识被视为是可靠的知识、明确的知识,被证明是正确的知识的观点在相当长的历史时期成为普遍流行的、主导的科学思想。于是,在掌握了科学知识就等于掌握了控制客观事物能力思想的作用下,学习科学知识顺理成章地成为现代教育中重要的目标。课堂教学的核心任务就是要正确、有效地传递科学知识,教学原则、教学方法的最终目的也是为了确保科学知识被有效地传递和牢固地掌握。

然而,当知识增长之快,迫使人们不得不用“爆炸”这样的字眼去形容它时,以传授知识为主要目的的思想遭遇到了质疑、批判,甚至否定。世世代代积累起来的知识,构成的是无边无际的“崇山峻岭”,人们已不可能从整体上去把握它。我们正不可改变、无以逆转地步入一个新的时代,一个知识社会的时代。教育中一直信奉的“接受式”、“继承式”、“打基础式”的方式显现出它们的缺陷和不足,无法适应时代的需要;而且推崇的“学富五车”、“满腹经纶”,追求知识的占有量,也已不是衡量现代人才智与素质的主要指标。

在这样的背景下,我们需要重新审视已经深深植根于人们习惯之中的对“双基”的认识。

直到今天,重视基础知识、基本技能(双基)的学习仍然是我国教育的一条重

要特征。人们会很习惯地运用盖房子时的打基础工程来隐喻学生学习“双基”的重要性,这是一条浅显的道理:只有坚实、宽厚的基础才能耸立起百丈高楼。打好“双基”实际上就是掌握各个学科的基本事实、问题、概念、范畴、原理和方法。它是学校教育一项动摇不得的重要任务,几乎所有的教师都毫不怀疑地接受了这种思想,努力踏实地完成这项任务。在不少人看来,学校阶段如果不把基础打好,学生离开学校走上社会以后,就不能承担起社会的重任。教师们的心情就像许多好心家长为他们的孩子准备外出旅行的行囊一样,唯恐孩子遭受饥寒之苦,希望学生在校阶段就已经具备了应付人生的各种挑战,获取到了走遍天下都不怕的真经。

中小学教育的基础性特征是无可非议的。问题在于对“基础”的理解上:是作为学科的“基础”来理解,还是作为人生发展的“基础”来理解。所谓的“双基”,指的是学科的基础知识与基本技能,依据“双基”搭建起的是学科知识的大厦。以布鲁纳(Jerome Bruner)为首的结构主义教育思想家们为实施这样的工程提供了理论蓝本。然而,实践表明学习大量、繁重、复杂的学科结构知识不是件容易的事;通过掌握学科结构或“双基”,以不变应万变的方法并不能适应知识量的增长与质的发展要求。即使是“双基”也是在不断地调整和位移。

生活在今天的每一个人都能真切地感受到科学技术的“飞速”发展的态势,在学校教育阶段学的知识再多,也无法追赶上知识更新和知识激增的速度。因此,那种“一朝学成而受用终身”的观点已经过时,人们已不可能通过一段时间的集中学习,获得一辈子享用的知识技能。取而代之的是终身教育的思想,这是时代在教育上叩击出的最强音:“学校再也不是为人的一生准备一切的地方”,“学习越来越成为个人日常生活的一部分”,“教育不是随着学校学习的结束而结束”。在终身教育的思想观念下,对“基础”的认识视野发生了改变:从封闭的学科体系扩展为知识的生活意义和社会价值,从掌握完整系统的学科知识延伸为培养起对知识的渴求、不断探索和创新的欲望、良好的学习方式和学习习惯。

质疑、批判的势力,还来自于对科学本质的认识。一些学者的研究表明,科学教育过分地依赖于教师和教科书,科学教学重在传授基本的事实性或“结论性”知识,缺乏探究活动;科学教育传递着“权威主义”的观点,其突出表现是作为权威的教师把权威的科学知识当作绝对真理教给学生;将科学知识视为“客观的”和“正确的”绝对观点,造成对科学知识顶礼膜拜,推崇备至。正如美国教育学者多尔(William E Doll)认为的,“我们在科学之中创造了一个上帝,神话了科学,作为科学的门徒,我们在自己博识的无知之中变得傲慢起来。”学习科学知识的目的是遭到了严重的曲解。

