

高三生物学二轮复习中综合情境下的问题分析与解决

——以“系统性红斑狼疮”为例

王伟波 (华东师范大学第二附属中学 上海 201203)

摘要 在高三生物学二轮复习中,以“系统性红斑狼疮”为案例,引导学生综合运用生物学知识分析与解决问题,通过模拟探究深化科学思维与科学探究水平,将理论与实践相联系,感悟生物学的重要价值,理解生物学的重要概念,建构整体的生命观念。

关键词 二轮复习 综合情境 系统性红斑狼疮 问题解决

Analysis and resolution of questions in comprehensive contexts in the second round of biology review for high school junior year students: A case study of “Systemic Lupus Erythematosus”

WANG Weibo

(The Second Affiliated High School of East China Normal University, Shanghai 201203, China)

Abstract In the second round of biology review for high school junior year students, we use “systemic lupus erythematosus” as a case to guide students in comprehensively applying biological knowledge to analyze and resolve questions. Through simulative inquiry, students enhance their scientific thinking and inquiry skills, connect theories with practice, appreciate the significant value of biology, assimilate important biological concepts, and foster a holistic view of life.

Keywords second round of review; comprehensive context; systemic lupus erythematosus; resolution of questions

在高三的二轮复习阶段,如何充分调动学生主动探索与思考,提高综合分析运用能力及解决复杂问题的能力,综合情境的创设尤为重要。综合情境中,问题不再是单一化、碎片化,更加凸显知识结构的整体性、融合性与系统性,更加强调高阶思维的发展,学生需灵活运用学科学习获得的知识与能力、思维方法、解决问题的策略等进行综合分析^[1]。笔者以“系统性红斑狼疮(SLE)”为例,将情境、活动、任务、素养有机融合,并通过复杂实验的自主性设计与探究,实践探索综合情境下的问题解决与分析策略。

1 立足课标,创设教学情境

“系统性红斑狼疮”在沪科版高中生物学教材选择性必修1《稳态与调节》第4章第4节“免疫功能异常可能引发疾病”中提出,但对于具体发病机制及其特点,教材并没有深入介绍。最新发表于*Cell*杂志的一篇文章,围绕着系统性红斑狼疮在男女中患病比例不同这一事实,展开探究,揭示了最新的研究进展。笔者进一步查阅资料得知,“系统性红斑狼疮”这一情境下,涉及稳态与调节、遗传与进化、模拟探究等多个模块的内容,并能够将各个模块有机整合与串联,形成综合情境,实现对高中生物学知识网络的有效整合,同时

[11] 石毓雯,顾 榕,张 梅. 锌转运蛋白8在胰岛功能及糖尿病中的研究进展[J]. 中华糖尿病杂志, 2020, 12(7): 554-557.

[12] 闵 楠. 锌指蛋白调控肿瘤免疫原性的作用及其机制的研究进展[J]. 中国肿瘤生物治疗杂志, 2023, 30(10): 925-930.

[13] 范晓卿,张英兰,田学智. 锌指蛋白A20的临床应用[J]. 肿瘤研究与临床, 2015, 27(11): 791-792.

[14] PRASAD RR, RAINA K, MISHRA N, et al. Stage-specific differential expression of zinc transporter SLC30A and SLC39A family proteins during prostate tumorigenesis [J]. *Molecular Carcinogenesis*, 2022, 61(5): 454-471.

[15] CHEN B, YU P, CHAN WN, et al. Cellular zinc metabolism and zinc signaling: from biological functions to diseases and therapeutic targets [J]. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 2024, 9(6): 1-41.

[16] TRAIL PA, DUBOWCHIK GM, LOWINGER TB. Antibody drug conjugates for treatment of breast cancer: Novel targets and diverse approaches in ADC design [J]. *Pharmacology & Therapeutics*, 2018, 181: 126-142.

