

分类号_____ 密级_____
UDC _____ 编号_____



云南师范大学
YUNNAN NORMAL UNIVERSITY

专业硕士研究生 学位论文

概念探针在高中生物“遗传与进化”模块
概念教学中的应用

Application of Formative Assessment Probes
in Concept Teaching in Biology ‘Genetics and
Evolution’ Module in Senior High School

学 院_____ 生命科学学院

专业学位类别_____ 教育专业学位

专业学位领域_____ 学科教学（生物）

研究生姓 名 _____ 刘雯 _____ 学 号 _____ 1726120003

导 师 姓 名 _____ 蒋丹 _____ 职 称 _____ 中学高级教师

_____ 曹能 _____ 职 称 _____ 副教授

2020 年 6 月 9 日

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

学位论文作者签名：刘雯
2020 年 6 月 9 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权云南师范大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

学位论文作者签名：刘雯
2020 年 6 月 9 日

指导教师签名：蒋丹
2020 年 6 月 9 日

摘要

概念探针是一种形式丰富、内容集中的形成性评价工具，能将教学与评价串联起来，获得师生之间的双向反馈后辅助教师优化教学策略。本研究以概念探针在概念教学中的应用为主体内容，在高中生物“遗传与进化”模块展开，研究主体采用文献研究法、行动研究法和统计分析法，并在定量分析和定性分析研究方法指导下展开教学实践研究。研究在梳理概念探针相关理论基础后，展开对概念探针实施方案的设计。

研究对“遗传与进化”模块展开知识结构和科学方法的深入分析，梳理其中重要的名词性概念，划归出核心概念及其下位概念。在明确概念探针实施目的后，尝试构建出应用概念探针的教学设计模型，并总结出：提炼概念焦点、制定概念探针、处理评价结果和计划针对性指导这四个步骤，作为普适性的探针实施模板，并挖掘出一部分与概念探针兼容性强的信息化教学工具展开探究，建设性提出概念探针评价量规以量化评价效果。随后在昆明八中理科班开展教学实践研究，于新授课中出示若干探针进行评价，实验班级每节课中布置 2-5 个探针问题，通过评价反馈调整后续课程进度，每节课例结束后均进行反思和总结。在通过评价量规得到量化结果后，展开后测试卷分析和实验有效性分析，将数据进行统计分析，并通过问卷调查充实研究问题。

本研究在教学和评价中不断优化概念探针的形式和内容，尝试为教学评价提供评价模板或者可行性范例。数据分析结果显示实验班与对照班后测成绩存在显著性差异，表明概念探针能帮助学习者锚定核心概念，可作为教师探测学生前概念的良好工具，强化学生学科核心素养，对概念教学有正向助益极作用。同时，研究首次规范概念探针设计细则和评价量规，界定核心概念，在使用概念探针或者概念教学中都具有借鉴意义。

关键词：概念探针；概念教学；形成性评价；核心概念

Abstract

The formative assessment probe is a formative assessment tool with rich form and concentrated content, which can connect teaching and evaluation in series and obtain bifunctional feedback of teachers and students to help teachers optimize teaching strategies. The main content of this research is the application of formative assessment probe in concept teaching. The main content of this research is the application of concept probes in concept teaching, which is carried out in the ‘Genetics and Evolution’ module of high school biology. The research subject uses literature research, action research and statistical analysis, and quantitative analysis and qualitative analysis. Under the guidance of the method, the teaching practice research is carried out. After combing the relevant theoretical foundations of the concept probe, the design of the formative assessment probe implementation scheme is developed. I

The study conducted an in-depth analysis of the knowledge structure and scientific methods of the ‘Genetics and Evolution’ module, combed the important nominal concepts, and classified the core concepts and their subordinate concepts. After clarifying the purpose of implementing formative assessment probes try to build an instructional design model that uses formative assessment probes, and summarizes these four steps: refining concept focus, formulating concept probes, processing evaluation results, and planning targeted guidance, as a universal The implementation template of the universal probe, and excavated some information-based teaching tools with strong compatibility with the concept probe to explore, constructively proposed the formative assessment probe evaluation scale to quantify the evaluation effect. Subsequently, teaching practice research was carried out in the science class of Kunming No. 8 Middle School, and several probes were presented for evaluation in the new lectures. The experimental class arranged 2-5 probes in each class, and the follow-up course progress was adjusted through evaluation feedback. Each class example After the end, all reflect and summarize. After the quantitative results are obtained through the evaluation gauge, the test paper analysis and experimental validity analysis

are carried out after the expansion, the data is statistically analyzed, and the research questions are enriched through the questionnaire survey.

This study continuously optimizes the form and content of formative assessment probes in teaching and evaluation, and attempts to provide evaluation templates or feasibility examples for teaching evaluation. The results of data analysis show that there is a significant difference between the test results of the experimental class and the control class after the test, indicating that the formative assessment probe can help the learner to anchor the core concept, which can be used as a good tool for the teacher to detect the students' pre-concept, and it has positive positive effect. At the same time, studying the first time to standardize the design details and evaluation gauges of formative assessment probes, define the core concepts, and have reference significance in using formative assessment probes or concept teaching.

Key words: Formative Assessment Probes; Concept Teaching; Formative Assessment; Core Concept

目 录

第一章 引言.....	1
第一节 研究背景与意义.....	1
第二节 研究思路.....	2
第三节 研究方法与研究技术路线.....	2
第二章 文献综述.....	4
第一节 相关概念界定.....	4
一、核心概念.....	4
二、概念探针.....	4
三、概念教学.....	6
第二节 国内外研究发展和现状.....	7
一、国外研究发展和现状.....	7
二、国内研究发展和现状.....	9
第三节 研究理论基础.....	10
一、布鲁姆教育目标分类.....	10
二、建构主义理论.....	12
第三章 概念探针实施方案的设计.....	14
第一节 “遗传与进化”模块知识内容分析.....	14
一、教材分析.....	14
二、相关核心概念及下位概念界定.....	16
第二节 概念探针的设计与实施.....	19
一、概念探针的目的.....	19
二、概念探针设计思路.....	20
三、概念探针实施步骤.....	21
第三节 概念探针与信息化教学兼容性分析.....	24
第四节 评价量规制定.....	30

第四章 概念探针教学实践研究	32
第一节 教学课例研究	32
一、《遗传因子的发现》概念探针设计与反思	32
二、《基因、染色体和 DNA 的关系》概念探针设计与反思	39
三、《基因的表达》相关概念探针设计与反思	45
四、《生物的变异》相关概念探针设计与反思	50
第二节 实验结果分析	57
一、评价结果分析	57
二、后测试卷分析	61
三、实验有效性分析	63
四、问卷调查及分析	65
第五章 结论与反思	67
第一节 研究主要结论	67
第二节 研究尚存问题	68
参考文献	69
附录	72
附录 A 《基因、染色体和 DNA 的关系》概念探针内容	72
附录 B 《基因的表达》概念探针内容	74
附录 C 问卷调查	76
攻读学位期间发表的论文和研究成果	77
致谢	78

第一章 引言

第一节 研究背景与意义

评价是教学活动中的重要环节，教师通常由评价结果判断学生的知识理解和学业成就。传统评价方法选择在一个单元末尾或者学期末尾时进行，侧重于打分而非教学，这种评价方式会直接影响学习者的学习习惯和努力程度，也使得评价的学习功能变得次要^[4]。近几年来，研究者进行各类评价的使用效果分析后，开始逐步重视形成性评价，认为它更能够支持和增强教学实践。《普通高中生物学课程标准(2017年版)》（以下简称《课标》）^[1]中提倡：“评价应该关注学生对生物学大概念的理解和融会贯通。”所以，形成性评价要联系课堂的关键问题，并通过评价结果做出即时反馈。

生物学习是学生形成科学世界观的重要环节，高中必修课学习之前，学生习惯于将生活实践向生物科学概念进行正向迁移。但高中生物课程贯穿宏观和微观世界，学生需要掌握琐碎的事实性细节，并基于此掌握众多概念，这要求学生具备进阶学习能力。在《课标》模块2的内容要求中，概念3、概念4被视为本模块的大概念，其下罗列着核心概念等下位概念，在学习这些重要内容前，学生头脑里已经普遍存在与之相关的前概念，甚至是错误概念。为了准确突破大概念及核心概念，教育者开始尝试在概念教学中加入形成性评价。随着使用形成性评价的实践案例增加，其弊端也凸显出来：其一，形成性评价类似于一个循环模型，每一个重要环节都是动态的，即前序环节变化会影响剩余部分，授课教师必须有极强的课堂把控能力，能在不影响课程进度的情况下实现既定教学目标；其二，形成性评价需要通过一系列教学策略来获取学生学习证据，却少有研究涉及到教师通过形成性评价获得学业信息后如何修改教学策略，也就是评价和教学仍旧无法相互影响、相互助力。另外，类似于学生存在与核心概念相关的迷思概念是什么？经过教学后学生迷思概念转化为科学概念的程度是怎样的？这类问题都没有确切的衡量标准，这样形成性评价就难以普适化使用。面对巨大的认知差异，教师找寻不到合理的教学策略去探测个体学习情况，也就很难进行适时且恰当的教学策略调整，概念教学仍旧不能依靠评价找到教学突破口。

本研究将重点论述形成性评价工具—概念探针(Formative Assessment

Probes), 将概念探针用于实践中产生的数据作为分析基础, 用多样的课堂教学实例辅助阐述教师可以怎样使用概念探针来收集学生反馈, 运用此工具弥合课堂中“教与评”的鸿沟, 使得学生有更多机会修正概念误解。

本研究旨在帮助教育者和学习者更轻巧灵活地使用概念探针, 将使用时一些复杂的操作规则具体化, 为难以量化的评价结果制定评价量规。在给概念教学提供基本教学参考的基础上, 帮助教师选择适切的教学策略, 为概念教学的课程设计和模块2的教学发展提供更多有价值的信息。

第二节 研究思路

越来越多研究者和教育者关注形成性评价, 并重视其促进学生学业发展的积极意义。探针确实具备辅助课堂教学的能力, 并具有诸多优点, 它可以在教学前或者贯穿于整个课堂教学过程中收集信息, 将反馈信息指导后续教学。所以, 本研究首先明确形成性评价工具, 也就是概念探针的源起与发展现状, 明确其设计和实施过程中需要遵循的原则后, 展开教学实践研究。通过评价结果、课堂反馈等, 打磨概念探针范例和评价量规。最后, 对全文进行总结和反思, 明确研究最终结论, 从研究尚未解决的问题引发思考和展望。

第三节 研究方法与研究技术路线

本研究为混合研究, 在定性分析研究和定量分析研究结合的方法论指导下, 开展具体的研究法, 研究主体采用文献研究法、行动研究法和问卷法, 通过这些研究方法, 将抽象的研究问题进行具体化表达。将基本的研究技术、相关规则阐述清晰, 以保证研究的理论意义。在研究的分析与总结阶段采取研究技术为: 统计分析和量表技术^[5]。

研究技术路线按照“提出问题-分析问题-解决问题-得出结论”四个基本步骤进行, 运用理论与实践相结合的方式完成研究, 具体研究技术路线如图1.1中所示。

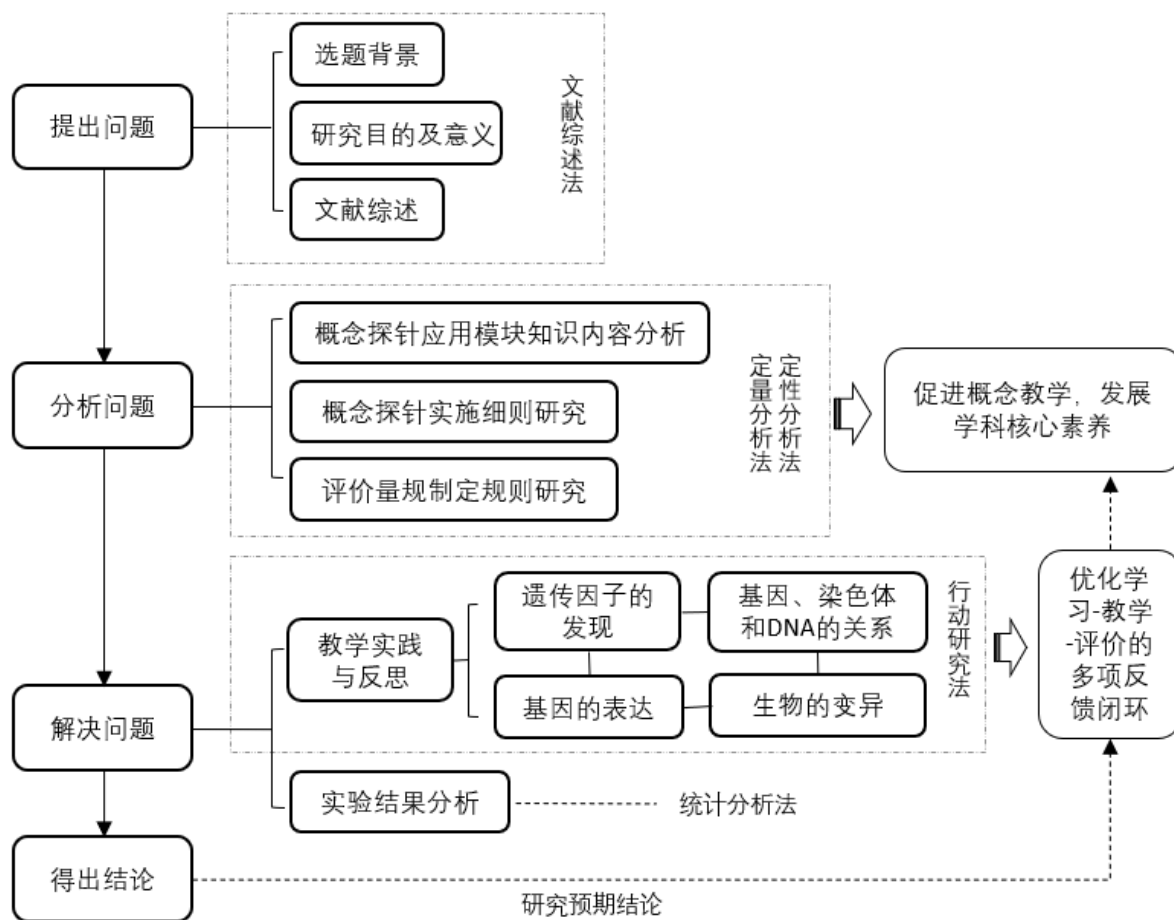


图 1.1 研究技术路线图

第二章 文献综述

第一节 相关概念界定

一、核心概念

概念是一个相当复杂的集合，它是众多具有相同或相似属性的事实、现象经过归纳推理而得出的，其内核是具有逻辑性的思维集合。概念不是术语，也不是名词解释，一般需要用完整的陈述句来表达，它从本质上讲是一种动态发展的人类思维的产物^[10]。教育学家布鲁纳认为，学生最主要的是掌握学科知识的基本骨架，日后面对新的知识就可以补充入知识架构中，从而获得深化学习。在这里布鲁纳所说的“基本骨架”就是比概念范围更小、更精简的核心概念。核心概念属于上位概念，从其育人角度上评价，它是学生学科思想的集中体现，认知发展的核心。核心概念能产生时空迁移，在育人方面有长远影响，学习者在结束学习多年以后，也能够回忆起核心概念，并在生活中不断印证着核心概念的内容。从其课程地位评价，核心概念是学科概念的骨架，它能够跨过孤立零散的事实，把事实和概念牢固地捏合起来，为学习者搭建有效的概念体系。

二、概念探针

(一)发展现状

教学评价已然成为教育领域研究热点，教育者根据实施评价的功能不同，将教学评价分为总结性评价(Summative Assessment)、诊断性评价(Diagnostic Assessment)和形成性评价(Formative Assessment)。前两者通常在教学后使用，属于在特定阶段出现的评价行为，而形成性评价是在教学进程中对学习过程的即时评价，它是对教育和学习质量的实时测量。一直以来，在我国考试标准统一化的课堂里，形成性评价并没有得到足够的重视，参考欧美国家研究结果可以发现，形成性评价的理论和实践在经过了数次变革后愈发成熟。2004年，在Black和William的著述中，他们将形成性评价定义为进行学习和教学时没有给出分数的

评价手段^[11]。著名教育家奥苏贝尔 1968 年所著《教育心理学》中论述：影响学习最重要的单一因素是学习者已经知道的知识，教师需要确定并加以教导。现代课堂中仍旧如此，学生已经知道要学习的知识，此时头脑中不乏存在许多前科学概念，它们影响着整堂课的行进方向和速度，故而形成性评价一般安排在教学前期和教学中段进行^[3]。