从科学哲学的角度对科学知识提出质疑的代表人物应当首推波普尔(Karl R Popper)。这位当代颇具影响的科学哲学家力图树立“科学不等于真理,知识本质是猜测性的”这样一个观点。他认为,所有的知识,不仅是科学知识,在实质上都是“猜测性的”知识,都是我们对于某些问题所提出的暂时回答,都需要在以后的认识活动中不断地加以修正和反驳。因此,从这个意义上看,没有一种知识可以被一劳永逸地获得,科学知识对客观事物的所谓“终极性的解释”是根本不存在的。科学的精神是批判,即不断推翻旧理论,不断作出新发现。他提出,知识是不可被证实的,“可证实”不能作为一种知识可靠性的标准,也不能作为检验知识是否是真理的标准。科学与非科学的划界标准是“可证伪性”。从可证伪性出发,他突破把知识看做静态的积累,而应是动态的增长过程。这种过程形成为四段图式:“问题→尝试性解决→排除错误→新的问题”,在此他强调了知识并非起源于观察,也非起源于理论,而是起源于问题。波普尔还指出,将科学知识视为以客观事物作出的终极性解释的观点制造了认识论中的权威主义,而这种权威主义不见得比神学或形而上学的旧权威主义要好。

正是基于对科学本质的理解,美国学者施瓦布(Joesph Schwab)力图以“科学的结构是不断变化的”为前提,作了题为“作为探究的科学教学”(teaching of science as enquiry)的阐述,将科学教育立足于探究性学习之上。1964年他首先使用了“探究性学习”(enquiry learning)一词。他认为,在许多人看来,科学探究是以得出结论为其终结。但是,从探究的观点来看,获得结论并不是结束,而不过是暂时缓和了矛盾。结论是对特定对象的解释,选择不同的对象会作出不同的解释。因此,探究过程是连续的、流动的。他认为,科学的这一本质如果不为大众理解,科学的进步发展是不可能的,社会的进步也是不可能的。因此,他主张学习科学的过程应是一种探究的过程。在这一过程中,学生自主地探索蕴含在事物中的知识。教材可以将探究过程显现出来,学生学习教材的过程就是探究之探究的过程(enquiry into enquiry)。

应当看到,提倡活动与探究的学习方式所指向的远离了我国教师们长期以来习以为常的教学行为,将教师引入了一个比较陌生的领域,令他们感到神秘而不可把握。同时,在学习方法、学习内容、学习结果等诸多方面对学生的学习活动提出了全新的要求,将学生带入了一个需要适应的新情境之中。由于从小习惯了以记忆操练式为主的学习,学生要形成探究性学习的学习方式是十分困难的。他们往往害怕探究知识,不相信自己有能力抛开熟记的程序独立思考问题;他们总是试图将学习纳入再现的轨道,并千方百计地试图回避要求构建学习能力的学习情境。传统教育下形成的习惯思想和行为已深深地植根于教育的方方

面面,融入到了民族的血液之中。因此,我们决不能奢望立竿见影,一蹴而就。这肯定是一个艰苦而渐变的过程。

就当前而言,使广大教师能认识、理解和把握探究性学习的本质,显得尤为迫切。在此,有必要对探究性学习的本质作一番阐释。

首先,探究性学习并不是像一些人理解的那样高深莫测,它不是作为科学家才能从事的方法。对它的理解应当超越作为科学范畴中科学探究的内涵。尽管在思想、内容、过程和方法等方面,探究性学习与科学探究存在着许多一致性,或者说是探究性学习模拟了科学探究的方式,然而这两个概念存在的目的与价值取向是不尽一致的。作为教育范畴中的概念,其内涵必然要与其教育价值相联系在一起。由此,在教育领域即使是让学生模拟科学探究的方式进行学习,我们关注的也不仅仅是科学探究的本身,而是采用这种方式所要体现的教育价值,是学生“按自己的方式而不是照书本的样子,把获知的事物组织起来的一种活动。”它是以发展创造性思维为目的,以学科的基本结构为内容,以不断探索为步骤的一种学习方法。通过实施探究性活动,可以培养学生探究问题的意识,以及独立解决问题和预见未知的能力,引导学生自己对提出的课题进行分析、综合、抽象及概括,并得出结论。