[17] WANG J, ZHAO H, XU Z, et al. Zinc dysregulation in cancers and its potential as a therapeutic target [J]. *Cancer Biology & Medicine*, 2020, 17(3): 612-625. ◆

与科研材料相结合,对于设计复杂实验的高阶思维的发展也有着很大的推动作用^[2]。

2 情境解构,“科学问题”变“教学问题”

以科学研究为背景材料,能够让学生切实感受到学科的前沿热点,并对学科的实践价值有更加感性的认识。但纯粹的科研问题,对学生来说具有一定的挑战,无论是知识、能力还是素养,都与科学家存在着很大的差距。这就需要教师对科研材料进行适当的选择与加工,使科研材料能够服务于教学,为教学所用,将科学前沿问题转变为教学中的探究实践,驱动学生探索未知,综合运用高中阶段积累的学科

素养与能力尝试解决问题,沿着科学家的足迹,抽丝剥茧,探寻问题的本质原因。既拓宽了知识的广度,聚焦了思维的深度,也提升了素养的高度,对于科学精神的培育、社会责任的养成也有着重要的推动作用^[3]。

如何将“科学问题”转变为“教学问题”?首先,在尊重学生认知规律的基础上,设计逻辑严谨的问题链,驱动情境线索,将科研材料中的问题与高中生物学内容有机整合,使学生能够学以致用,深化学科内涵;其次,由浅入深地布置活动任务,实现思维高度的提升和跨越,最终指向高阶思维的生成与发展(图 1)。

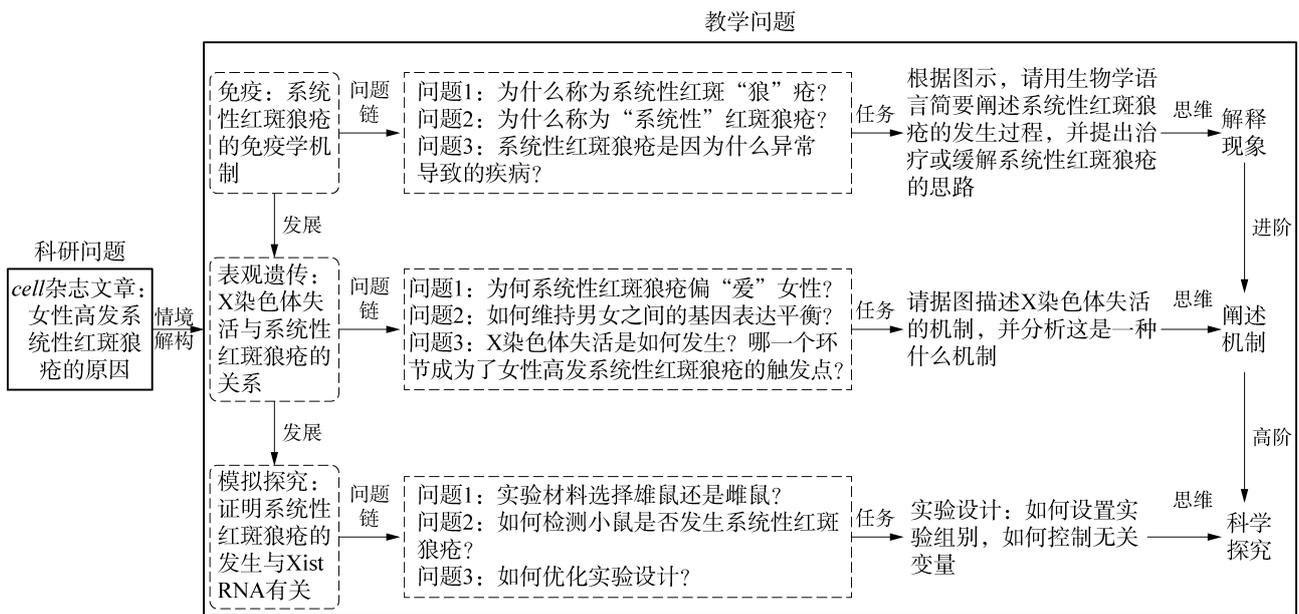


图 1 “科学问题”解构为“教学问题”

3 问题解决与分析策略

3.1 由表及里, 探寻免疫机制 系统性红斑狼疮, 学生一般只知其名, 但对于名称的由来知之甚少。因此, 以疾病名称的由来开启情境线, 探寻与免疫的关联。问题 1: 为什么称为系统性红斑“狼”疮? 问题 2: 为什么称为“系统性”红斑狼疮? 问题 3: 系统性红斑狼疮是因为什么异常导致的疾病? 布置任务一: 根据图示, 请用生物学语言简要阐述系统性红斑狼疮的发生过程, 并提出治疗或缓解系统性红斑狼疮的思路。