在形成性评价高速发展的十几年间，研究者将其用于两个主要方向：即提供学生学习的反馈；为学生提供修正学习误区的机会，催动其学习内驱力。许多研究也印证了形成性评价能够整体提升概念学习，但在行动研究中，研究者发现实施评价的工具非常有限，评价工具的探索仍是未来发展目标。

（二）概念界定

概念探针源起于欧美国家，英文名称直译成中文为“形成性评价探针”，由于概念探针是形成性评价的工具之一，其目的又在于提升概念学习，故进入国内教育研究时命名为概念探针。细究其名称中的“探针(Probe)”，它最初是一种探测或者钻孔的简便工具，曾被考古工作者用于考察地下土层，这种工具是用探针杆连接一个探头，可以获取地下任意一层的土质进行检验，检验结果用来判断地下是否有古代墓群，后来概念探针被引申为检查、计数和寻找的工具。渐渐地，探针渗透入很多行业中，应用较为广泛的是生物学和电子通信技术学，在这些领域中探针起到探测和诊断的作用。在选修 3 中出现过探针相关内容，这里探针指的是一小段单链 DNA 或者 RNA 片段（大约是 20 到 500bp），它能与特定靶 DNA 发生特异性杂交，其中没有发生杂交的片段被洗去，杂交片段则可以通过荧光检验、放射自显影等技术检测到，反推即得到与探针互补的核酸序列。在此过程中，选择探针需要遵循一些基本原则，如：探针的制备和标记过程应该尽量简洁；探针必须具备高度特异性；探针与标记物杂交需保持稳定等，概念探针在很大程度上也保持了这些特性和原则。许多教师习惯在课堂上非正式性询问学生一些复习问题，通过回答来判断学生的学习情况，此时课堂容易被这些零散无序的问题打乱，教育者应该追求更具系统性的评价工具，就像生物研究中具有精准性的探针一样。

概念探针旨在查明学生学习关键内容时的基本观点，对概念理解存在哪些误区。探针通常针对受众量身定制，将考察范围限制在某一个核心概念，运用学习者熟悉的具体事例或者现象作为题干，综合考察学生的分析和应用能力。一般情况下概念探针由 2-4 个项目组成，也可以根据课程内容延伸至更多个项目，每一

项包含两个问题,分别是客观问题和主观论述题。教师根据教材选择探针探测方向,可能只是简单考察基因和染色体等的关系,也可能考察减数分裂中的复杂问题。伴随着信息化教学技术的飞速发展,概念探针的形式也逐渐丰富起来,比如在交互工具“希沃(seewo)”白板上设计相关小游戏、小组分工绘制思维导图等。综合而言,概念探针收集学习者信息更高效准确,贴合系统性教学对形成性评价的要求。

良好的概念探针是小型教学行为的集合,而不单纯指代探针中的题目,作为评价工具,一般需要提炼概念、制定、评价和反馈几个阶段。同时,概念探针需要简明准确的评价量规作为支撑,简单评级后能快速确定学习状况,这样教师能够照顾到个体差异的同时,也让学生明确下一步努力方向,实现学习和测试无缝衔接。

经过整理后,在本文中将概念探针界定为:概念探针是一种简短、高度集中的评价工具,每组探针有2-4个具体题目构成,其实施时间贯穿课程始末,存在形式灵活,能够从多维度抓取学习者学习证据,兼顾概念学习中学习者的个体差异,对有效教学和课堂活动有正向促进作用。

三、概念教学

(一) 理论研究

任何教学活动都离不开概念的教学,在20世纪90年代前,概念教学的研究集中在前概念、概念获得和概念转变的研究。所谓前概念是指学生在正式学习某些概念之前,头脑中已形成了对概念所包含的规律或者现象的认识。学生的前概念中有一部分是合理的,它们是概念教学基础,另一部分错误的前概念则会影响学生建立科学概念。在自然学科的教学,概念教学不是在“白纸”上描画,需要充分考虑到前概念对学生的影响。教师需要采取一定的教学手段,让学生充分暴露前概念,消除错误概念,保留正确概念和科学概念产生联系,从而完成从前概念到科学概念的转变,这也是是概念转变理论研究的核心^[12]。

随着多媒体和信息化教学技术的发展,传统教学模式开始发生变革,概念教学的模式变得丰富多样起来。与此同时建构主义思潮发展势头猛烈,在90年代开始受到国内外学者的肯定和推广,经历半个世纪发展后,它不再单纯归属于心理学领域,开始走入教育实践^[13]。概念教学在建构主义和概念转变理论双重

影响下,其研究内容和研究方法向着更精简有效化的方向发展。研究内容上,概念理解占据了新时期概念教学的重要位置,概念理解的最终目的是培养学科核心素养和掌握核心概念。但真实课堂环境并不乐观,学生每天要面对冗杂的学习任务,课堂上有许多概念堆积在一起,没有层次性可言,导致学习主动性大打折扣。所以,把握核心概念才能更好、更快地构筑起知识框架,在搭建框架的过程中,学科核心素养的引领作用必不可少。研究也表明两个“核心”结合在一起能对概念学习产生深远且积极的影响^[14]。

研究方法上,真实课堂中的概念教学是富有变化性的,教师着力设计具体、连贯并且由针对性的教学策略,并大规模运用计算机辅助教学,将大量数据进行分析比对,能够直观看出各种策略的效果。现代教学软件可以持续记录学生的年龄、学科背景和概念理解水平,伴随着软件持续追踪,会产生相对准确的个人数据库,教师通过分析数据,可以进一步开发具有针对性的教学工具。

概念教学的发展从未停下脚步,由一般概念聚焦到核心概念,研究内核从概念获得过渡到概念转变,最后发展为基于学科思想的概念理解,未来研究的突破口很有可能集中在评价方面。目前概念教学中普遍应用诊断性评价,通过试题检测教学有效性,应用统一的评价量表横向对比学习者概念学习。

(二) 概念界定

关于概念教学的研究一直分散在教学论、教育心理学、认知心理学和学科教学理论的研究中,并没有成为一个独立的研究分支。美国教育心理学家布鲁纳将知识进行分类,将结构、原理和分类归纳为概念性知识,并提出学校的目的之一就是让学生有效习得概念。所以,概念是思维过程的核心,概念教学也需要专门领域的研究。通过教育心理学和各个学科教学理论的总结,本文初步将概念教学定义为:通过一定教学策略,让学生接受、理解概念和规律的教学方法。

第二节 国内外研究发展和现状

一、国外研究发展和现状

国外关于概念探针的研究集中在两方面,一方面是概念探针作为教育教学中的形成性评价的一个环节,普遍来说侧重于理论层面研究,重视将评价结果反馈于教学;另一方面侧重研究如何将概念探针的伸展到课程之外,通过多样化的

实践不断丰富概念探针的形式和内涵，更侧重于实践探索。

2005年，Keeley在美国中小学形成性评价资源丛书中首次提出了概念探针，书中以生命的结构与功能观、生态系统的稳态、遗传和人体生理知识等为主题，创造了美国中小学全龄段都适用的25种概念探针^[2]。最初创设的这些概念探针为多项选择题与开放式论述。先让学生对自己认为正确的答案进行选择，接下来阐述自己的想法。此时，学生做出的描述或书面表达未经修饰，可以暴露许多理解误区，这对教师而言具有很强的参考性。教师要做的是依据学生学段不同，判断学生应该达到的知识层次，进而采取不同的教学方式。这样一来，概念探针便能照顾到个体差异，凸显出个性化教学的优势。但随着班额增加、学段提高，这种评价方式对教师的能力和素质都产生极大挑战，经实践证实，这确实成为阻碍概念探针发展的弊端。通过反思，人们发觉概念探针最初探测的知识过于庞杂，应该将探针建立在限定概念上，精准探测最重要的概念会更有利于教学和评价。2014年，有研究学者在原始概念探针的基础上，增加了评价准则，将评价中学生出现的可能回答都预设出等级，这能使教师快速将反馈结果分类，也为探针进一步发展提供导向作用。

细化评价等级对概念探针普及起了非常大的作用，沿着这条研究思路，有研究学者以知识类型划分等级，将评价结果指向事实、元认知等维度，形成多维评价；有研究学者率先对概念探针即将考察的知识进行认知程度分类，处于简单认知等级的知识自然配套更简约的探针。同时期的Margaret Heritage将众多研究综合为“形成性评价环”（the formative assessment cycle），这对概念探针的制定和实施起着非常强的理论支持作用。在此基础上产生了许多专业为教师提供形成性评价知识领域专业发展的机构，比如面向中小学教师群体的CRESST团队，提出探针考察的应是学习目标和成功目标的结合点^[27]，并可以将其拓展为“档案袋”的形式，为评价的发展提供海量数据和信息资源。在理论基础不断充实的过程中，概念探针的形式也越发丰富。利物浦大学终身学习研究中心创造性地将Keeley概念探针两个阶段进行顺序颠倒^[28]，将探针考察顺序变为：先引导学生说出自己对于某一个知识模块的前概念，再用后续几个问题进行进一步检测。PISA (Programme for International Student Assessment) 则提出了概念探针与新型教育技术、日常生活、生产相结合的实例。

概念探针最终是要与考试测评相连接的，所以Nermin Bulunuz团队中就对以考试为目的的传统教学模式，以及运用概念探针的教学进行系统化的比对测

评^[29], 研究中从测评工具到数据分析都对后续研究者起着很大的启发作用。国外关于形成性评价探针的研究在近五年来逐步攀升、热度不减, 也有越来越多的教育信息技术与之相融合。

二、国内研究发展和现状

国内有关概念探针的研究处于起步阶段, 研究的阻塞在于传统概念教学和形成性评价的融合过程充满阻力, 需要具有普适性的模型和范本以减轻教师教学压力。若在教学与评价中寻求平衡, 必须找到合适的工具辅助, 国内研究中实践应用效果比较好的为: “三段式” 诊断问卷。“三段式” 诊断问卷是由三道客观判断题或选择题组成的测量工具, 教师回收学生的问卷后, 可以通过第一个问题统计出学生对某重要概念的掌握情况, 分析第二、三个问题后, 能够明确学生存在哪些迷思概念, 教师以“三段式” 诊断问卷结果作为评价依据, 很大程度上提高了评价结果的信度和效度^[8]。通过“三段式” 诊断, 研究者发现前概念本身包含着科学概念和迷思概念, 通过检验教师能快速确定教学方向。运用此方式教学时, 学生的能动性仅仅体现在三道题目的分数, 而无更大的发展空间, 思维也就得不到发散和扩展。长期在简单评价体系下进行学习, 不利于学习者科学思维养成, 甚至产生倦怠思想, 应付了事。

在此之前, 众多研究表明概念教学的重点不单要放在概念的传授, 更要放在前科学概念转化中。我国关于“前概念” 问题的研究是从 20 世纪 90 年代开始, 最早在论文中提出“前概念” 的是 1992 年, 研究者对于前概念或错误概念的形成原因进行了剖析, 指出不管是正确概念还是错误概念都受多方影响, 均是可变且动态发展的^[30]。

随着理论基础逐步丰富, 有关前概念的研究深入实践领域, 同时有许多相关模型被创造出来, 比如提出三种应用于高中生物教学中, 前概念转变为科学概念的模型^[31]。随后, 越来越多的应用模型被创建起来, 研究开始转向前概念是怎样生成的, 在摸索出前概念的普遍特性后, 研究者着力于使用各种方式使其凸显出来, 比如借助问题串、实验、游戏等方式凸显出错误, 更好地帮助学生完成概念转变。

研究者也注意到前概念本身包含着正确的和迷思概念, 在教学过程中, 教师就应该有意识地帮助学生把前概念正向迁移为科学概念, 国内许多研究中都通过具体的教学策略进行了说明。类似地, 有学者在概念转变过程中加入了测试,

以了解学生错误概念的转化情况并进行分析^[32]。

面对实际教学中的众多概念，教师不可能逐个测试学生概念掌握情况，所以，选择大概念和重要概念也成为概念教学和评价的研究热点，这些关于大概念的系统的阐释也为概念探针的实施提供大量理论依据。

第三节 研究理论基础

一、布鲁姆教育目标分类

追溯分类思想的源头，研究者常将目光聚焦于生物学，生物分类学依据一系列表型特征、基因特征将生物进行分类，现代遗传学和生态学将种作为最小的分类单位。分类学可以对学科大类问题提供建设性帮助，并且建立统一的分类标准有利于学科交流和进步。与自然科学相比，社会科学很难找到分类需要的一些重要属性，导致教育体系一直没有合理的分类。直到美国著名心理学家、教育学家布鲁姆(B.S.Bloom)将学生行为作为分类对象，在认知领域把教育目标进行分类，并通过美国课程改革的实践检测。1956年布鲁姆发行《教育目标分类学第一分册：认知领域^[18]》，按照认知深度将教育目标分为六个等级，分别是知识、领会、运用、分析、综合和评价^[19]，这里评价是最高水平目标。布鲁姆认为简单目标可以和同一层级目标连结起来，这样能够达到更高层级。同时，六个层级并非简单的线性排列，布鲁姆将它们区分为三个领域，即认知领域、动作技能领域和情感领域^[18]。布鲁姆最初是为指导教学评价而建立上述分类模型，后被教育者应用于课程体系和教学实践中，简称为布式分类，成为教师观察教育过程和分析教育活动的框架。

布式分类在教学中广泛应用，我国新课改在一定程度上参考了布鲁姆的思想，经过大量教育实践后，发现绝大多数教师没能将动作技能领域和情感领域融入教学，即只做到了“分析”没有“综合”。2001年，安德森(L.W.Anderson)等人对模型进行修订，修订版以原版分类为基础，按照现代学生认知心理发展层次重新修改了六个等级，并描述学生在此层级中可以达成哪些行为，形成现代“教育目标分类学”。修订版实践性更强，表2.1中列出了六个层次，从最基本的“识记”到“创建”，将学习、教学和评价整合在一起，其用词具有普适性，为各学科教师提供分类参考^[20]。布氏分类提到要想了解学生是否准确构建科学知识，使

用评价策略是关键。评价是知识变得透明的过程，教师可以判断学生是否具备高阶能力，比如：学生深度学习后是可以做到根据已有知识创造新的知识、产品或者项目，此时学生已经具备高阶能力，教师可以根据结果重排教学计划，避免概念教学中的重复或者错漏。

表 2.1 知识水平分类

知识水平	知识深度	学习结果
1	识记	通过识别和回忆，在长期记忆中检索出有关知识。
2	理解	明确口头、文字或图表包含信息，并进行解析、归类、总结和比较。
3	应用	在特定情况下使用知识。
4	分析	将知识进行归类和重组，即将知识分解至其组成部分，并探测各部分与整体之间的关系。
5	评价	根据标准和准则做出判断。
6	创建	将元素组织在一起形成一个创新、连贯的整体，或者形成一个全新的计划、项目和知识成果等。

教学实践中，学生运用新习得的知识来解决日常现象是很常见的，如果以积累的生活经验去研究抽象或探究性的知识则比较困难。比如在模块2中，学生可以明确认识到，通过减数分裂，能够产生染色体数量减半的精细胞或者卵细胞（水平2），有性生殖中存在基因的分离和自由组合（水平2），在此基础上学生通过计算能够预测子代的遗传性状就达到了水平3，学生练习后基本能完成由水平2到3的小跨越。《课标》中也出现相当一部分需要掌握至水平6的知识内容。真实课堂中要求学生达到最高层次知识水平，需要充分的联系和强化，其教学难度可想而知。

总体而言，学生当前知识水平与需要达到的知识水平差距越大，需要充实的知识就越多，学习压力这条曲线拱起的高度也就越高。在教育目标分类学中区分如何各种类型的知识也是关键，一般来说将知识类型划分为四个维度：事实、概念、过程和元认知。表2.2中列出并详细描述各维度知识类型，每一个维度可用布氏分类进行水平划分。运用学生当前知识水平、目标知识水平和知识类型，就可以决定评价方式，制定标准化评价量规。

表 2.2 知识维度

知识维度	详细标准
事实	某一学科重要现象或基本要素，如术语、具体细节等。
概念	相似元素或事实之间经过归纳总结的集合，如原则、理论和模型。
过程	做事情的方式，包含查询方式，使用某些技能的方法、算法和技术等，如学科特定实验方法、使用恰当程序的准则。
元认知	人对自己或其他认知过程的认知，以达到了解、监控和评估自身，如自我知识、情景条件和事实归因。