其次,开展探究性学习,并不意味着要让学生亲自去获取直接知识或经验。尽管学生的探究性学习与科学家的科学探究有很多相似之处,但是课堂终究不是真正的科学探索、科学研究的实验室;在课堂里,师生们所追求的目标与在实验室里科学家们所追求的目标也不尽一致。不能简单地将科学探究与探究性学习画上等号,开展探究性学习也不是将科学家们的探索过程与方法进行简单化移植。我们不主张离开了具体的教学要求与内容,让学生信马由缰式地展开所谓的探究性学习;也不应当过多地强调科学探究的操作方法与操作技能,将学生视为小科学家进行指导和培养。探究性学习不仅是对科学探究本质的深入理解,更要体现教育目的与教育价值。它应是在教育学、心理学基础上的再加工,必须基于学生已有的认知水平和能力,并与可能的教育期望相结合。

我们要关注的是学生如何构建自己认知结构,如何使自己获取的知识富有意义,使自己的学习经历充满活力,如何形成学习的意识、掌握学习的方法,进而形成学习知识的欲望与动力,如何使学生充分地体验作为学习主人的地位与价值等等。如果把目光投向了这些问题,我们会感悟到探究性学习的目的不是为了“探究”,而是为了“学习”。这种“学习”是指向学习方式转变,即导致学生能产生“主动参与、探究发现、交流合作”的学习行为和认知取向。

探究学习强调学生的主动性、自主性,但这并不意味着可以不要教师的指

导。探究作为人的一种天生本能,从诞生的那一刻起,我们就没有停止过探究。但是,儿童自发的、未经训练的探究往往只是停留在较低的水平上,经历的过程与使用的方法都较为粗糙。依靠这种探究是无法完成认识和理解周围世界的任务的。探究性学习行为是伴随着学生生理、心理的成熟而一步一步循序渐进地发展的,逐渐从盲目的、自发的行为发展到有目的、自主的行为,从无规律、零散的行为发展到有序的、合理的行为,从简单地运用自身感官获取直接信息的行为发展到使用各种工具进行理性思维的行为。要实现探究性学习行为的转变,教师对学生适时、有效的指导是十分必要的,离开了教师的指导,探究性学习不可能得到提升和完善。事实上,教师适时、有效的指导是开展探究性学习的一个重要前提,也是难点问题。教师怎样才能做到为学生“组织程度不同的学习经历”呢,在学习经历过程中,什么是必要且充分的指导呢,如何判定指导的程序、方法和手段的有效性呢等等。探究性学习是学生较高层次的学习方式,对于教学活动尤其是对教师提出了更高的要求。

第三,在科学教育中,实验教学与课堂教学往往是被理解为两种不同的教学形态。例如,有学者(Bradley 和 Bates)对实验教学与课堂教学进行比较研究后认为,实验教学在训练使用仪器、提高动手技能及理解能力方面占优势。学生在实验过程中,对提高解决问题的能力,培养科学态度,获得科学研究的方法等方面有很大的作用。课堂教学则对于描述复杂的物质有其优越性,并且在解释大量的事实、数据以及概念,传播科学知识等方面是行之有效的。进而,有人认为,“科学知识可以从教科书或课堂教学中获得,而探究的方法与态度是从科学实验中获得。”^①于是,探究性学习往往就被视为在实验室中进行的,或者是通过实验进行的教学活动。