设计意图: 通过由表及里的问题链, 由宏观到微观, 逐步揭示系统性红斑狼疮的部分免疫机制, 在学生认知水平上, 能够从生命现象中, 基于事实和证据, 运用归纳的方法概括出生物学规律。任务的布置, 能够调动学生积极思考, 激发解决问题的欲望, 对于已有知识进行提取与运用, 驱动复习任务的高效生成。这样, 以学生熟悉的课内内容作为第一个教学环节, 并提供恰当的证据和线索, 从感性到理性, 从现象到本质, 帮

助学生搭建思维平台, 解决“是何”和“为何”的问题, 实现低阶思维的问题解决与分析。

3.2 认知冲突, 探寻男女患病差异 基于对系统性红斑狼疮部分免疫机制的分析, 男女患病情况理论上应该差异不大, 但证据表明, 男女患病比例约为 1 : 9, 从而产生认知冲突, 提出本环节核心问题: 为何系统性红斑狼疮偏“爱”女性? 学生基于所学知识, 可以想到: 激素、性染色体、伴性遗传等, 充分发散思维, 调动起思维活跃度后, 呈现 Cell 杂志中科研文章的成果: X 染色体与系统性红斑狼疮发生风险有关, 这也是女性患病比例远远更高的原因。为了解决本环节核心问题, 设置问题链推动线索发展。

问题 1: 男性与女性都有 X 染色体, 为何女性发病风险更高? 呈现数据: X 染色体上约有 1098 个蛋白质编码基因, Y 染色体上仅有大约 78 个。学生会想到, 如果女性细胞中两条 X 染色体全都表达, 蛋白水平过高, 这可能造成细胞功能障碍。问题 2: 如何维持男女

之间的基因表达平衡? 呈现案例: 在曾经一段时间, 国际奥委会通常会采集运动员的口腔黏膜样本进行染色体分析来鉴定性别, 经过检测后, 如果该样本的巴氏小体(高度浓缩状态的染色体)呈阳性, 就可以认定其性别为女性。学生得出结论: 女性细胞中的两条 X 染色体会随机有一条形成巴氏小体。我们把这种现象称为 X 染色体失活。继续呈现 *Cell* 杂志中的文献资料^[4]: 作者认为正是因为 X 染色体的失活, 在系统性红斑狼疮的诱发因素存在的情况下, 更有可能引起免疫系统的异常, 从而攻击自身正常的组织和器官。问题 3: X 染色体失活是如何发生的呢? 哪一个环节成为了女性高发系统性红斑狼疮的触发点呢?

布置任务二: 请据图 2 描述 X 染色体失活的机制, 并分析这是一种什么机制。

学生经过分析可以发现, 这是一种表观遗传机制, 并能够阐述表观遗传的机制特点, 继续追问: 如果是这样, 男性也有 X 染色体, 那男性也会出现这个复杂化合物吗? 引发思考后, 呈现结论: Xist RNA 分子在其中发挥着关键作用, 虽然它的编码基因存在于所有的 X 染色体中, 但已有研究发现, 只在 X 染色体成对存在的时候这个基因才会被激活, 且只会一条 X 染色体上激活。

设计意图: 这一部分的问题设计采用逐级递进的方式循序渐进, 情境脉络与逻辑清晰的问题链组合, 引导学生分析本质, 并通过与文献资料的有机整合, 分析了系统性红斑狼疮偏爱女性的原因, 也就是解决了“如何”的问题, 推动学生深入思考, 使思维进阶发展, 思考的过程中落实生命观念的内涵, 严谨的思维训练对于科学思维的提升与发展, 也有着重要的作用。

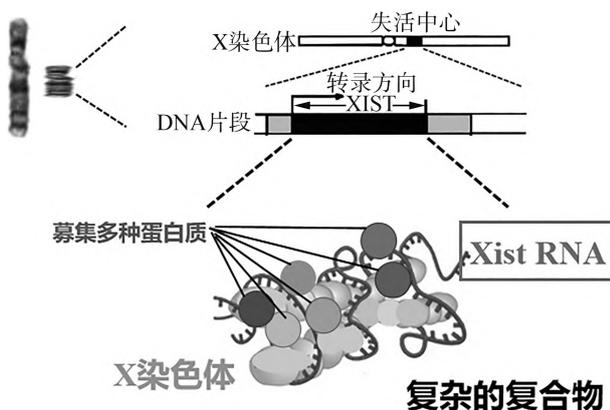


图 2 X 染色体失活机制

3.3 实验设计, 指向高阶思维 在上一环节的基础上, 提出本节课核心问题: 如何证明 Xist RNA 与系统性红斑狼疮的发生有关呢? 在这一部分, 需要教师进