现代教育离不开信息化教学方式，用于教学辅助的信息化工具层出不穷，美国教育专家根据教育目标分类体系，按照由“识记”到“创建”的六个层次，优选出一些信息化教学工具进行分类，研究者将分类后的工具命名为“数字布鲁姆”。最初，美国专家筛选出 25 种工具，各国相继构建出更符合国情的数字布鲁姆，并更新了数字时代学生的知识水平量规^[6]。实践教学方面，传统布鲁姆分类思想帮助教育者理清教学目标，数字布鲁姆能为教学行为提供教学支持，在详细分类中能快速找到恰当的工具，基于这些工具完成多种方式评价。数字布鲁姆每个层次的信息化工具在不断更新，应用过程可产生大量学习数据，这些信息可以支撑师生间进行实时评价和交互。

二、建构主义理论

传统教学中，教师工作重点是向学生灌输学科知识，学生在同一时间运用同种方法学习相同内容，这种同化没有考虑到个体差异和深层需求，学生像是一个拷贝知识的机器。长久以来课堂都没能摆脱这种机械式教学，学生逐渐变得消极，尽管教师手握决策权，也会因为学生普遍消极的学习态度而变得疲惫不堪。同时，传统课堂集中在课标要求和课程目标上，课程内容是教师教学的中心，评价方式也停留在为有标准答案的作业打分数。学生被繁杂的知识内容和规则困住，思维模式变得固化，原本对知识的渴望和热情都辗转成重复机械劳动。因此，“以教师为中心”、“以课堂内容为中心”的教学理念已经不能满足现代教育教学要求，学生需要丰富的认知过程和有意义学习。这时主张“以学生为中心”的建构主义

理论,开始由心理学向课程与教学论领域发展充实起来。

建构主义强调学习的主动性、情景化和社会属性,学习的知识不一定都由教师传授,而是在一定的情景下通过有意义建构而获得,此过程中学习者需要自身的主动性以及他人提供的帮助来完成建构。理论来源可以追溯至皮亚杰(Jean Piaget)的认知理论,他认为儿童与环境的相互作用聚集在两个基本过程,其中一个过程是“同化”,它指的是儿童可以将新信息结合到头脑已存在的认知体系中,即为一个内化过程;另一个过程为“顺应”,它是指儿童原有认知体系已经没有办法适应外界环境变化,这时体系开始自我改造和重新组合,整个过程为一个平衡过程,儿童就是在这两种过程交替出现中进行认知结构的建构。在皮亚杰的理论基础之上,许多研究者从不同的方向发展建构主义理论。斯特恩伯格(Sternberg)和卡茨(Katz)在研究中强调个体对认知结构建构的主动性,并作出许多例证研究。维果斯基(Vigotsky)则重点研究学习者所处社会环境以及文化背景的差异对认知建构的影响。建构主义研究逐渐开始分化出流派,比较典型的是社会建构主义和激进建构主义,社会建构主义主张有意义建构是基于语言和社会互动完成的;激进建构主义则靠近认知主义,主张有意义的建构是在人类的头脑和神经网络中生成的^[15]。在半个多世纪的发展中,理论中片面思想逐渐被替换,日趋完善和充盈,并成为教育学基础理论之一。

90年代末,建构主义理论与多媒体教学开始融合发展,以往学生建构知识框架被描述为金字塔式,讲究循序渐进,由低级到高级。实际上学科知识体系是由各个学科专家制定的,学生头脑中的框架也是在外部形成的,并没有真正同化,即使教师不断给学习者外部强化,距离真正的有意义学习相距甚远。面对碎片化知识海量增加,真正的有意义建构应该是以学生为中心,向外界主动吸收知识,头脑中形成关联体系,最后生成知识框架是呈网络状的,是以“我”为中心的个性化主动建构过程。

学生已有经验和知识是构建新知识的基础,建构主义理论中学生主动加工的过程,属于复杂的认知活动。为了确定教学内容和教学目标,教师应通过沟通或者前测,熟悉学生头脑中已有知识。教师运用有效教学策略,激发学习兴趣,让学生成为课堂的中心。根据建构主义理论,最有效的教学途径是学习者在真实情境中发现问题并尝试解决问题,在课堂中不妨将教学内容串联入有趣的情境中。

第三章 概念探针实施方案的设计

第一节 “遗传与进化” 模块知识内容分析

越来越多研究者和教育者关注形成性评价促进学生学业发展的积极意义，它可以在教学前或者贯穿于整个课堂教学过程中收集信息，并反馈信息用于后续教学。所以，本研究首先明确形成性评价工具，也就是“概念探针”的源起与发展现状，明确其设计和实施过程中需要遵循的原则后，设立课堂应用中应达到的教育目标。通过创建课堂实践范例，分析评价后的有效数据完善形成性评价体系。最后，建立可行性评价模板和概念探针的范例，并对研究进行反思和总结。

一、教材分析

遗传与进化的研究是生物科学中最漫长的攻坚战，在遗传物质没有被确切证实之前，人们相信生物为适应生存环境而改进自身，通过环境筛选，保留下来的性状可以遗传下去。这种观点在拉马克进化学说中以“用进废退”和“获得性遗传”进行概括，这两条概括尝试说明进化的原因。获得更广泛认同的时达尔文学说，其学说核心是“自然选择”，即生物经随机变异和自然选择使自身更具生存竞争力。随着科学发展，研究热点聚集在遗传物质上，不断确认遗传物质分子构成和遗传信息传方式。后期科学家开始讨论 DNA、RNA 与蛋白质可能的信息传递关系，并提出“中心法则”。直到研究深入至 DNA 复制、转录、翻译、肽链折叠，才印证了“中心法则”正确性，证实获得性遗传是不科学的。至此，“中心法则”是所有具有细胞结构的生物所遵循的法则，后期对某些病毒 RNA 能够自我复制和逆转录过程进行补充。模块 2 保留了生命的源起与延续，在体现出科学思维和生命观念的基础上，将内容进行了梳理与精简。

（一）知识结构

教材整体以逻辑结构作为知识建构的脚手架，将上述重要概念和生物学事实浓缩入七个章节，按照遗传的基本规律、遗传的细胞基础、遗传的分子基础、生物的变异及生物进化编排内容^[16]。本模块将孟德尔遗传学实验等遗传学基本规律贯穿至教学整体，为学生理解遗传学分子基础提供理论依据，从微观层面论述

生物通过生殖发育和遗传进行生命延续。最后选取突变、进化等理论帮助学生形成进化观点，提升生命观念。

从逻辑性衡量，教材内容以科学事实和概念作为支撑，通过推理、建模等方式总结规律，符合逻辑思维特点；从心理学评估，教材符合学生现阶段认知发展特点。教材是在初中遗传内容基础上深入分子水平进行重新编排，这符合学生认知发展规律，从已有前概念基础上构建新知识也是建构主义的核心内容^[17]。以部编版初中生物八年级下册为例，“生物圈中生命的延续和发展”这一章节内容中，由性状开始深入基因水平，最后学习基因变异和物种进化。学生在此学段已明确基因可以控制性状，通过基因在亲子间传递理解性别遗传，可解决简单的单基因遗传计算题。

总结而言，教材内容体量较大，是生物学的重中之重，各章节疑难点分布均匀，课程活动丰富度高，学生需在教师引导和课堂中逐步突破难点。

（二）科学方法

教材以概念和事实性陈述为主体，配合多种科学方法辅助理论体系的建构，在自然学科中常运用的科学方法有等效法、模型法、控制变量法、实验推理法等。在本模块中，普遍采用模型法、实验推理法和数学法等辅助概念教学。另外，实验是生物学科最基本的探究形式，教材中穿插了四个主题实验，涉及学科交叉内容，培养学生科学探究能力，进一步深化科学思维。

《课标》中多次提及建构模型相关内容，在这里“模型”指的是根据研究需要，模拟事物原本形态。模型方法能够舍弃问题中非本质部分的细枝末节，以理想化和简洁化形式呈现出特征、结构和本质。本模块基础知识深入微观层面，对于新手而言，理解生物大分子结构是十分抽象的，故而建立模型是理想的问题解决方式，比如：教材中研究基因的本质时介入了模型方法，经研究证实 DNA 是主要的遗传物质，同时期沃森和克里克建立了 DNA 分子“三股链”形态模型，在测算出碱基间力的大小，发掘“碱基互补配对”原则后，证明 DNA 是双链，自此“三股链”初始模型被推翻。最后，结合富兰克林理论，确定 DNA 分子的双螺旋结构模型，这里模型属于一种直观物理模型，物理模型主要凸显原型的形态特征，令研究对象变得直观，在模型上可以描述理论成果，便于学习者理解和记忆^[17]。模型方法不止于物理模型，本模块中出现的经典图解属于模拟模型，这种模型可以简化抽象的生命过程，一般以图画、贴图、图解形式出示。另外，在开篇孟德尔的实验中出现黄色圆粒、绿色皱粒等表现型，它们是一种形象化模型。

模型提供给学生的不仅是深化知识的一种方式，也是学生认知结构的重要部分，面对新知识时，能合理建构、评估模型是新时代学生必须掌握的科学探究能力。

科学分析中一般分为定性分析和定量分析，定性分析一直是生物必修模块主体，现阶段教育研究中尝试增强定量分析比重。定量分析指运用数学统计方法来分析和推理某些生物学现象，运用这些数学方法能将生物学事实转化为数学语言，用数据间的关联程度呈现事物间关系，测算或推导可能的发展状况。数学统计方法运用在生物学科中具有普适性和预测性，普适性是通过统计分析后往往能得到大多数生物间的某种规律，这里数据体量一定是充足的，即在大量随机事件中采集数据，经过分析后找到其中蕴含的规律。在介绍孟德尔豌豆杂交实验时，教材提及到孟德尔在找到易于区分的形状后，进行数据统计、定量分析，最终将数据中包含的信息归纳为遗传性状的分离和自由组合现象；预测性是许多数据是不能够进行完全统计，需要在有限样本中经数学工具处理，继而观测现阶段数据走势并推测出未来可能的生命现象。教材中涉及到的数学方法，普遍起预测功能，主要通过个体推断总体，通过目前数据推测未来走势。

二、相关核心概念及下位概念界定

模块2的知识体系是由生物学事实、概念和科学方法搭建而成的，教学中需要将它们进行区分。生物学事实为支持概念而存在，当它能够成为认证概念或规律的证据时才是理论体系中的组成部分。实际上，本模块中概念的数量非常多，如果没有层次区分，会占用学生相当长的学习时间，记忆概念容易存在偏差和疏漏，这对长期学习和终生学习有害无利。《课标》中将必修模块的内容聚焦至四个大概念中，模块2主要围绕概念3和概念4两个大概念展开。大概念包含着核心概念和跨学科重要概念，它是学科理论展开的前提，具有极大概括性。而核心概念是学科内容中的本质属性、基本原则和关键所在，支撑其核心地位的是众多下位概念和生物学事实，掌握核心概念后就不需要学习太多繁琐的事实性知识，基于核心概念进行迁移就可以解决一般问题。下位概念描述一般原理或者规律，起到承上启下的作用。所以，现代教学“简而精”的模式中解析核心概念，合理界定下位概念，并且找到概念之间的联系十分必要。

在界定本模块的核心概念之前，首先需要梳理本模块知识内容，结合文献和教学资料，总结出本模块的重要的名词性概念。本研究在列出以上名词概念基础

上,邀请重点高中一线生物教师勾选核心概念,将表 3.1 中教材核心概念划定初步范围,为确定核心概念做充分的基础。

表 3.1 模块 2 名词性概念及核心概念

章节	名词性概念	核心概念范围
第 1 章 遗传因子的发现	相对性状、显性性状、隐形性状、配子、性状分离、测交、分离定律、自由组合、表现型、基因型、等位基因	基因的分离和自由组合定律
第 2 章 基因和染色体的关系	减数分裂、同源染色体、联会、四分体、受精作用、基因在染色体上、分离定律实质、自由组合实质、伴性遗传、交叉遗传	减数分裂、伴性遗传
第 3 章 基因的本质	碱基互补配对、DNA、DNA 分子的复制、T2 噬菌体	DNA 分子的结构特征和遗传功能
第 4 章 基因的表达	遗传信息的转录、翻译、密码子、反密码子、中心法则、mRNA、tRNA、rRNA、基因染色体与蛋白质的关系	基因、DNA、蛋白质与性状的关系
第 5 章 基因突变及其他变异	基因突变、基因重组、染色体结构变异、染色体数目变异、染色体组、二倍体和多倍体、单倍体、单基因遗传病、多基因遗传病、染色体异常、21 三体综合症	突变和基因重组、人类遗传病
第 6 章 从杂交育种到基因工程	杂交育种、诱变育种、基因工程 ^[21] 、限制酶、运载体、转基因生物	基因工程
第 7 章 现代生物进化理论	拉马克进化学说、达尔文自然选择学说、现代生物进化理论 ^[22] 、种群、种群基因库、基因频率、适应、突变和基因重组、物种、隔离、共同进化、生物多样性	自然选择和现代生物进化理论

核心概念能够统领下位概念和基本事实,但它们往往需要一个单元课程或者较长时间能够学完。所以,在每一节课中都需要保证下位概念的学习质量,它们在单元学习中起着连结事实与核心概念、支持概念教学的作用。基于前一步骤所确定的核心概念范围,尝试拓展至表 3.2 中所示下位概念。

表 3.2 模块 2 下位概念界定

核心概念	下位概念
有性生殖中基因的分离和自由组合影响后代遗传性状	<p>(一)减数分裂中成对的染色体间分离或自由组合,形成较原始生殖细胞染色体数目减半的精细胞或卵细胞,协同受精作用,保持子代染色体数目恒定。</p> <p>(二)染色体在性别决定中发挥作用,性染色体控制的性状总是与性别关联。</p> <p>(三)配子的多样性和受精的随机性是形成生物多样性的一个重要条件。</p>
遗传信息编码在 DNA 上,并控制生物的性状	<p>(一)DNA 分子通过半保留复制,将遗传信息从亲代传递给子代。</p> <p>(二)DNA 分子呈双螺旋结构,由两条碱基互补配对的长链反向平行排列后盘旋而成。</p> <p>(三)碱基序列决定 DNA 分子的特性。</p> <p>(四)基因、染色体和 DNA 的关系。</p> <p>(五)基因控制生物体性状有两条途径,性状是基因与环境共同作用的结果。</p>
一个种群中突变和基因重组会引起可遗传变异	<p>(一)基因突变、基因重组和染色体变异是可遗传变异来源^[23]。</p> <p>(二)碱基对的相关变化引起基因结构改变,进而导致其编码的蛋白质及相关性状发生改变。</p> <p>(三)基因工程可以定向改造生物遗传性状,在生产实践中培育新品种。</p>

续表 3.2 模块 2 下位概念界定

生物的多样性和适应性是进化的结果	(一) 可遗传变异是生物进化的原材料。
	(二) 隔离是物种形成的必要条件 ^[24] 。
	(三) 自然选择使种群基因频率发生定向改变进而影响生物进化的方向。
	(四) 不同物种间、生物与无机环境之间存在共同进化。

第二节 概念探针的设计与实施

一、概念探针的目的

在教育实践中,概念探针给教师一个实时评估、及时修改的机会,其目的和作用就如同亲友聚会时拍下温馨幸福时刻的合影。相机抓拍后,摄影师会立刻将照片放大,将视野拉至人们的面部。摄影师有时会注意到画面会有些模糊,需要调整焦距,也可能注意到有没有人闭眼睛或者刚好没有展露出微笑,这时摄影师会和大家沟通,比如再按下快门键时喊口令,便于人们保持面部表情。下一次,摄影师决定将相机固定起来,并调整好焦距,按下快门时大家都展露出了微笑。反之,摄影师没有及时发现照片是否不妥就完成摄像,人们回到家后加载出的图像可能是模糊的,视线也没有聚集在前方,这令人很失落。但事情过去再想起修正、改变照片已经太晚了。在教育实践中使用改变探针,它的目的很像摄像师检查照片,拉近并深入检测细节是否合格,或者还需要做些什么来改善现状以及重新拍摄一遍。

概念探针的目的总结为两方面:一方面,为教师提供学生的学习信息,以便有目的对教学策略进行再调整;同时,学生能够接到自己的学习反馈,根据评价量规和教师引导后,学生自身能够对自己进行初步评价。这便于正视学习者自身在学业内容、课堂内容中的不足,确认下一步应该补足哪些知识,修改怎样的学习策略。当前学习革命正由“以学生为主体”过渡到“以学习为主体”,那么学生对自身的认识和反馈十分重要,这样学生在修复自身知识短板的过程中学科素养也得到极大提升。另外,概念探针是根据学习者而制定的计划,能够覆盖全学段、全学科的有效学习,具有极强实用性。