就科学教育而言,从内容到方法上都提供了丰富的、基于实验的探究性学习材料,通过实验进行探究性学习应当看作是重要的途径,况且我国的科学教育并没有很好地利用实验的教育资源,科学教育往往以讲授为主,在实验教学设计上也往往是以验证性实验为主,学生的探究能力没有得到充分的培养。与国外的科学教材相比较,例如,PSSC 物理、CBA 和 CHEMS 化学、BSCS 生物等等,^②许多概念都是通过学生自己实验获得的。在实验过程中,教师往往不提供结论性的答案,而由学生自己摸索。有鉴于此,科学教育中加强实验的地位和作用是十分

① M. J. 邓金主编. 培格曼最新国际教师百科全书. 北京:学苑出版社,1989. 260

② PSSC 物理(Physical Science Study Commirree,即物理科学研究委员会项目)、CBA(Chemical Bond Approach project,即化学键概念为中心研究项目)和 CHEMS 化学(Chemical Education Materials Study,即化学教学资源研究项目)、BSCS 生物(Biological Science Curriculum Study,即生物科学课程研究项目)。

分必要的。

但是,如果将探究性学习与实验学习画等号,就显得对这种学习方式的理解过于狭窄了。作为教育意义上的探究性学习,它的内涵已超越了科学探究概念的含义。它不是具体的科学方法,而是一种学习方式——强调自主、探索、合作的学习方式。作为一种学习方式,探究性学习的形式可以是丰富多彩的。除了实验外,查阅资料、评判结论、解答问题及设计方案,甚至于带着思考的听讲与阅读,都可称为探究性学习。我们认为,从广义的角度对探究性学习的诠释,有利于探究性学习的全面展开,也有利于在实践中被教师和学生把握。

需要指出的是,一方面,在实验室里进行着的教学,或通过实验的教学活动也并非一定是探究性学习。模仿式的实验、按部就班进行操作的实验等等,绝没有太多的探究性意义。

实验并非只存在于实验室中,实验也可以存在于我们的头脑之中,这就是所谓的“思想实验”。思想实验是奥地利著名科学家、哲学家恩斯特·马赫(E. Mach, 1838—1916)提出的概念。他认为,“除有形实验(physical experiments)外,还有在较高理智水平上使用的其他实验,即思想实验(thought experiments)。计划者、空想家、小说家、社会乌托邦和技术乌托邦的作者都用思想作实验;精明而讲究实际的商人、严肃的发明家和探究者也这样做。”^①他认为,思想实验在任何情况下都是有形实验的先决条件,因为每一个实验者和发明者在把有形实验转化为事实之前,都必须在他的头脑中进行有计划的安排。通过有形实验和系统观察审慎地、自主地扩展经验,总是受思想的引导。“思想与实验的密切结合建立了近代自然科学。实验产生思想,思想接着进而转向于实验,再次比较并被修正。这样便产生了新概念,如此反复不已。”^②他指出,在思想中做实验不仅对于职业探究者来说是重要的,而且对于心理发展本身来说也是重要的。思想实验不局限于科学,他说:“我们几乎能够毫不怀疑地说,思想实验不仅在物理学中是重要的,而且在每一个领域里都是重要的,甚至在非入门者可能最少期望它的数学中也是如此。”^③纵观科学史,即使是狭义地理解思想实验,所产生的成就也可谓是硕果累累。例如,达尔文进化论中许多观点的提出,所基于的就是思想实验。

另外,需要指出的是,探究性学习不是万能的,同其他任何学习方式一样,探究性学习的开展要受到教材因素和儿童发展阶段因素的制约。就学生个体而

① [奥]恩斯特·马赫著. 认识与谬误. 北京:华夏出版社,2000. 188

② 同上,第199页。

③ 同上,第197页。

言,一个学生不可能只凭探究性学习方式进行学习。探究性学习并不排斥讲授法、讨论法,以及各种形式的练习。国外的实践表明,以探究性学习取代其他学习方式的做法是行不通的。关键是要树立充分认识和利用教育资源的意识,促进学生的有效学习,实现最大的教育价值。