行一定的铺垫: 首先需要找到一种诱导剂, 研究表明, Pristane 可使野生型雌鼠发生系统性红斑狼疮, 但野生雄鼠不发生。本环节的问题链如下:

问题 1: 实验材料是选择雄鼠还是雌鼠? 针对学生的回答进行评价分析: 如果使用雌鼠, 在 pristan 诱导后, 出现系统性红斑狼疮, 能排除雌激素的影响吗? 如果使用雄鼠, 它的 Xist 基因又不能激活, 那怎么办? 继续铺垫: 研究人员通过基因工程的方式改造了雄鼠的 Xist 基因, 使其可被 DOX(强力霉素)激活, 并转录出 Xist RNA, 但不会引起 X 染色体失活, 否则小鼠将无法存活。问题 2: 那么, 如何检测小鼠是否发生了系统性红斑狼疮? 可采集器官检查损伤程度或者免疫细胞与自身抗体水平。

布置任务三: 请思考讨论如何设置实验组别。PPT 中呈现提示信息: Pristane 可以诱导雌性系统性红斑狼疮发生, 溶解于 PBS(磷酸盐缓冲液)中; DOX 药物可激活 Xist 基因转录, 通过饮水给药。

学生充分讨论交流后, 由学生发言阐述、相互补充, 然后师生协作总结梳理本实验的目标: 证明在诱导因素下(Pristane), 系统性红斑狼疮的发生与 Xist RNA 有关。明确了实验目标, 可以找到自变量: 要想使雄鼠出现系统性红斑狼疮, 根据假设, 三个要素缺一不可, Pristane、改造 Xist 基因、DOX, 这就是本实验探究的自变量, 而因变量则是系统性红斑狼疮的发生情况。

布置任务四: 按照这样的思路, 你能否优化你的设计, 完成实验表格(学案)? 学生填写后, 拍照投屏展示, 并选择学生代表阐述设计理由, 师生共同完善方案: 首先, 实验组如何处理? 三个要素缺一不可。对照组都有哪些? 在实验组基础上, 判断每个自变量对系统性红斑狼疮发生的作用, 与实验组保证单一变量, 对照组 1 选用野生雄鼠, 其他条件不变; 对照组 2 不用 Pristane, 仅注射 PBS, 其他条件与实验组相同; 对照组 3 没有 DOX, 饮用的仅是水, 其他条件与实验组相同。如何排除野生型雄鼠本身也会发生系统性红斑狼疮? 设置阴性对照: 野生雄鼠加 PBS、饮用水。如何确定实验组雄鼠发生了系统性红斑狼疮? 设置阳性对照: 野生雌鼠用 Pristane 诱导, 仅饮水。

接下来, 师生共同梳理实验设计的步骤与流程。明确实验目标并了解实验原理后, 提出实验思路: 首先明确自变量, 也就是实验者操纵的因素或条件, 在自变量的控制上我们需要考虑什么原则? 例如实验组与对照组 1 之间, 仅有一个变量不同——单一变量原则; 其次, 我们需要思考因变量, 也就是自变量引起的变化结果, 因变量的评价上我们要注意些什么? 例如采集器

官,观测损伤程度——可观测性,然后思考无关变量,也就是除自变量以外影响实验现象或结果的因素或条件,与研究目标无关,但却影响研究结果(表 1)。例如实验组和对照组 1,比较的是:是否改造 *Xist* 基因对系统性红斑狼疮发生的影响,那么其他的两个条件 *Pristane* 和 *DOX* 就是能够影响实验结果的无关变量?两组需保持同步,因此无关变量需要考虑的原则——等量适宜,当然,为排除偶然误差,实验还要平行重复。