二、概念探针设计思路

教师在概念教学中，一般采取口头问答询问学生，通过问题的答案粗略估计学生学习情况，这是最常见的形成性评价手段。目前教育中需要的是正式、系统却不失精简有效的评价方式，比如概念探针，它能介入课程中，并与课程标准、考试大纲以及教学目标相契合。正因其穿插在课程中间的特殊性，形成策略之前需要缜密的分析和设计。在设计之初，教师应思考关键问题，形成主要设计思路，这要同时满足学生学习和教学目标两方面的需求。首先，教师如何去探知学生的困顿之处？通过怎样的方式建立起学习的优势？怎样通过优势而解决问题？其次，规划用怎样的活动或者策略可以满足教学需求？这些活动和教学之间如何平衡？或者说如何区分教学？最后，教师按照教学目标实施教学策略，并于反馈中提炼出调整之处。通过图 3.1 中显示出的各个环节，形成教学和评价的闭环，满足上述学生和教学两方面需求，在不断修正和总结中得到综合教学设计模型。

课堂中施用概念探针时需要额外思索将其设计为怎样的形式，填充什么内容。一般而言，一组探针至少包含两个层次的问题，这种组合有利于揭示学生答案中的隐藏信息，不论是错误答案还是正确答案，其背后都是学生逻辑思维的结晶。如果问题之间层次合理，可以探测到学生答案背后是错误推理，还是推理合格但某处错误造成错误答案。同时，探针结果如何进行回收和分析，也是设定之初必须要考虑进去的重要环节。每一个回收的探针都能显出完整的逻辑材料，教师通过分析和总结能够确定学生的具体困难，能够更好地规划课堂。

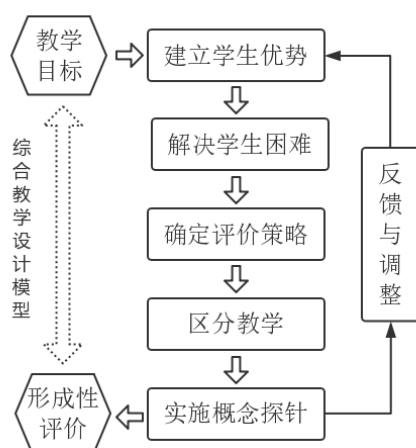


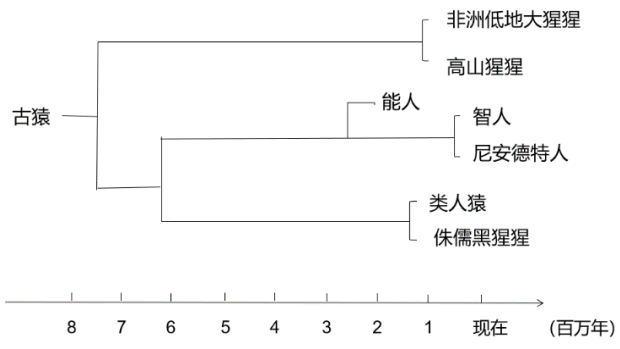
图 3.1 应用概念探针的教学设计模型

三、概念探针实施步骤

教师在教学设计中如果选择采用形成性评价，并用概念探针获取学习证据，那么掌握如何实施概念探针是最重要的内容。在这里建议教师们制定一种战略性方式，规范实操的步骤，给教学制定出一个实施框架。对于新手使用者建议以下四个步骤实施探针，从数据收集开始，到课堂教学和后续评价为止，本文将使用一个概念探针来举例说明这个过程。

生物学中“进化”是体现学科核心思想的重要内容，进化学说一直在不断发展当中。这部分内容在高考题目中主要考察现代生物进化理论，与其他内容相比赋分比较少。但进化内容作为学生的生物学启蒙内容，与生命和生活息息相关，其内涵集中体现了科学思维，教师在此部分教学时，可以采取形式丰富的策略与活动，运用多种评价方式组合，建构立体的进化学思想。故本研究以本模块中现代生物进化理论为出发点，编制概念探针如表 3.3 所示，通过解剖该探针的各个部分，详述构建概念探针的步骤。

表 3.3 现代生物进化理论概念探针

概念探针	追踪问题
<p>探针 1</p> <p>人类起源学说有神创论、进化论、大海论等，以下分支图是人类由古猿进化到智人的进化过程，几百万年间有的物种还存在，有些已经灭绝。那么你心中“进化”是怎样的？可以通过画图或者描写来回答。</p> 	<p>△古猿到智人的进化过程并不是沿着单一线性发展的，通过遗传和变异知识可以解释吗？</p> <p>△你对达尔文的自然选择学说有什么看法？</p>

续表 3.3 现代生物进化理论概念探针

<p>探针 2</p> <p>农民伯伯常喷洒农药杀虫,施药一段时间后,农民们发现害虫产生了“抗药性”,这用进化观点该如何解释呢?</p>	<p>△自然选择学说和现代生物进化理论有什么区别和联系呢?可以尝试用图表方式总结出来。</p>
<p>探针 3</p> <p>哈迪—温伯格定律又称为遗传平衡定律,在一个符合平衡定律的种群中,某性状由一对等位基因 Y 和 y 控制,它们的概率分别为 p 和 q,那么 $p+q=1$。种群个体在进行有性生殖时,产生 A 和 a 两种雌雄配子,概率为 p 和 q,子代基因频率有什么规律呢?</p>	<p>△符合平衡定律的条件你能总结出是什么吗?</p> <p>△遗传平衡定律在符合条件的种群中确实可以长期存在吗?有没有限制性呢?</p>

步骤 1: 提炼概念焦点。教师要在课前明确,所授内容中哪些是起建构作用的核心概念?这些概念对学生来说有那些疑难?为指导教学需要探针收集怎样的证据?析评价后的有效数据完善形成性评价体系。最后,建立可行性评价模板和概念探针范例,并对研究进行反思和总结。

如示例探针是由三组探针和相应的追踪问题组成,通过收集学生在此处存在的误解,还有错误习题分析后,可以发现学生普遍认为进化是随个体成长而改变,是后天习得的行为习惯传递给子代,这种观点和拉马克提出的“获得性遗传”比较近似,也有学生认为人类进化是由猿至人的线性序列。学生出现上述迷思概念是和日常生活中积累的科普素材有关系,对达尔文的自然选择学说仍旧是粗浅的理解。故探针 1 主要内容设置为:自然选择学说解释生命进化现象。学生完成探针 1 的问题后,会加强对自然选择学说的理解。随着课时深入,学生从现代生物学的进化观点出发,就可以发现自然选择学说的局限性,但学生很难深入思考进化的实质、进化的原材料,从这两个角度区分出两种学说的区别与联系,基于上述问题可以设置探针 2。通过前两组探针,学生已经明晰“在自然选择条件下,基因频率定向改变是进化的实质”,概念 3 自然是强化基因频率相关知识。所以,这组探针主要收集信息有:自然选择学说解释生命进化现象、现代生物进化理论主要内容、种群基因频率相关内容。

步骤2: 制定概念探针。收集到学生学习证据后, 教师需要判断运用什么类型的概念探针。探针最初发展时是以纸笔形式, 现在被设计为更具现代感、包容性和趣味性的新形式, 当考察复杂问题时, 学生用文字难以描述清楚, 可以选择拍视频将想法说出来发送给教师, 或者在交互式课堂中用平板直接统计答案。教学软件后台可以捕捉到学生处理问题的时间、停留注释的频率等。另外, 探针需要探测到核心概念的学习证据, 那么将其安排在课堂的哪些步骤? 探针与概念教学相辅相成, 教学终究是主体, 所以在制定探针时要充分注意形式和时间。示例中每组探针出示方式较为经典, 实际运用时可跟随课程内容、教学环境设计不同的形式。

步骤3: 处理评价结果, 即教师怎样分析和解释评价结果。概念探针会对一个概念或者某一个重点知识产生学习数据, 这样教师对评价结果进行分类整理时, 便可以快速知悉某一个时间节点上学生的学习情况。每一次概念探针都会留下相关数据, 这些数据按照一定的规律存档, 配合诊断性评价和总结性评价可以产生珍贵的学习诊断资料。评价不但可以探测到学生对于知识掌握情况, 还能反馈概念探针的形式是否合理, 如果在施用某一组探针时回收的有效数据不充分, 或者探针内容过多, 学生短时间没有作答完整, 都会出现数据无效的情况, 这时需要教师反思和改进探针的形式, 或者控制其时间和问题容量等。故评价结果指向接下来课堂进行方向, 也反映探针本身的质量。

整理评价结果时一般着重统计两方面内容: 其一, 着重检查问题的答案在开放性问题中了解学生的科学思维。如示例中的探针1 难度不大, 开放性强, 是后续内容和探针2 的铺垫, 学生答案里充分体现出进化学逻辑思维, 教师可以根据学生思维特点设计下一个教学策略。其二, 教师选择不同的方法对评价结果进行分类和统计, 在逐次评价中积累学生学习数据。探针3 是课本资料的补充, 学生列出公式之后可能还没有发现定律的内涵, 此时教师追问遗传平衡定律的条件, 学生发觉这样的平衡在自然界是不可能存在的。因为种群基因频率一定会发生改变, 进化是必然的结果。类似于此类规范性评价答案都是建立学生信息库的好资源, 需要着重分析。

步骤4: 计划针对性指导。在教师经过以上步骤, 明晰本节课需要建构怎样的概念体系后基于目前学生认知基础, 以及上一步骤的结果处理, 可以筛选出接下来课堂中有哪些教学活动是效果比较好的? 有什么方法可以区分对不同学习者的指导? 运用以上教学方法, 对学习会产生什么影响? 示例表格中, 探针2

是生活中常见的“抗药性”示例，学生的回答确实准确性，教师不但需要积极引导，也要规范答案。实际上，农田中喷洒农药之前，害虫种群中就存在一些抗农药的突变个体，它们不能被农药杀死。害虫并非因为农药产生抗药变异，是喷洒农药的环境对抗药突变个体进行选择。通过这个范例，进而总结出自然选择和现代生物进化理论的异同，会使学生理解更深入、掌握更扎实。

完成以上四个步骤后，一组标准的概念探针才算发挥其有效性。为了确定评价对教学的影响，一般在课程末或课下加入反思和修改。教师需要反思教学策略和评价内容，学生需要重新修改原始答案的疏漏并提交。

第三节 概念探针与信息化教学兼容性分析

新时代教育现代化发展以“育人为本”、“融合创新”为基本原则，深入推进“互联网+教育”发展，通过教育信息化引领教育走向现代化。国家目前开放了非常具有前瞻性的系统规划，在各省市区建设智慧校园，让学校和世界连接起来，让信息技术走向中小学、走进师生及家长的生活中。概念探针经过传统纸笔测验形式的改革后，现在被设计为更具有互动性和信息化的活动，概念探针目前可以通过教师和学生双向智慧教学终端展开，学习终端能够覆盖课前、课中和课后全流程教学需求，为每一个学生创造平等的信息接收机会，将每一个学生的学习数据进行个性化分析，为教师展开个性化教学提供准确依据。同时，海量教育信息、备课信息将搭载教育“云服务”储存在终端，形成校本资源库、评价库。在信息化教学之前，三五个学生说学会了，教师可能会默认进入下一个知识点的学习，这使得一部分学习者始终跟不上课堂节奏。有效评价的前提是学生能勇于表达内心真实想法和认知，实际教学中很难做到倾听每一位学生的想法。在智慧教室中，概念探针可以出示在学生的平板，如果有非客观题可以一键生成数据报表，如果出现客观题，学习者可以通过动作、绘画、三维模型或者教育 APP 上的活动来表述认知过程。同时，通过形式多样的评价活动，建立学生自然的参与意识和互动意识。概念探针与信息化教学工具的兼容性很强，目前高匹配度软件工具示例如下：

（一）希沃（seewo）智慧教室

希沃是视睿科技于在线教育领域创立的自主品牌，在人机交互智能应用拥有自主研发体系，服务于信息化教学、教务、校务、学习和教育研究，出品了一系

列实用便捷的教育信息化应用工具。2020年1月20日,教育部公开发布的“全国范围内教育移动互联网应用程序备案名单”中,希沃出品的多项教育APP入选。目前,希沃教学交互设备已经进入百万教室中,如交互智能平板、超短焦激光投影和智能黑板等,基于这些交互设备,研发出希沃云班牌、希沃云屏、希沃智能讲台及环境监测仪等辅助工具为教学创设良好的数字化环境。同时,也出品一系列常态化教学中可运用的视频展台、交互智能录播等软件。在希沃出品的全部19款应用中,教学应用最广泛的是希沃白板5、班级优化大师和希沃易课堂。

希沃白板5拥有课件制作、微课录制、一键链接资源库等功能,可支持教学和概念探针之间无缝切换,属于一站式互动教学平台。在注册希沃白板后账号可在手机、平板和电脑通用,打开白板界面后,简洁的控制面板在屏幕上缘,具备基础的文本、图形和多媒体设置,教师端使用时可以用手机操控大屏幕,添加批注或者修改课件。学生端可用手机或平板拍摄照片照片同步到大屏幕中,以此展示学习成果,遇到实验时可以打开摄像头进行实时直播,展示实验细节。与普通交互式一体机不同的是,希沃白板本身具有强大的游戏和思维导图功能。在设计探针时,遇到难度较大的概念时,突破概念难点需要许多生物学事实作为支撑,此时学生头脑中有很多杂乱信息,要想在最短时间内梳理好有效信息,可以将头脑中的想法生成思维导图。工作时人们惯常使用的思维导图工具是XMind、MindManager、MindMapper等,它们能够将使用者的思维结构外显化,形成具有个人特色的思维导图。在教学中使用思维导图时,教师常在以上软件中制作完思维导图后,将其导出为图片形式,插入到教学PPT中。静态思维导图难以体现出思维本身的层级和流动性,若保留原软件制作的思维导图,教师在课堂中便要进行软件之间的来回切换,降低教学效率并且容易让学生分神。在希沃白板5中可以直接制作美观的思维导图,并且在其他软件做好的思维导图可以导入进来,并能进行动态播放。所以,学生在完成概念探针相关问题时,可以直接用思维导图形式呈现,并实时同步至大屏幕中。

与希沃白板5相配合的教学管理软件是班级优化大师,其功能覆盖了课堂管理、学生学习管理和家校管理。软件能够激活课堂活跃氛围,内置丰富的课堂工具和多元化评价方式,帮助教师建立高效、有趣的课堂。班优的核心是对学生综合素质评价系统,教师可以查阅学生长期以来的评价结果和智能结果分析,找到学生偏好的学习方式、教学策略。同时,概念探针在使用之前依赖对学生前概念和学习偏好的评估,班优能够为教师提供两类重要信息:即学习过程中的学

生行为数据；学习结果数据。学习过程数据的数据库庞大，包括学习资源使用时产生数据、学习行为数据和课堂互动数据。学习结果数据是由各类评价结果体现出的，比如形成性评价、作业与考评数据。学习数据是教师了解学生最直观的证据，数据是为每一位学生描绘的“数字群像”。通过班优的 AI 智能结果分析器，产生关联分析和深度学习行为信息，并进行可视化呈现。教师掌握学生的数据分析结果后，制定相对有趣味和开放性概念探针就容易许多。概念探针产生的一系列结果也进入数据库中，这样形成老数据为新教学铺路、新数据充实数据库的良性循环。

目前涌现出一批数字化校园运维管理系统和教育常态化应用，在学校范围内应用较广泛的是科大讯飞产品，其各项产品功能与希沃软件大同小异。科大讯飞主要研究方向是以人工智能服务教育，将技术落实于精准教学、智慧考试和高效管理，概念探针在科大讯飞平台上同样能发挥实效。如教师只需要小范围回收概念探针，而任教学校没有完全覆盖希沃智慧课堂时，另有许多应用可帮助教师统计探针结果。正所谓“术业有专攻”，教师实践操作后挖掘出一些轻量化应用，如作业登记簿、坚果云收件箱、云盒子等应用是专门为管理作业而研发，教师通过简洁的操作，即可达到高效管理、归档作业、回收探针等管理工作。

（二）FCS Biology 系列应用

近年来，教育类 APP 层出不穷，优秀的应用软件可以帮助教师提供工作效率，优化教学过程，解决一些教学工作的实际问题。技术无处不在、技术改变未来的时代，如何挑选赋能于教师的优秀教育类 APP 是研究者的共同目标。生物学科解释着生命的基本规律，难点在于概念和讲述很难让学生明晰微观的生物世界，观看教育视频又缺乏参与感。FCS Biology 系列是由 FirstClassStanding 软件公司出品的教育 APP，可以满足生物教学的需求，可以通过游戏化教学解决微观问题。本系列一共有四个主题 APP，图 3.2 中列出其图标及名称，分别是：**Biology Mitosis & Meiosis**（生物有丝分裂和减数分裂）、**Biology Molecular Genetics**（生物分子遗传）、**Biology Cellular Respiration**（生物细胞呼吸）、**Biology Photosynthesis**（生物光合作用）。它们服务于生物学最为重要的四部分知识。FCS Biology 系列应用均在 Apple Store 上架，应用主题语言是英语，要求客户端系统为 iOS8.0 或 更高版本，在 iPhone、iPad、iPod touch 上均可以兼容，连续多年评为国内生物教师最受喜爱的生物教育 APP。