二、生物学科科学探究的特征

上文提及的施瓦布,其探究性学习思想具体体现在他所领导的“美国生物科学研究所生物科学课程研究会”(BSCS)开发的生物课程之中。

BSCS 课程一改过去生物教育以传授描述性知识为特征的所谓“博物课程”,生物教育被定义为实验性科学,旨在通过生物科学实验,获得生物学知识,掌握生物学科学研究方法。其实质是让学生用类似于生物科学家的研究方法去处理信息,强调了科学探究的过程和方法。BSCS 课程紧紧抓住了“探究”的主线,将观察、实验、提出假设、探讨假设、建立模型及验证作为构成教育内容的支柱,设计了“实验项目”,“问题探究”,“专题研究”等板块,供在教学中任意组合应用,借此沟通理论与实践之间的联系,强调学生积极参与教学过程,生物学不再是死记硬背事实和结论的学问。

还应当注意到,BSCS 课程充分揭示了科学的本质,并恰如其分地运用到生物教育,采用了很好的教学策略。例如,在对事实、现象或原理的论述中,BSCS 课程常常用“我们还不知道”,“我们还未发现这是怎样发生的”,“关于这一情况的证据是矛盾的”等等。这种论述方式隐含着这样含义:随着时间的推移,当前的理论会被其他理论所取代。将现代科学理念很好地体现在教育中。

另一方面,BSCS 课程中穿插了大量科学史的资料,对生物思想史、科学家探究过程进行描述。现在,这种策略已被认为是进行科学教育的重要原则。近年来,国际科学教育界大力提倡把 HPS(history, philosophy, and sociology of science)纳入到科学课程中,以提高学生的科学素养。学习科学史不仅是对科学思想本身的学习,也是使学生了解科学本质、培养科学精神的一个重要途径。

我国中学生物教育起步较晚,学科建设、课程与教材研究较弱,这些状况与在现代科学技术中起龙头作用的生物科学的发展极不相适应。随着教育改革的推进,生物学科这些年也有了一些变化和起色,20 世纪 90 年代末颁布的新高中生物教学计划,将培养学生的探究能力作为生物课程的主要任务之一,这是我国中学生物教育中第一次明确提出“探究能力”这一教学要求。

作为自然科学中的一门学科,生物学具有丰富的开展探究性学习的教育资

源。研究对象上的差异性决定了研究采用的方式、方法的不同。对生物学科开展探究性学习的研究,显然需要从揭示生物学探究的特点入手。

19 世纪以前,生物学是以植物学、动物学,或者以博物学的形式存在的,研究的主要内容是物种的外部形态与地理分布,采用的研究方式也主要是以描述为主。因而,在相当一个时期,生物学被傲慢的物理学家视为是一项“集邮”的工作。甚至,数学家布罗纳斯基(Jacob Bronowski)曾这样说:“时至今日,我们对任何科学的信赖程度大致和它运用数学的程度成正比……我们认为物理学真正是一门科学,然而化学则多少沾染有烹调手册的怪味。当我们进一步转向生物学,随后是经济学,最后到社会科学,我们就很快地滑落到偏离科学的泥坑中去。”^①受这些思想的影响,生物学家们也一直在希望能够采用物理学家和化学家进行科学研究时所使用的方法,使自己的工作能够进入到“科学”的领域之内。尽管科学家们知道,生物学得出的结论往往无法得到精确的证明,而且生物学中的普通规律,如自然选择学说等等,很少可以用实验来验证,但是在生物学中追求使用实验的方法,却依然是 19 世纪以后生物学发展的一条主要轨迹。

首先出现的具有较强实验性的领域是生理学。19 世纪末,随着实验胚胎学的创始人罗克斯(Wilhelm Roux, 1850—1924)关于“发育力学”的研究,实验的方法从生理学传到了原先以描述为主的领域,首先是胚胎学,而后,又扩展到细胞学和遗传学,最后进入到诸如生物进化等方面的研究之中。从方法论上看,这些研究都经历了从描述和猜测到实验和定量的转变。由于采用了实验分析和物理—化学方法,生物学确实取得了许多新的进展。于是,人们坚信,只有通过物理—化学的方法,即通过严格的实验方法,生物学才会取得进步。例如,法国杰出生理学家贝尔纳(Claude Bernard)就认为,只有在特定的实验状态下能够重复得到完全相似的结果时,才能称为科学。这种思想源于 17 世纪以牛顿力学为代表的科学革命。这场革命的结果是将物理学视为所有科学的典范模式,而其他学科都应努力地仿效物理学的研究方法——实验研究。这里的实验方法主要是一种分析的方法,即要尽可能地用数学的方式并按照物理学的概念,来对现象作出解释,用一些抽象概念,给表面上一团混乱的现象带来秩序和简单性。