表 1 实验设计表格

组别	条件						
	野生雄鼠	野生雌鼠	改造 <i>Xist</i> 雄鼠	<i>Pristane</i> 溶液 (含 PBS)	PBS	<i>DOX</i> (水)	水
实验组	-	-	+	+	-	+	-
对照 1	+	-	-	+	-	+	-
对照 2	-	-	+	-	+	+	-
对照 3	-	-	+	+	-	-	+
阴性对照	+	-	-	-	+	-	+
阳性对照	-	+	-	+	-	-	+

设计意图:模拟实验探究是本节课的核心环节,也是难点,在多因素存在的情况下如何设计实验,对于学生能力要求较高,但对于提升学生思维深度的效果也最显著。自主的探究过程,能够充分调动学生的热情,提高学生的创造性、探究性与综合性思维,对核心素养中的科学思维与科学探究的落实,起着至关重要的作用。在本环节,若要实现学生高阶思维的发展,需要教师创设足够的进阶问题,推动学生思维深入运转,同时要给学生搭好支架,做好铺垫,对于学生可能出现的回答充分预设,即时反馈与评价,这样才能生成高效课堂,在模拟探究中提升思维品质。问题创设是起点,问题解决是结果,在学生解决问题的过程中,即时阐述观点,表达交流,思维相互碰撞,从而共同解决核心问题。模拟探究后的总结,有利于学生建构多因素变量下实验设计的一般方法,从而能够由此及彼,掌握解决类似问题的思维方式。

3.4 结果分析,概括结论 展示文献资料中的部分研究结果(文献作者在进行研究的时候,经过实验,发现用 *Pristane* 诱导改造的雄鼠,与诱导野生雄鼠结果一致,都没有系统性红斑狼疮发生,所以在结果中不再呈现),对各组小鼠各脏器的损伤程度进行评分,每个器官的评分范围为 0—5,分值越高,代表损伤程度越大,

损伤程度:0=在正常范围内;3=中等;5=严重。对个体动物 6 个器官的疾病评分相加,选择病理总分为 10 分作为严重疾病的分界值(图 3)。

布置任务五:请据图描述实验结果,并总结实验结论。学生讨论后交流,共同概括出实验结论:正常状态下,利用转基因技术改造 *Xist* 基因不会对小鼠造成影响。通过药物(*pristane*)诱导的系统性红斑狼疮模型研究发现,只有拥有改造 *Xist* 基因的雄性小鼠并且成功激活后才会患有系统性红斑狼疮。而未用药物(*pristane*)诱导的改造 *Xist* 基因小鼠及野生型小鼠并未患病。该结果表明,*Xist* RNA 在系统性红斑狼疮的发病中扮演着重要角色。

设计意图:对于结果的分析,对于结论的归纳综合性较强,能够提升学生对信息的整合能力,在自主探究过后,学生对实验结果有着不同的猜想,而文献资料的呈现,对学生的猜想能够释疑,也为完整的科学探究画上句号,使学生感受到解决生物学问题的一般流程,学会综合型问题的思考与分析,最终学会解决问题。

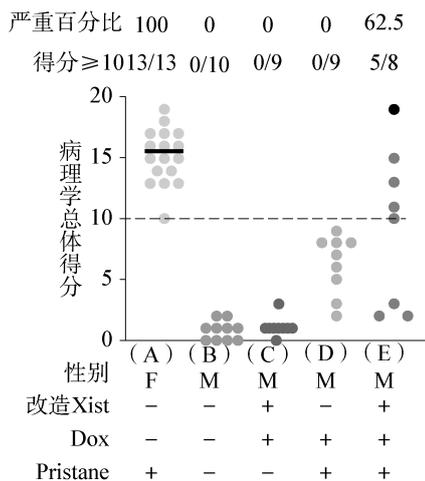


图 3 各组小鼠病理学总分

4 总结

基于综合情境下的问题分析与解决,情境是调动思维的载体,问题是推动思维发展的动力,任务与活动是落实核心素养的有利抓手。按照情境—问题—活动与任务的模式^[5],从解决简单问题,到进阶问题,再到高阶问题,不断优化学生的思维品质与能力素养,逐步完成综合性较强的生物学问题的分析与解决。

主要参考文献

[1] 郑兰萍.“境脉”视角下的主题化教学——以“动物细胞工程”复习课为例[J].生物学教学,2023,48(8):28-30.
 [2] 李悦兰.高三二轮复习中的主题情境教学[J].生物学教学,2023,48(11):27-31.