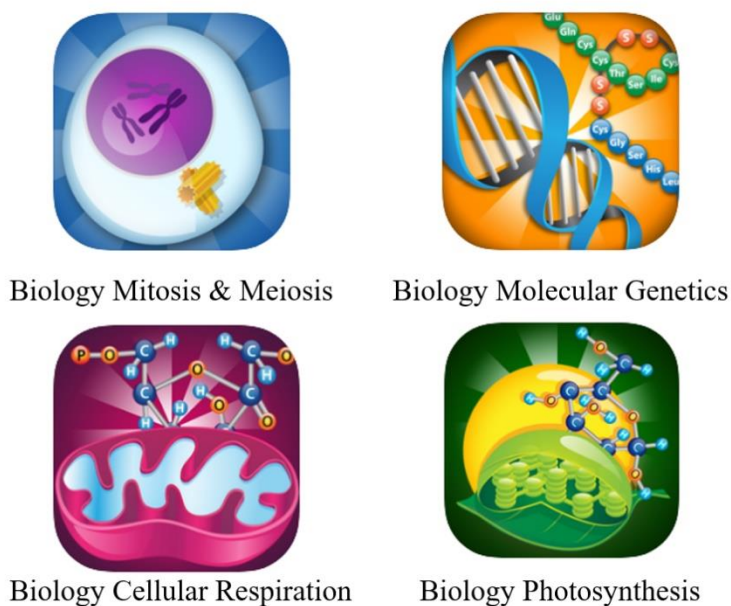


图 3.2 FCS Biology 系列应用名称及图标

本文着重介绍与“遗传与进化”模块相关的应用,如 **Biology Mitosis & Meiosis** 中主要内容为染色体和核型、有丝分裂、二分裂、减数分裂,其内容以交互式游戏程序体现,每个模块分三个阶段指导学生完成。第一阶段是学习,即通过动画教程介绍主要知识。第二阶段为交互,学生通过移动细胞组件、选择分子序列和启动元件,进行交互学习。第三阶段是测试,针对主题进行常规测试,并可以分享给同学和老师测试的成果。**Biology Molecular Genetics** 的主题为 DNA 结构与基因的表达,图 3.3 由上至下分别为主页面、三种阶段指导和 DNA 结构讲解页面的截屏。

FCS 系列生物学软件制作精良,使用者通过细腻流畅的动画学习知识点,每一个新界面或者每一段动画下面都配合英文讲解引导,如果学生没有学习完动画内容不可以跳转到下一个知识点,能够促进有效学习。另外,传统生物科普软件或游戏化学习应用几乎都是面向低学段学生而开发,重形式而轻内容。此软件开发之初就是服务于高中生物学习,知识内容较教材而言有延申和拓展,每一阶段的引导和测试都具有一定难度,学生在使用解释后会激发更多思索和讨论。传统概念探针以纸笔测验形式展开,在单元重反复使用探针时学生容易产生倦怠情绪。此系列软件完全可以作为概念探针出题形式对学生进行实时评价,其测试结果就是最直接的评价结果。但此系列正式版或者集体版需要应用需要付费,并

需要在 ios 系统中安装，许多学校智能教室中配置的学生端为安卓系统，这种局限性在使用前需要慎重考量。

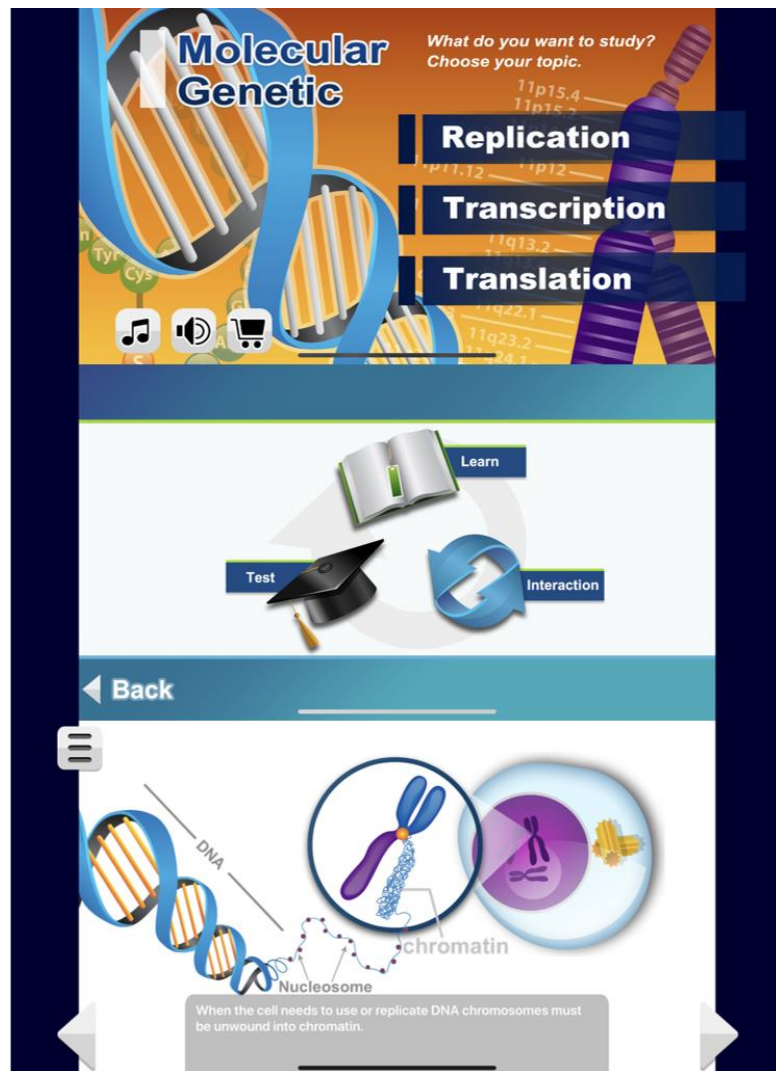


图 3.2 Biology Molecular Genetics 手机界面截图

将生物微观知识点变得形象化、具体化的优秀 APP 仍有许多，等待师生共同挖掘。随着教育装备发展革新，生物学习与 3D 打印技术、VR（虚拟现实）等技术融合会更紧密。在 Apple Store 中一款名为 Immunity Defender 的杰出应用针对免疫知识设计，它的设计理念是让每一个学习者成为一个形似“机器人”的噬菌体，寄生在细菌上通过注入和合成遗传物质、导致其在细菌内大量装配，最终使宿主细菌裂解。学习者佩戴 VR 眼镜（虚拟现实头戴式显示器设备）就可以获得逼真的细胞环境，收获沉浸式三位体验。同样搭载 VR 技术的生物学习应用有 Cellular Adventure VR，该应用开放了探索细胞的权限，在这个虚拟现实的体验

中,学习者能够穿越整个细胞的内部,实现全景交互的沉浸学习。同样,这些应用都可以作为设计探针时的问题素材,帮助学生破解对生物微观世界的困惑。

(三) ClassIn

2015年翼鸥教育(EEO)发布了世界上第一款在线教室ClassIn,目前新东方、好未来等教育企业均在此平台开展在线教育。它一款在线教育软件,主要功能是实现师生在网络中面对面教学,这学校教育中运用机率比较小,但其保留了非常强大的板书书写功能,板书又可以被云端储存、随时加载。板书对应着教师的教学活动,是教师带领学生深入学习知识的抓手。反之,学生书写的过程也是认知过程,ClassIn给每一位学生都准备了一块“在线黑板”,小黑板具备强大的交互性和同步性。组成学生书写结果的是笔迹、图片、专业知识和想象力,互动式教学中学生和教师本就是平等,甚至可以在不同活动中互换角色,ClassIn可以让师生都保留书写的权力,完成思维的传递。ClassIn可以兼容所有通用文档,学生间或者小组内可以同时编辑、修改文档。教师在此平台上发布概念探针时,要提前在“小黑板”上编辑探针内容,在课中分发“小黑板”,探针就被分发到学生端。学生“小黑板”上作答时看不到其他同学的答题过程,对难以表述的答案可以整合成图画或者集合。教师端可以切换到任意学生的“小黑板”上查看学生的思维过程,如果探针中包含选择或者判断等客观题目时,教师可以提前在“选择答题器”中设置正确选项,将答题器分发给学生后系统会自动回收答案,并分析结果。

(四) Padlet 与会议桌

Padlet是使用者发布内容并与他人共享内容的软件,简单来说该软件为人们提供一面“墙”,人们在墙上可以随意涂鸦,将“墙”分享出去,更多使用者就可以开始互动,这与ClassIn“小黑板”功能有异曲同工之妙。Padlet是一款在线协作工具,目前有网页版(网址:<https://padlet.com/>)、ios客户端、安卓客户端,其内置五种类型的“墙”供使用者协作时使用,其中有一种叫做Shelf,直译为架子,它很适合归类 and 汇总,比如教师把它作为课堂教学小工具时,可以创建一面“问题墙”,这面墙可以收集学生们的匿名问题,让不敢课上提问的同学匿名贴出自己的疑惑,让暂时没有问题的同学加深思考。贴满学生疑惑的“问题墙”需要教师对问题进一步整理和分析,把同类问题合并起来,将不同类问题归总,将“问题墙”变成问题库,便于教师在课上有针对性教学。“问题墙”上第一个问题也可以由教师发起,请学生贴上自己的回答。所以,概念探针中的问题可以贴

在墙上, Padlet 会自动将学生的回答铺排整齐。在回收探针时, 全班同学的回答都可以在 Padlet 主页面内展示, 这与其他软件需要逐个点击答案浏览十分不同。教师处理简单探针时可快速浏览和比对, 极大增强了教学效率。另外, 学习者课下建设适合自身的笔记墙, 在课堂中通过个人笔记来记录所思所想, 每学习新课后都与前序内容进行修改和总结, 最后在学习一个模块或者一学期后形成自己的知识网络。

使用者在 Padlet 中还可以进行头脑风暴、创建在线小组、建立作品墙等, 目前网站已经有中文页面, 部分功能没完全汉化。与 Padlet 有相似开发理念的是国内研发团队出品的“会议桌”(网址 <https://www.huiyizhuo.com/>), 会议桌主页面充满科技感和艺术性, 除了团队可视化协作工具以外, 没有冗杂功能, 也更适合国内会议、教学等场景使用。使用者有任意缩放的界面, 这个界面支持语音视频通话、思维导图、屏幕共享、智能画笔等, 可以替代 Padlet 在课堂教学中应用。

以上应用软件已通过一线教师教学实践的考验, 在日常教学、教务管理上都有出色表现, 概念探针作为课堂教学环节之一, 在与信息化教学工具融合后, 能够减轻传统纸笔测验给学生的厌倦感。使用探针时, 教师不需要切换出正课使用的软件或平台, 能削弱在课堂中插入评价而带来的突兀感。上述工具给概念探针的形式带来丰富, 各平台的信息资源也支撑着探针的内容, 新颖的形式加上引人入胜的内容才能让学生真正认可。在研制概念探针苦于没有恰当切入点时, 教师可以登录中国专业的生物医学网站“生物谷”(网址: <http://news.bioon.com/Material>), 网站中提供生物医药领域的资讯信息, 其中生物产业和生物研究板块与生物课本内容联系较为紧密, 教师可以在生物谷了解到最新生物研究动态, 经过吸收和处理后即可作为探针的主体内容, 考察课本的基础知识, 在扩大教师自身知识面同时, 拓宽课堂的宽度和广度。

第四节 评价量规制定

形成性评价是动态的、渐变的过程, 借由概念探针这种工具在师生互动、课堂探究中应用。概念探针检测的是知识分类中概念维度, 它可以和任何一种教学策略结合在一起, 并将教学、课程、评价无缝整合在一起, 形成良好的循环。在循环中评价是非常重要的环节, 探针由于其形式的灵活性, 很难快速对答案进行

分类评级, 为了快速分析学生对开放性问题的阐述和综合评级, 参考布氏分类标准制定了探针评估准则, 制定如下表 3.4 所示评价量规。

表 3.4 概念探针评价标准表

作答情况	补充说明	评价标准	评级
完全正确的答案	回答能融合生物学概念与事实, 精益求精。	选择正确, 阐述正确	5
部分正确的答案	部分正确的阐述或有限的解释	选择正确, 阐述部分正确	3
不正确的答案	回答不正确或阐述存在误解	选择错误, 阐述正确	2
无回答	回答存在明显误解	选择正确, 阐述错误	1
	错误回答	选择错误, 阐述错误	0

学生的答案被划分成 5 个等级, 在初始评价量规的基础上, 使用者可以根据每一组探针内容优化评价量规, 如补充示例答案、精简评价等级等改变, 优化后的评价探针更具准确性, 利于研究分析。

第四章 概念探针教学实践研究

第一节 教学课例研究

本模块是高中生物教学的重难点，本研究为了评价学生学习情况，提升概念教学有效性，制定了4组概念探针，并将探针检验结果作为形成性评价。概念探针题目是结合学生认知基础上，通过开发和改编生物学科活动和经典例题来设计，形式多样化，能够充分与信息化教学技术手段融合，提升课堂有效教学效率。

一、《遗传因子的发现》概念探针设计与反思

【教学背景】本章为遗传基本规律学习的开端，主要揭示了基因的分离定律和自由组合定律。它们是遗传学的基础，其中包含众多易混淆的概念。学生在初中生物中学习到“基因控制性状”相关知识，这部分内容在学生头脑中形成了基因与生物性状之间的关系，学习“基因的显隐性”后，解决了相对性状和成对基因的联系，同时其数学基础足以完成遗传中关于比例的计算。教师在进行此部分内容的形成性评价时，一般选择在学生对分离定律已经有一定理解，扩展到两队相对性状遗传规律时，每一对均遵循分离定律。故自由组合定律在此基础上教学，必须让学生形成知识迁移，这对于现阶段学生认知水平是比较大的挑战，所以可以借助概念探针的评价结果及时调整课程进度。

【教学内容】孟德尔遗传学实验、基因和性状之间的关系、基因分离和自由组合定律。

知识水平：2-理解层次

知识类型：概念、元认知

【教学工具】希沃白板5、希沃平板

【概念探针设计】确定内容焦点：本部分内容焦点为“基因的分离定律和自由组合定律”，在突破核心概念之前，需要探测学生在学习相对性状、配子分离比、实验方法等抽象概念时是否建构起逻辑体系，以及重要概念的学习情况，基于此制定第一个概念探针。探针1内容主要是考察概念间的逻辑关系，

可以运用概念图、思维导图这些形式来辅助考察。列出考察内容后，在希沃白板5中运用“文本”和“形状”工具编辑如图4.1所示概念图：

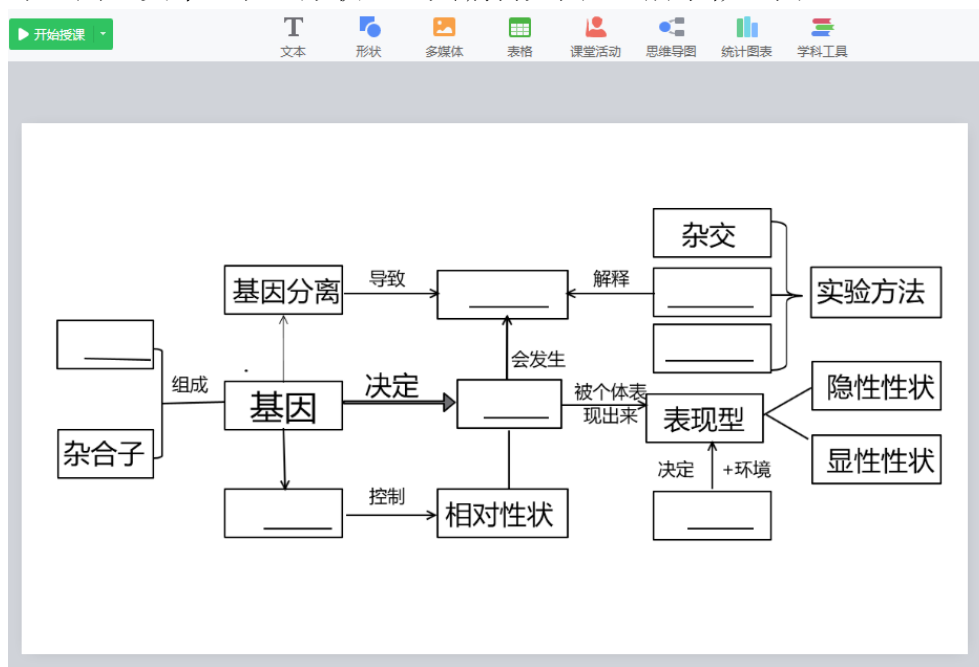


图4.1 “遗传因子的发现”概念图

制定概念探针：在希沃白板5中内置课堂活动模板，如趣味分类、选词填空等适用于不同学科的交互式活动。低学段教学时可以直接套用模板，高中课堂中直接套用模板很难切合教学主题，甚至学生会幼稚的感觉。实际上，希沃白板提供的模板都是具有进阶使用方法的，可以导入更多与学科相关的图片和素材，只需要合理编辑或改编，教师就可以“自定义”课堂活动。探针1采用知识配对活动让学生补足概念图中的填空问题，如图4.2所示界面，在此界面中点击知识配对中任意模板，概念图在界面中铺排较满，在这里建议选择简洁的基础模板。选择模板后输入“拖动元素”和“配对目标”，并修改和重排模板项目的形状、大小等细节部分。便于教学时进行区分，故需要修改数字标示的大小，并拖动到在概念图空缺位置上，以此作为“配对目标”，并将概念图应填写的名词作为“拖动元素”进行重新排布位置，使其更加规整、美观，最终探针呈现如图4.3所示效果。