这种思想在相当一个时期被引向了极端。笛卡儿(Descartes R)就是具有极端思想的代表人之一。他要求只提出像数学证明那样毫无疑问的结论和学说。他坚持认为动物是一个自动控制装置,缺少知觉和自我意识。而人被赋予了灵魂。这种极端的思想将上帝看成是数学化的伟大的几何学家,宇宙成为机

① E. 迈尔著,生物学思想发展的历史,成都:四川教育出版社,1990,46

械的时钟装置,对世界的解释只需要借助于数字计算。事实上,直到今天这种思想也并没有完全消除。

然而,正当人们沉醉在借用物理学、化学方法取得的可喜进展之中时,在物理学内部正经历着深刻的革命。X射线的发现,量子物理学和相对论的建立,动摇了经典物理学理论的基础。原子不再被视为机械的物体,而只是一种具有磁性和亚原子粒子的电力作用的中心;在空间中,电子也并不是位于某一特定位置,而必须用概率的术语来加以描述。原子是虚构的,任何部分在分离状态下的性质,与该部分作为整体组成成分时所展现的性质并不一样。物理学摆脱了旧的、机械论的模式,认为宇宙是复杂的,相互作用的,整体并不是构成它的各个部分的简单相加,它的性质也不能通过对分离状态下各个部分性质的研究来预测。

德国生物学家马克斯·德尔布吕克(Max Delbruck)认为,不能像传统物理学家和化学家看待分子那样将基因看成是分子。他指出,传统的物理学家和化学家把化学反应看成是一个始终如一的过程,他们认为,在这种过程中,各种反应物质按照化学动力学的原理彼此随机碰撞。然而,细胞中化学反应却具有高度的特异性,尽管反应发生在彼此非常接近的空间中,但它们通常都是独立进行的。在细胞中,基因仅有一个或两个拷贝,然而却进行着大量的反应;基因具有高度稳定性,能够抵抗各种降解。所以,德尔布吕克认为,即使基因确实是分子,但是如果人们还是以物理学家和化学家的那种简单的方式看待基因,仅像描述分子一样地描述基因,并不能揭示出基因是如何表达其特殊性。

也有科学家认为,对生物现象的研究可能会产生出物理学和化学的新定律。这种思想在埃尔温·薛定谔(Erwin Schrodinger)撰写并于1945年出版的《生命是什么》一书中得到了体现。薛定谔认为,经典物理学和化学虽然不能解释生命现象,但这并不意味着它们对于解决生命问题没有帮助。生命物质并不违背已经确定的物理学定律,同时,生命物质中很有可能还包含迄今为止尚不明了的“其他物理定律”。这些定律一旦发现,就会像以前发现的定律一样,成为物理科学整体的一部分。他认为,新的物理学将从对生物学的研究中形成。

沃森(Watson J D)和克里克(Crick F)在思想上就是受到了薛定谔的影响。作为物理学家的克里克和作为遗传学家的沃森的结合产生的智力共鸣,终于在1953年4月在《自然》杂志上发表了历史性的巨篇,提出了DNA的双螺旋结构。

在20世纪,有许多科学家,例如,伍杰(Woodger J H)、贝克纳(Morton Beckner)、阿亚纳·道伯赞斯基(Ayala Dobzhansky F J)和西奥多·道伯赞斯基(Theodore Dobzhansky),以及迈尔(Ernst Mayr)等开始构建具有自身的“思维方式”生物学,使其获得“自主”。这里使用“自主”一词,并不是将生物学与物理