“探究 DNA 的复制过程”教学中知识的迁移及策略分析

梅捷凯 (浙江省温州科技高级中学 温州 325006)

摘要 生物学教学过程中既要了解学生的知识掌握情况,也要关注学生的知识迁移能力。以“探究 DNA 的复制过程”教学为例,分析教学过程中可能发生的知识迁移现象,并提出相关的教学策略,以促成学生对科学实验设计方法、思想与原理的深入理解,从而建构正确的生物学概念。

关键词 DNA 复制 半保留复制 知识迁移 教学策略 生物学教学

Knowledge transfer in teaching “Exploring the Process of DNA Replication” and teaching strategies

MEI Jiekai

(Zhejiang Wenzhou High School of Science and Technology, Wenzhou 325006, China)

Abstract In biology teaching, it is not only essential to learn about students’ grasp of knowledge but also necessary to pay attention to their ability to transfer knowledge. Taking the teaching of “exploring the process of DNA replication” as an example, this paper analyzes the possible knowledge transfer that may occur in teaching and proposes relevant teaching strategies to facilitate students’ in-depth understanding of scientific experiment design methods, concepts, and principles, thereby constructing correct biological concepts.

Keywords DNA replication; semi-conservative replication; knowledge transfer; teaching strategy; biology teaching

高中生物学课程安排了许多科学家的经典科学实验,如噬菌体侵染细菌的实验、摩尔根的果蝇杂交实验等。科学实验不仅推动着生物学学科的蓬勃发展,其中所蕴藏的巧妙实验设计方法、思想更是生物学教学中提升学生核心素养的极好素材。同时,以科学家的经典实验为载体开展教学,也是学生掌握科学研究方法、建构生物学概念的重要途径之一。

然而,由于学生并未处于真实的研究背景中,缺乏对科学技术原理、使用方法的了解,同时大多数教师倾向于以讲授的方式分析科学家的经典实验,较少关注学生在学习过程中的参与度以及迁移现象,使得学生对科学实验的设计、思想仅停留在表层。以“探究 DNA 的复制过程”实验教学为例,该实验中出现了离心、同位素标记等技术,而这些技术的应用与原理跟学生先前在噬菌体侵染细菌的实验、分泌蛋白的合成与分泌、细胞器的分离等活动中存在较大差异。因此,为增强教学过程中学生正迁移的发生,本文分析该实验



[3] 王晓宏. 问题解决驱动的杂交水稻育种专题复习[J]. 生物学教学, 2023, 48(7): 9-13.

[4] DOU DR, ZHAO Y, BELK JA, et al. Xist ribonucleoproteins promote female sex-biased autoimmunity. Cell. 2024; 187(3): 733-749. e16.

[5] 吕嘉敏. 高三生物学二轮复习中主题情境引领的单元教学实践[J]. 生物学教学, 2023, 48(12): 23-26. ◆

教学中可能发生的知识迁移现象,并提出相关的教学策略,为生物学教学提供参考。

1 教学环节及迁移原因分析

“探究 DNA 的复制过程”是浙科版高中生物学教材必修 2《遗传与进化》中“DNA 通过复制传递遗传信息”中的活动内容。该部分内容可通过假说-演绎法开展教学(表 1),从而帮助学生建构“DNA 分子通过半保留方式进行复制”的概念。

该实验教学中引起学生产生知识迁移的原因很多,主要集中于以下三个方面:①该实验涉及多种生物技术,如同位素示踪技术、密度梯度离心技术、微生物培养技术、DNA 提取技术等。其中同位素示踪和离心技术在科学研究中应用得较为广泛,如卡尔文研究碳循环时采用同位素示踪技术,噬菌体侵染细菌实验中应用同位素标记和离心技术,获取细胞器时采用差速离心技术等。②同一技术在解决不同的生物学问题时,其操作流程、检测方法会存在较大差异,如同位素标记法分析碳反应产物时,需要借助于双向纸层析进行物质的分离,而在蛋白质合成与分泌实验中需置于特定环境下观察放射性情况。因此,尽管是同一技术,其操作步骤、检测方法的差异也会使学生产生知识迁移。③部分学生在之前的实验分析中,没有深入理解实验的操作目的、原理等,导致知识负迁移现象的频繁发生。因为,教学需要关注学生潜在的正、负迁移现象,