图 4.2 “希沃”课堂活动界面

探针1: 一位同学总结了孟德尔豌豆杂交实验中出现的概念，你能帮他补全概念图吗？尝试一下将下方备选名词拖动到正确的位置！

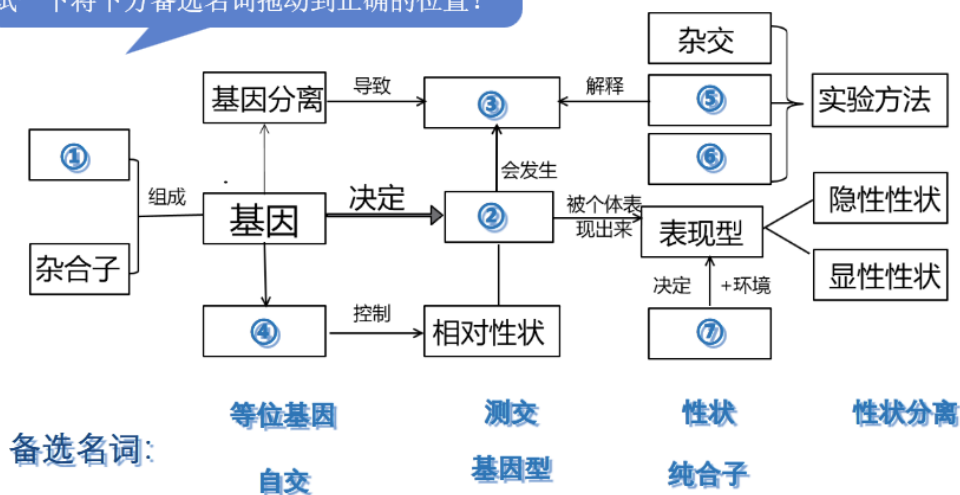


图 4.3 “遗传因子的发现”概念探针

学生使用探针时可以明确：界面下方是备选名词，正好对应着上方概念图的数字标示，将下侧的词条拖动到相应数字标示附近时，可以被自动吸附到对应位置，课件会在学生完成探针后自动检查答案。点击检查答案后，错误的答案会自

动弹出，再次检查正确后学生会获得奖励。

随着课程深入，为进一步开阔学生思维，可以将探针设计为思维导图。在这里，概念图和思维导图是不同的，概念图理论基础是奥苏伯尔学习理论，它将某一个主题词相关的不同概念按照级别和层次连结起来，形成关于主题词的概念网络，是从笼统概念到具体概念的过程，其形式规整包含节点、链接和连接词。而思维导图代表人脑思维过程，用树状或者网状结构将思维文字化、具体化，不同人的动态思维过程不同，产生的思维导图也不一样，思维导图较概念图而言更具有自主性和个人特征。根据学生对探针1的作答，教师可以判断学生对第一节内容的理解情况，并准备两类探针2：一类是提供实验主题，让学生自己绘制相关思维导图；另一类是教师在此主题下提供思维导图，提示学生实验现象、测交实验设置等内容后，请学生自行绘制两对相对性状的杂交实验。这两类探针可以根据实际课堂状况运用在课堂中，体现课程的层次性和教学的梯度。两组探针本着简洁原则，均在希沃白板5平台来设计和教学。可以将其中一个思维导图设计为如图4.4所示效果，课堂使用概念探针后，需要及时处理评价结果，计划针对性指导，由于这两部分内容直接体现在教学过程中，在此不赘述，后续课例和评价量规中会进行详细说明。

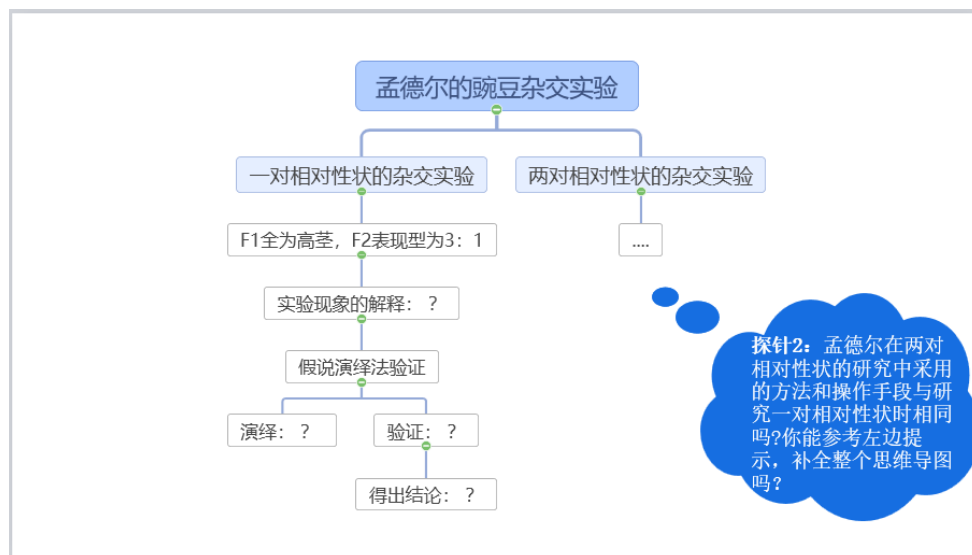


图 4.4 “孟德尔遗传定律的探究过程” 概念探针

【教学设计】

基于以上学情分析和概念探针设计，将“孟德尔的豌豆杂交实验（二）”这一节课的教学环节编辑在如下表格中：

表 4.1 “孟德尔的豌豆杂交实验（二）”教学设计

课程名称	孟德尔的豌豆杂交实验（二）		
教学目标	<p>生命观念：理解两对相对性状与两对等位基因的关系，以及子二代产生的性状分离比的生物学意义。</p> <p>科学思维：孟德尔在遗传学实验中经过多方分析后提出假说，并且演绎出可以用来做实验的生物学事实，再经过实验予以验证，实验结果通过精确的统计方法进行整理，最后经反复修正形成较为完整客观的理论。</p> <p>科学探究：明确成功的科学实验背后蕴含的科学方法、统计学基础和超出常人的毅力；寻找并尝试分析在生活实践中的遗传学知识。</p> <p>社会责任：保持对遗传学知识的探究热情，对待科学保持严谨态度。</p>		
教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
概念探针	<p>提问：有一位同学总结了孟德尔在豌豆杂交实验中出现的概念，你能帮他补全概念图吗？</p> <p>探针 1: 你能将探针所示概念图中的备选名词逐一拖动到正确位置吗？</p> <p>点击“检查答案”按钮，如果配对不正确，备选名词会弹开并需要重新配对。</p> <p>评价：教师利用学生提交答案时间差，快速查看答题情况，确认易错点，如：实验方法混淆、等位基因与基因各部分关系混淆等。</p>	学生作答探针 1 并检查答案。	检测学生对遗传学基础概念之间的关系掌握情况，并引出学生对“测交”内容的思考。

续表 4.1 “孟德尔的豌豆杂交实验（二）”教学设计

导入新课	<p>引导：通过上节课学习，我们了解到有性状分离的现象。</p> <p>提问：接下来孟德尔在研究两对相对性状的时候，观察到怎样的现象呢？</p>	<p>阅读课本：P9-P10</p> <p>结合实验（一）思路进行思考。</p>	
两对相对性状的杂交实验	<p>讲述：孟德尔对于实验现象的解释。</p> <p>提问：按照孟德尔提出 F_1 能产生四种数量相等的配子，他是如何解释受精时这些雌雄配子之间是怎样配对的呢？</p> <p>总结：指出 F_1 产生了四种数量相当的雌雄配子，受精时雌雄配子随机结合。</p>	以科学探究的思路回答问题	考察学生预习情况和知识迁移能力。
对自由组合现象的解释	<p>讲述：杂交实验图解，根据遗传因子的组合形式而画出棋盘格法，用数学方法推导出 9:3:3:1 的自由组合比例。</p> <p>追问：与研究一对相对性状类似地，孟德尔又是如何验证这个假设的呢？</p> <p>提问：回忆什么是测交法？可以绘制验证分离定律的测交遗传图解吗？</p> <p>追问：那么两对相对性状的测交遗传图解是怎样的呢？</p>	<p>测交法</p> <p>F_1 代与亲本的隐性类型杂交。</p> <p>绘制测交遗传图解。</p>	由概念探针题目探测到测交法需要进行强化。

续表 4.1 “孟德尔的豌豆杂交实验（二）”教学设计

对自由组合现象解释的验证	<p>讲述：出示孟德尔用黄色圆粒豌豆和绿色皱粒豌豆测交实验图解。</p> <p>引导：解释孟德尔对自由组合现象从理论上推导出的结果，而根据理论完成实验后，实验现象与推论一致吗？</p> <p>提问：用 $F_1(YyRr)$ 作母本或者父本进行测交，实验结果会有不同吗？</p> <p>总结：正交和反交的实验结果是相同的，说明 F_1 产生的四种配子时，不同对基因之间是自由组合的。</p>	<p>思考问题并尝试绘制遗传图解。</p> <p>阅读教材 P10, 实验结果符合推论，证实其合理性。</p> <p>都可以符合孟德尔预期实验结果。</p>	
概念探针	<p>讲述：教师归纳、总结基因的自由组合定律。</p> <p>提问：两大定律间有哪些区别和联系？</p> <p>探针 2：若将这部分知识绘制为思维导图，你能尝试补全探针中空缺的内容吗？也可以尝试“思维导图”这个小工具建构属于你自己的作品！</p> <p>评价：收到学生答案后，选择 3-5 份不同回答角度的试卷投影到屏幕中，请学生间互评。动员学生说出此次绘制思维导图过程中出现的疑惑并解答。</p>	<p>简短描述问题</p> <p>补全思维导图或者自由绘制思维导图。</p> <p>同学互评。</p>	<p>强化定律的实质内容。</p> <p>通过生生互评、师生互动强化重点。</p>

续表 4.1 “孟德尔的豌豆杂交实验（二）”教学设计

孟德尔遗传规律的再发现	<p>讲述：孟德尔提出理论具有重要意义，丹麦生物学家将“遗传因子”更名为“基因”，并提出一系列概念。如等位基因对应的是孟德尔提出假设中的“一对遗传因子”等。</p> <p>提问：有没有同学尝试给基因型和表现型下定义呢？</p> <p>追问：那么两个体表现型相同时，基因型一定相同吗？反之，基因型相同，表现型也一样吗？</p> <p>引导：结合探针1问题总结：表现型=基因型+环境</p> <p>作业：课后思考与练习题。</p>	<p>表现型即性状；基因型是表现型对应基因的基因组成。</p> <p>不相同</p>	引导学生体会科学思维在生物学知识中的应用。
-------------	---	--	-----------------------

【教学反思】本节课中首次使用概念探针这种工具进行形成性评价，为了突出概念探针的检测功能，将其安排在课前复习和自由组合定律讲解环节。初始设计中考虑到学生初次接触可能会不适应，故将评价频率降低到两次，实际授课过程中可以发现，学生对第一个配对游戏兴致很高，即便对旧知识掌握的不好，也能完成游戏。但第二个探针属于对总结性内容，学生在补全上一节课和本节课的重点，难度陡然增加，学生作答效果不好。并且，思维导图要求学生掌握思维导图的制作方式还要填上正确内容，这种形式在显得很冗杂，教师评价难度相应增加，导致不能马上针对评价反馈改进教学。接下来探针设计之初要界定好内容和形式，不能让学生丧失热情。

二、《基因、染色体和DNA的关系》概念探针设计与反思

【教学背景】孟德尔遗传规律再发现后，科学家们仍未明确基因的本质，也

没有验证基因的物质基础是什么,它又存在于细胞的什么位置。后由摩尔根的实验印证了基因与染色体之间的结构关系,但并没有明确揭示基因的本质。直至学生学习完第2章“基因和染色体的关系”和第3章“基因的本质”后才能完整阐明基因、染色体和DNA之间的关系。学生在学习过程中不断接触与遗传有关的名词,学生对这些名词已经不觉得陌生,但深究其概念或者概念之间的关系时,学习误区就立马凸显出来。本探针旨在强化学生对前序概念的学习,帮助学生搭建遗传学概念体系,为后面将学习基因的表达、中心法则等内容奠定教学基础。此阶段学生已经具备一定推理、分析能力,能利用数学知识解决遗传学计算题,但容易对众多概念产生混淆,很难从概念本质出发解决问题。

【教学内容】精子和卵细胞的形成过程、减数分裂与受精作用^[25]、基因的分离和自由组合定律的实质、基因在染色体上的假说、基因和遗传信息的关系。

知识水平: 3-应用层次、4-分析层次

知识类型: 概念、过程、元认知

【概念探针设计】本组探针需要覆盖两个单元的内容,内容量较大,在选择考察题目范围时尽量围绕核心概念和疑难点,并且在每个独立探针中尽可能多地建构概念之间的关系。为寻找知识和趣味性平衡点,本组探针采用视频形式在课堂中呈现,视频中出现探针内容详见附录A。

具体设计过程如下:按照课程顺序,第一个需要辨析的是“细胞分裂过程中染色体(质)、染色单体与核DNA的数量关系”,除辨析之外,学生需要掌握它们在细胞分裂过程中的数量变化关系,并利用数形结合的方式将其呈现出来。这里重点探测学生对有丝分裂和减数分裂的学习情况,尤其是学生要分辨出数量关系中出现的“零”,除染色体复制到着丝粒分裂这段时间外染色单体是不存在的,即数量为零。所以,第一个概念探针指定为绘制坐标曲线图表示上述数量关系。为让学生能快速进入到评价状态,教师要找提前预估学生的困顿之处,将这些共性问题列出,作为评价起点,在视频中体现为同学A和同学B对一些问题产生争议,邀请观看视频的学生去积极解决。

探针2仍旧围绕染色体进行,主要讨论同源染色体相关问题。学生的疑惑仍旧出现在概念,深入概念辨析后,学生普遍缺乏对概念间逻辑关系得理性认识,仍需要探针进行辨析和进一步强化。探针需要剖析同源染色体概念,而学生对此并不陌生,但若深究同源染色体存在于细胞分裂的哪些阶段?仅靠概念

来判断一对染色体是不是同源染色体有不科学的地方吗？等问题，学生仍不能准确说明。

基于以上分析，探针2设置为概念辨析题目，将上述易混淆的问题汇编在一起出示于探针中。延续前两个探针的形式设计探针3，探针3用于第3章最后一节的课程结尾，主要评价内容为“基因、DNA和染色体的关系”，它们三者的层级关系是在初中生物遗传学中已经解决的，本探针重点应在于三者的功能关系、遗传学定律与其联系。

表4.2 “基因是有遗传效应的DNA片段”教学设计

课程名称	基因是有遗传效应的DNA片段		
教学目标	<p>生命观念：理解基因的本质</p> <p>科学思维：能够从逻辑思维出发探索基因和遗传信息之间的关系</p> <p>科学探究：运用探究和建模方式说明生物的多样性和特异性；</p> <p>社会责任：科学实验将物理学和化学方法紧密结合起来探测生命活动，使人们从新的微观视角理解生命。</p>		
教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
	<p>导入：生物的基因远远超过染色体数量，摩尔根的实验结论说明基因在哪里？怎样排列的呢？</p> <p>提问：上节课证明染色体上的DNA是遗传物质，那么基因和DNA是一样的吗？</p> <p>探究：出示资料分析四个问题，小组讨论后续问题。</p>	<p>染色体上 线性排列</p> <p>不是，讨论问题。</p>	<p>通过第2章知识的回忆，引出两者之间关系对比。</p>

续表 4.2 “基因是有遗传效应的 DNA 片段”教学设计

基因与 DNA 的关系	<p>讨论 1: DNA 分子数与基因数目的差别说明了什么?</p> <p>讨论 2: 你对“基因具有遗传效应”这句话的想法是什么? (基因具有传递和控制性状表达的功能)</p> <p>总结: 规范讨论 3 出现的定义</p>	<p>基因是 DNA 分子片段</p> <p>基因能够传递性状</p>	<p>培养学生对材料的分析和整理能力。</p>
概念探针	<p>引导: 明确 DNA 和基因的关系, 回忆最近学习的全部内容都是围绕染色体、基因和 DNA 展开的, 这些概念支撑了遗传学基本内容。</p> <p>提问: 这些高频名词和概念之间的关系是怎样的呢?</p> <p>总结: 评价学生上交的作品。</p> <p>探针 1: 请大家观看同学 A 和 B 的讨论实录, 你同意两位同学的说法吗? 你能以刚才的关系图为基础, 补充关键词之间的数量关系”吗?</p> <p>评价: 回收探针后, 并简短总结。(重点阅览学生对染色单体的数量是否考虑全面)</p> <p>探针 2: 与染色体相关的重要概念还有同源染色体, 请学生回答其概念。视频里是班级中五位同学对同源染色体的本质产生一系列讨论, 大家来看看视频, 找到他们的观点是否出现误区。</p> <p>评价: 回收探针, 同学 A 到同学 D 的围绕概念进行讨论, 后两位同学探讨减数分裂中同源染色体的行为。</p>	<p>尝试绘制关系图或层级图</p> <p>补充关系图并上交探针。</p> <p>修改答案。</p> <p>回忆概念, 并回答问题。</p>	<p>通过知识点串联和区分进行复习, 可以防止概念混淆, 养成学生学习过程中的求同存异思维。</p>

续表 4.2 “基因是有遗传效应的 DNA 片段”教学设计

DNA 蕴含遗传信息	<p>引导：不同性状间的差别因不同基因结构造成，具体是基因的哪一部分结构控制这种差异？</p> <p>回忆：DNA 分子骨架，即脱氧核糖和磷酸构成的外侧骨架是不变的，骨架连接的 4 种碱基有很多种排列顺序。</p> <p>探究问题：这 4 种碱基通过不同的排列顺序足以储存生物体的全部遗传信息吗？</p> <p>探究思路：碱基对的排列顺序具多样性，导致 DNA 分子多样性，进而导致生物多样性。</p> <p>探究方法：合作探究，运用数学方法建立模型（提供 DNA 模型图，学生平板端可以拖动 4 种脱氧核苷酸）</p> <p>总结：碱基序列→DNA 分子→生物体</p>	<p>碱基对排列顺序不同</p> <p>2 个碱基对构成基因时，组成 42 种基因；3 个碱基对构成基因时，组成 43 种基因……n 个碱基对构成基因时，组成 4n 种基因。</p>	<p>通过模型构建，将碱基对排列变化推演至 DNA 分子具有多样性，体现学科融合思想。</p>
概念探针	<p>探针 3：孟德尔假设中的“遗传因子”有了物质实体，那就是基因，后来摩尔根为基因的抽象概念找到了物质载体，整个过程中出现的关键词已经绘制了层级图，那么对视频中同学们的几个疑难问题，你有怎样的看法？</p>	<p>寻找探针种 5 条陈述中存在的知识误区，并指出错误理由。</p>	<p>概念探针用于课程结尾具有承上启下的作用。</p>

续表 4.2 “基因是有遗传效应的 DNA 片段”教学设计

概念探针	<p>评价：</p> <p>陈述 1 中抓住“主要”一词，根据概念层级可判断为正确。</p> <p>陈述 2 易错，学生需要全面掌握自由组合定律的实质，判断非等位基因位置的基础上解题。</p> <p>若其位于同源染色体上则不遵循自由组合定律，此陈述内容以偏概全。</p> <p>陈述 3 由本节课探究学习内容那个进行拓展。</p> <p>基因和染色体的基本组成成分不同，前者是脱氧核苷酸，后者是蛋白质和 DNA，故陈述错误。</p> <p>陈述 4 容易判断，是本节导入部分知识。</p> <p>教师提前在软件中输入正确答案，学生提交答案后软件自动评判，教师主要关注学生回答陈述 2、3 时给出的错误理由，利于整理下一节复习课重点内容。</p>		<p>可以将大部分学习问题在当堂课解决，并奠定下一节课的学习策略。</p>
总结	<p>总结：明确概念探针中问题的答案</p> <p>布置作业：章末复习题</p>	修改探针	

【教学反思】吸取前一次实验的经验后，本组探针用比较直接的视频格式呈现出来，大部分学生能结合对概念分析陈述的对错，但是阐述错误理由时暴露出对概念的误解。在这点上，本组探针达到了预期效果，但课程时间不够，每一个环节都勉强进行完毕。这点与探针设计时没有把握好题目难度有关，通过对前两组探针使用情况的总结可知，探针最多占用课堂教学中的 10-15 分钟，超出后会打乱课堂节奏，这是未来设计探针时应该注意的问题。

三、《基因的表达》相关概念探针设计与反思

【教学背景】本部分位于模块2第4章，其重点内容为基因的表达和中心法则，讲述蛋白质的合成过程和遗传信息流动方向，为第5章突变和基因重组内容埋下伏笔。本节课授课对象是高一学生，学生之前通过课程学习和概念探针评价后，已经掌握了蛋白质基础知识、基因的本质，这能帮助学生快速过渡到本章内容学习中。通过形成性评价等多维评价可知，学生对抽象问题的逻辑思维能力比较欠缺，学习过程性生物知识时很难建立微观模型。教师在处理这些问题时通常选择直观演示法和模型构建法，通过形象的演示联系生活实际例子帮助学生掌握相关知识点。

【教学内容】遗传信息的转录和翻译，基因、蛋白质与性状的关系

知识水平：3-应用层次

知识类型：事实、概念

【概念探针设计】概念探针旨在激发学生表达对知识的理解情况，促进学生对已学习知识进行元认知思考。在课堂中需要做到准确和轻量，又要给学生留有个性发挥的余地，这在教育实践中很难掌握。经过前两次概念探针使用后，一部分同学反应：“不知道怎样回答”、“不知道要概括什么”，并且概念探针中包含知识点跨度较大，易造成评价结果不准确。通过教学内容和教学应用分析，将本组概念探针压缩至三道选择题，分别对应三部分知识内容，且每题后留有思考问题，这样设置可以兼顾课程需求和学生应试能力。根据概念的难易程度，将前两道选择题设计为“遗传信息的转录和翻译”相关典例，选择题的回答最容易暴露出他们对相关知识的错误概念，紧随其后的思考题则可以确定学生产生错误的深层原因。

附录B中补充了经过筛选的典例题目以做参考，其中典例一考察遗传信息的转录过程，图中出现的①和④对应DNA片段，②指mRNA，③则是酶（RNA聚合酶），学生掌握转录场所、原料、酶和转录结果即可分辨选项正误。典例二出示了细胞中多聚核糖体合成蛋白质的过程示意图，主要考察遗传信息的翻译过程，解题需要判断示意图中数字对应的名称以及核糖体是怎样移动，在这里②③④⑤是由以同一条mRNA为模板合成的多肽链，其上氨基酸的排列顺序也是相同的。两道典例题作为形成性评价第一步，主要针对学生基础知识学习情况做出初步评价。典例后跟随的两组思考题可以让学生正向思考、逆向推

断，强化对 mRNA 和 tRNA 的认知。典例三主要考察基因控制蛋白质合成相关知识，包含基因控制性状的图示，分析图示可知①和②分别代表转录和翻译过程，且左右两部分分别代表基因控制性状的两种途径，学生在熟悉概念后可以较为准确选择出来。为评价学生对基因与性状以及前序知识的理解情况，将思考题延申为基因和性状之间是否为线性关系，更深层次地考察基因之间，基因和基因产物、环境之间精细而复杂的作用。

表 4.3 “基因对性状的控制”教学设计

课程名称	基因对性状的控制		
教学目标	<p>生命观念：理解中心法则内容，认识到遗传信息可以从 DNA 流向 RNA 最后指导蛋白质的过程，需要物质与能量，同时需要信息支撑，生命存在物质、能量和信息的统一。</p> <p>科学思维：从结构与功能角度解释基因指导蛋白质合成的过程，明确基因对性状控制的两种途径。</p> <p>科学探究：通过科学家对中心法则的补充和完善过程，体会科学探究是不断更新和发展的。</p> <p>社会责任：感知基因和性状的复杂关系，并在生命现象中解释和说明生物学问题，做到学以致用。</p>		
教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
概念探针	<p>探针 1、探针 2：请学生完成探针问题，并在平板端提交答案。</p> <p>评价：根据选择题正确率判断基础知识掌握情况，可以看出学生对翻译过程存在误区较多。思考题目切合疑难点，进一步考察翻译过程中不同种类 RNA 的结构与功能。</p>	回答问题，上交探针。	通过概念探针评价学生对转录和翻译的掌握情况。

续表 4.3 “基因对性状的控制”教学设计

概念探针	总结: mRNA 上的密码子被 tRNA 的反密码子所识别, 携带的遗传信息得以翻译, 在这里 tRNA 能够识别密码子、转运氨基酸, 但并不携带遗传信息。并且已知氨基酸排序不能推测出 mRNA 上碱基排列顺序。	修改问题答案	在介绍中心法则内容时可以选择精简或者强化教学内容。
导入新课	讲述: 根据以上测评和先前学习知识, 尝试画出遗传信息表达方向的图示。教师总结和规范图解中应出现的重点内容。 引导: 分子生物学之父克里克等科学家在研究生命规律时提出中心法则。 总结: 初步总结中心法则基本内容。	提炼与遗传信息表达相关的知识, 并绘图。	为中心法则正式学习做铺垫。
中心法则的发展	引导: 随着生物学发展, 中心法则的内容衍生出新的发现和挑战, 阅读资料分析中三段材料并回答问题。 提问: 根据资料分析, 绘制遗传信息传递途径的图示。 引导: 同学们的图示已经与克里克当时提出的中心法则有较大不同, 那么这些新的实验证据是否全盘推翻了它呢? 讲述: 出示朊病毒补充资料。朊病毒中不含 DNA 和 RNA, 却可以自我复制, 传播疾病。	从资料中提取关键内容, 快速绘制遗传信息流向图。 通过对比两幅图示, 发觉是补充而非推翻。	利用资料分析衔接中心法则的提出和后续发展问题, 锻炼学生提取关键信息、综合处理问题的能力。

续表 4.3 “基因对性状的控制”教学设计

中心法则的发展	<p>提问：此时朊病毒的复制方式是怎样的？</p> <p>追问：这种信息流动方式符合中心法则吗？</p> <p>讲述：实际上朊病毒依然是由基因编码产生的，它使蛋白质构象改变而致病，所以依然符合中心法则。</p> <p>总结：经过修改后的中心法则，规范完整图示画法，其中实线箭头表示遗传信息一般流动方向，虚线箭头表示特殊状况下遗传信息传递，如烟草花叶病毒中 RNA 自我复制、HIV 可以进行 RNA 逆转录。</p>	<p>从蛋白质到蛋白质</p> <p>不符合</p> <p>修改和完善图示。</p>	
基因、蛋白质与性状的关系	<p>引导：出示一份基因检测报告作为范例，检测只需要规范采集一定量唾液就能得到基因检测各项数据，通过数据分析结果，人们可在一定程度上调整自身生活习惯和健康注意事项。</p> <p>提问：为什么通过唾液就能完成检测？</p> <p>讲述：唾液中包含脱落的口腔粘膜上皮细胞，细胞中具有完整的 DNA 序列。</p> <p>引导：截取基因检测报告片段，重点放在在“囊性纤维病”和“解酒能力分析”这两处，出示囊性纤维病致病机理资料和人解酒能力补充资料。</p>	<p>回答问题：</p> <p>唾液里的细胞含有基因</p>	<p>以时下流行的“黑科技”基因检测引入，激起学生兴趣。</p>

续表 4.3 “基因对性状的控制”教学设计

基因、蛋白质与性状的关系	<p>提问：根据资料分析基因对性状的控制途径有哪几种？具体是怎样的？</p> <p>总结：两种途径具体概念。</p> <p>提问：请快速在平板上查询相关资料，举更多关于两条控制途径的案例。</p>	<p>阅读资料，并回答问题。</p> <p>查询资料并举例说明。</p>	<p>引导学生通过“结构与功能观”解决生物学问题。</p>
概念探针	<p>探针 3：作答题目，及时提交答案。</p> <p>思考：生物的性状与基因的多维关系。</p> <p>评价：规范学生答题思路和答题语句，简短概括为：生物体性状可以由一个或者多个基因控制，基因可以影响多样的性状。</p> <p>总结：通过阅览学生答案，可知大部分回答覆盖了“基因与性状之间并非线性关系”，但是回答没有上升至更高的生命观念，需要继续引导。</p>	<p>回忆已学知识完成思考题。</p>	<p>培养学生分析新问题和概括总结能力。</p>
	<p>引导：基因检测中还有一项引起关注的数 据，即预测身高数据。但是这一项数据在 很多人身上并不准确，这是为什么？</p> <p>讲述：后天补充的营养以及适当的体育锻 炼都可能影响身高，性状表现受环境因素 影响</p> <p>总结：基因、基因产物、环境之间错综的 关系网。</p>	<p>进一步思考影响性状的因素。</p>	

【教学反思】本节课内容难度不大，经过三次试验后证明概念探针用在课前导入部分效果很好，教师能够及时调整整堂课的教学方向和进度。如果压到课程后期，对教学的指导意义就削弱不少。本组探针仍然是两阶问题，由于思考题不难判断，学生在回答时想出了很多相关例子辅助证明自己的观点，这是课程计划之初并未预料到的，学生能够举例论证观点足以体现其概念理解程度，也更容易暴露知识短板。

四、《生物的变异》相关概念探针设计与反思

【教学背景】生物学中遗传和变异之间存在对立统一的哲学思想，生物的变异包含可遗传和不可遗传变异，第5章主要分析了基因突变、基因重组等可遗传变异产生的机理，突出变异对生物进化的重要意义。本章延续了前四章的知识内容，概念比较多，核心概念下包含许多下位概念，学生在区分基因突变和基因重组的意义、区分染色体变异两种形式等概念时极易混淆。在学习第5章时，学生已经掌握基因的本质、基因的表达等遗传学基础知识，学习了新的科学研究方法，并且理解遗传信息是如何由亲代传递到子代。学生开始对亲代间性状变异现象产生新的疑问，这需要教师将课堂重难点放在突出核心概念、突破概念误区上，并辅以多样课堂教学方式帮助学生建立概念框架。

【教学内容】人类遗传病、突变和基因重组。

【概念探针设计】本组概念探针设置在“基因突变及其他变异”这一章的章末复习总结这一课中，围绕核心概念，覆盖大部分重要下位概念而设置探针题目。大部分学生对基因突变的概念并不陌生，概念探针中截取基因突变概念的前半部分作为考察点，也就是当DNA分子发生碱基对的相关变化，可以称为基因突变吗？实际上，概念后半段强调：DNA分子改变造成“基因结构的改变”，学习“基因的本质”一章中，学生掌握了DNA序列中存在着不表达遗传效应的片段，在这样的片段中发生碱基对变化，则不能称为基因突变。

对概念的考察进一步延申至基因突变的结果，探针可以设置“发生基因突变后生物遗传信息和性状都发生改变了吗？”等问题。可以明确的是基因突变后一定会有遗传信息改变，产生新的基因，但不一定都会改变性状。基因突变时如果碱基对之间发生替换，此时形成的新的密码子与原密码子决定的是同一种氨基酸，则性状不会发生改变，另外，基因突变如果为隐性突变，也不会造

成性状改变。

奥苏伯尔有意义学习理论中提到,只有将新学习的内容与以往认知经验中相关内容联系起来,才能真正形成意义学习。在考察基因重组内容时,探针需要探测学生对其基本概念中包含的细节是否明确,比如基因重组发生的条件,它一定发生在有性生殖的过程中吗?肺炎双球菌转化实验中R型菌可以转化为S型菌,这个生物学事实对概念有何影响?同时,提示运用两对等位基因的杂合子减数分裂过程分析基因重组过程,判断是否只有杂合子减数分裂才能发生基因重组,在思考过程中加深对基因重组意义的深层理解。

第三个探针内容围绕染色体变异,此部分包含考察染色体结构变异和染色体数目变异两方面知识,在教学中教师用直观方式向学生展示了染色体的倒位、易位等类型的染色体结构变异,复习时让学生做到形象区分并理解结构变异发生的时期即可。

染色体数目变异中包含两部分难点内容,即非整倍体和整倍体变异,前者指个别染色体发生非整数倍数的改变,非整倍体产生的原因是在减数分裂中细胞不正常分离而产生不能配对的染色体或者性染色体不正常分离,探针可用21三体综合症例子和例题相配合进行检测。后者是以染色体组为单位进行的染色体整倍增加或缺失的变异,其中涉及到染色体组的概念,也是复习单倍体、二倍体等知识的基础。染色体组的概念在前期探针中已经有所考察,此部分探针可直接检测学生理解的单倍体概念。学生一般会关注“数量关系”,即:受精卵发育的体细胞中只有一个染色体组的生命体为单倍体。实际上,“受精卵”和“一个染色体组”之间关系比较模糊,单倍体概念要点不在于“数量关系”,而是强调单倍体直接由配子发育而来,其染色体数目与配子中染色体数目相当^[26]。

为确认学生建构概念后是否仍有误区,探针后续问题可以从实际应用案例入手进行考察,如六倍体小麦中含有6个染色体组,经过花药离体培养之后染色体数目减半的个体可以称为三倍体吗?通过评价可知学生对单倍体概念掌握情况,进而出示单倍体、二倍体和多倍体之间的区别的表格进行填写。

表 4.4 “基因突变及其他变异”复习课教学设计

课程名称	“基因突变及其他变异”单元复习课		
教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
引入复习课	<p>引入：遗传与变异是本学期学习的主旋律，已经学习了遗传学定律和基因的遗传特性等复杂知识，变异也同样重要，因为变异生物界才更加丰富多彩。</p> <p>提问：变异可以怎样进行分类？可遗传变异来源都有哪些？突变和基因重组的概念和意义又是怎样的？开始复习课内容学习。</p>	回忆基础知识并回答问题。	围绕核心概念进行复习，帮助学生完善概念体系。
基因突变	<p>引导：出示教材中镰刀型细胞贫血症案例</p> <p>提问：学生回忆总结此常染色体隐性遗传病致病的原因（由 DNA-mRNA-蛋白质的变化）并尝试描述基因突变的概念</p> <p>探针 1：基因突变的概念大家都不陌生，从上个案例可以看出碱基对发生增添或者缺失都可能对密码子造成影响。那么，DNA 上碱基对发生相关变化，一定会发生基因突变吗？其遗传性状也一定随之概念吗？</p> <p>（请在 Padlet 中快速编辑答案或解题关键词，并将两个问题答案分别回复在首页中）</p>	<p>DNA 模板链中碱基排列由 CTT 变为 CAT, mRNA 上碱基变化，使编码的氨基酸改变。</p> <p>在 Padlet 中回答：不会，并简短解释其原因。</p>	新旧知识联系，完成评价。

续表 4.4 “基因突变及其他变异”复习课教学设计

基因突变	<p>评价：</p> <p>学生基本能回答出“不会”，此题目围绕基因突变的概念和结果考察。</p> <p>解题需要联系基因与DNA之间的关系，DNA序列上有许多非基因片段，不表达遗传信息。上述改变若发生在此，则不会造成基因突变。由此推知遗传信息和性状不一定发生改变。</p> <p>总结：基因突变发生的内因和外因。</p> <p>引导：基因突变作为可遗传变异却不一定遗传给子代，当其发生在配子中、体细胞中一般不能遗传（无性繁殖可以遗传）。</p> <p>提问：基因突变发生的时间是什么？</p> <p>总结：深化学生答案，说明基因突变可以发生的各个阶段。</p>	<p>修改错误答案或将简洁的关键词串联成完整答案。</p> <p>DNA复制的时期（有丝分裂和减数第一次分裂间期）</p>	<p>剖析基因突变的原理、过程和发生时间，引出基因突变的重要意义。</p>
基因重组	<p>提问：学习遗传学基本规律后，运用位于同源染色体上的两对等位基因（AaBb）的减数分裂过程重新解释基因重组。</p> <p>总结：强化基因重组的概念，及其发生时期。</p>	<p>绘制减数分裂过程图解，通过基因的自由组合和交叉互换产生重组后的配子，可以导致性状重组。</p>	<p>让学生将减数分裂和基因重组结合在一起进行复习，使学生理解重组发生的时期和意义。</p>

续表 4.4 “基因突变及其他变异”复习课教学设计

概念探针	<p>探针 2: 基因重组一定发生在有性生殖中吗? 受精作用是基因重组吗?</p> <p>评价: 无特殊说明时, 根据基因重组概念判断其发生在有性生殖中。而广义上的基因重组过程不一定发生在有性生殖过程中, 如肺炎双球菌转化实验中, R 型菌转化成 S 型菌的过程。并且, 受精作用不是基因重组。</p> <p>总结: 基因重组的意义。</p>	<p>在 Padlet 中回答并尝试举例说明。</p> <p>补充广义基因重组的实例。</p>	
染色体变异	<p>(一) 染色体结构变异</p> <p>提问: 学生打开“会议桌”页面, 抽取 4 位同学, 图文并茂的方式讲述染色体结构变异四种类型。</p> <p>问题串:</p> <p>基因突变的缺失和染色体缺失有何不同?</p> <p>染色体增加某片段而引起的变异为什么叫染色体重复?</p> <p>讲述: 增加的片段是原染色体已经存在的片段, (在另一同源染色体上存在) 所以是重复。</p> <p>染色体易位和倒位发生在哪些时期?</p>	<p>同步学习讲述人的绘图和讲解。</p> <p>回答问题:</p> <p>前者缺失的是碱基对, 后者缺失的是染色体某一片段。</p> <p>一般为减一前期。</p>	<p>“会议桌”可以给学生提供一块无边际的白板, 没有被抽到的学生依然可以在其上增加个人见解。</p>

续表 4.4 “基因突变及其他变异”复习课教学设计

染色体变异	<p>(一) 染色体数目变异</p> <p>引导: 染色体变异一类是染色体或者某一片段发生改变造成变异, 另一类是染色体成倍增加或者减少, 以染色体组为单位参与变异。</p> <p>提问: 染色体数目变异有哪些类型?</p> <p>追问: 非整倍体变异中染色体行为是怎样?</p> <p>讲述: 那么非整倍体是怎样形成的呢? 如果同源染色体在减数分裂时没能及时分离或者配对, 会形成比正常情况多一条染色体或者少一条染色体的配子, 此类配子与正常配子在受精作用中结合时, 就会形成非整倍体。</p> <p>探针 3: 某男性个体性染色体组成为 XXY, 可能发生的染色体数目变异情况有哪些?</p> <p>若这名男性与其父亲色觉正常, 但母亲是色盲患者, 则此变异发生在精子还是卵细胞?</p> <p>总结: 联系 21 三体综合症与探针例题总结非整倍体变异。</p>	<p>整倍体和非整倍体变异</p> <p>回忆问题答案</p> <p>在笔记中增加此部分内容</p> <p>可能情况:</p> <p>不正常卵细胞 (XX) + 正常精子 (Y)</p> <p>或者正常卵细胞 (X) + 不正常精子 (XY)</p> <p>精子中</p>	<p>在复习课中整体提升染色体数目变异的知识难度, 为学生解决综合性遗传变异知识打下基础。</p>
-------	--	--	---

续表 4.4 “基因突变及其他变异”复习课教学设计

染色体变异—概念 探针	<p>引入：染色体组整体增加或缺失会产生染色体的整倍增加或缺失，称为整倍体变异。</p> <p>提问：染色体组概念。染色体组中的非同源染色体有什么特征？</p> <p>总结：染色体组中染色体的大小、形态和功能均不相同，但携带生物本物种的全部遗传信息。</p> <p>探针 4：出示蜜蜂不同个体的染色体组成图，关注雄蜂染色体组成，能否解释单倍体概念，并推测蜜蜂性别决定方式。</p> <p>评价：本探针检测单倍体概念，因刚复习过染色体组概念，学生回答的关键词集中在“受精卵”和“染色体组”，典型的模糊回答为“由受精卵发育而来，体细胞只含一个染色体组的生物”，实际上单倍体生物并不是只由一个染色体组发育而来。统览学生回答，很少提到“单倍体由配子直接发育而来”。有必要进一步将单倍体概念剖析清楚，它是理解二倍体和多倍体概念的基础。</p> <p>探针 5：单倍体与一倍体有区别吗？</p> <p>六倍体小麦经花药离体培养后染色体数目减半，此时可以称之为三倍体吗？</p> <p>评价：此探针以单倍体概念作为切入点，学生用单倍体概念反推，与染色体组数无关。</p> <p>总结：单倍体、二倍体和多倍体的关系。</p>	<p>回忆染色体组概念；染色体各不相同。</p> <p>尝试作答单倍体概念</p> <p>有区别 不可以，理由基本同上。</p>	<p>蜜蜂性别决定方式是学生很感兴趣的部分，通过实例强化学生对单倍体的理解。</p>
----------------	--	--	--

【教学反思】本节课中学生已经适应这种新的评价方式，也能接受形式不断变换的探针，本组探针大胆将题目扩充至5个独立探针，并且将每一个探针内容设计的更贴合课程走向。实践证明这种设计思路是正确的，探针本身和课程融合程度高的话，教师处理评价更得心应手，即便在哪一个环节用时超过预期，探针也不影响整体的进度，并且对学生概念理解起到持续的促进作用。

第二节 实验结果分析

一、评价结果分析

课例中出现的四组概念探针均在课堂中进行实际教学检测，实验学校为云南省昆明市五华区的一级一等高完中—昆明八中，昆明八中历史悠久，教学资源优厚，学风纯良，被试学生选择高二年级理科特色（3）班（下文简称T3班），四组概念探针的实施时间较长，由T3班高二年级上学期的期中考试后延续至期末复习周，但实验期间学生始终保持严谨认真的态度完成每一次评价，评价以及后测结果具有研究意义。以上为实验背景，四组概念探针实施后，根据评价量规标准对探针结果进行量化分析，结果如下：

第一组概念探针：遗传因子的发现

探针1运用希沃课堂游戏自动检查答案，相当于评价的第一部分，即选择题作答，探针2中需要学生补全概念图，并将孟德尔研究一对相对性状时的实验相关内容补充完整。对这一组探针的答案进行分析可以得出如表4.5所示结果。

如表4.5所示，大多数学生处理探针1问题时是得心应手的，能够明确遗传规律中出现的概念之间的复杂关系。值得注意的是48%的学生给出的答案处于等级3，某种程度上说明学生对遗传学两大定律的学习仍停留在书面理解，当考察到这定律的提出、验证过程时，学生心中仍有困惑，评价结果可引导教师更改单元复习课方向，并反馈到教师讲授孟德尔遗传定律现代解释中，运用基因的物质基础做出进一步强化。

表 4.5 “遗传因子的发现”概念探针分析结果

参与评价学生数 N=60 (人)			
评级	示例答案	人数	百分比
5	备选名词拖动到正确位置,左右两边思维导图补充正确且完整	20	33%
3	备选名词拖动到正确位置,思维导图左半部分补充正确,右半部分中实验现象解释和实验结果填写不全面。	29	48%
2	课堂游戏检查未通过,思维导图补充较完整。	9	15%
0	课堂游戏检查未通过,思维导图并未完成或出现严重误区。	2	3%

第二组概念探针：基因、染色体和 DNA 的关系

本组探针考察方向为概念辨析,探针 1 探测学生对此部分前概念掌握情况,教师通过学生反馈判断后续课堂中选择学生主导的探究学习或以强化概念为主的讲述型课堂。完成探针 2 和探针 3 需要学生对概念进行正反辨析,表 4.6 中将列出学生出现频率高的具体误解。分析表 4.6,大部分学生处于等级 1,也就是在判断正误和阐述理由两个过程都出现误区,评价结果反映出学生对此部分内容掌握不佳。造成以上结果可能有两方面原因:一方面,概念探针难度和容量都有大幅度提升,学生还没能适应课堂评价的节奏;另一方面,本组探针内容学生头脑中存在更多的前概念,在正确概念根植于脑海之前,学生对众多概念、关键词极易产生混淆和误解,依据评价结果,教师有必要增加课时或练习题强化遗传学基础知识。

表 4.6 “基因、染色体和 DNA 的关系”概念探针评价量表

参与评价学生数 N=60 (人)			
评级	示例答案	人数	百分比

续表 4.6 “基因、染色体和 DNA 的关系”概念探针评价量表

5	-准确描绘出有丝分裂和减数分裂中染色体等的数量变化曲线。	11	18%
	-选择正确，全面掌握概念，并能说明理由。如能举例说明姐妹染色单体分开后的两个子染色体，它们形态大小相同，却来自同一方。		
	-指出错误，并正确陈述理由。如陈述 2 中补充“位于非同源染色体上”这一限定条件。		
3	-曲线绘制过程中欠缺对染色单体数目变化的考量。	17	28%
	-选择正确，基本能够掌握同源染色体概念的细节辨析，但理由阐述不充分或不正确。		
	-与探针 2 评价标准相同。		
1	能够选择出部分正确陈述，在阐述理由时暴露出对概念、概念间关系的误区或存在重大误解。如并未判断出发生交叉互换的是哪种染色单体。	26	43%
0	-没有作答。	6	10%
	-选择与陈述均不正确。		

第三组概念探针：基因的表达

使用探针的经典格式，内容包含 mRNA、蛋白质合成过程，以及基因对性状的控制。对结果分析得到的结果见表 4.7。

表 4.7 “基因的表达”概念探针评价量表

参与评价学生数 N=60 (人)			
评级	示例答案	人数	百分比
5	-选择 A，判断图②对应 mRNA 以及合成需要的原料；能够准确阐述思考题问题，如能反推出一种氨基酸对应多种密码子。	19	32%
	-选择 B，解释 tRNA 不携带遗传信息，合理解释其原因		
	-选择 D，完整表述基因之间、基因与性状等关系。		

续表 4.7 “基因的表达”概念探针评价量表

3	-选择 A，误解每种氨基酸对应一种密码子。	20	33%
	-选择 B，难以断定 tRNA 是否包含遗传信息或阐述理由模糊		
	-选择 D，对生物基因与性状之间关系进行不全面描述或缺乏总结。		
2	选择错误，对于其他选项解释正确，思考题回答正确并且较为全面。	8	13%
1	选择正确，阐述中出现概念不清，如无法说明基因控制性状的两条途径。	12	20%
0	没有作答；选择和思考题均回答错误	1	2%

在表 4.7 中可以看到有超过 7 成学生选择正确选项，思考题回答正确的学生几近半数。学生在逐步适应形成性评价的过程中，开始重视概念辨析和双向辨析。从回收前两个探针中，可以看出在考察范围不脱离教材时，学生对基因的表达过程掌握较好，但不排除是机械记忆。思考题中需要大段阐述，则暴露出学生对基因、性状、不同种类 RNA 等概念理解片面。针对探针 3 思考题，只有少部分学生能够将概念串联并组织语言，将其内化为自己的回答。

第四组概念探针：生物的变异

第四组探针在单元复习课中使用，分析表 4.8 可知，探针应用效果较好，从等级评价梯度比较明显。约 17% 学生处于等级 5，这些学生可以融合遗传学基本规律解决变异问题，也能够良好掌握复习课中新讲授的整倍体、非整倍体变异内容，具有很强的学习能力。而处于等级 3 的学生约为 53%，这些学生的问题普遍集中于探针 2，即没有明确基因重组发生的条件和意义，这一部分内容是学习第 6 章的基础，这样的结果及时反馈给教师后，教师可以选择在第 6 章教学时，通过基因工程案例重塑学生对基因重组概念的理解。

表 4.8 “生物的变异”概念探针评价量表

参与评价学生数 N=60 (人)			
评级	示例答案	人数	百分比
5	<p>-不会，能分辨 DNA 上无意义片段发生碱基对的改变不会造成基因突变，也不会影响性状。</p> <p>-不是，举例说明基因重组并未出现在有性生殖的例子，如基因工程中出现“DNA 拼接”技术。</p> <p>-XX+Y 或者 X+XY，合理推理出变异在精子中</p>	10	17%
3	<p>-不会，没有联系基因与 DNA 之间的关系考虑问题</p> <p>-不是，阐述时从概念本身出发，明确受精所用不属于基因重组，但同意基因重组只发生在有性生殖中。</p> <p>-XX+Y 或者 X+XY，精子或卵细胞中，欠缺对伴性遗传病遗传效应的考量。</p>	32	53%
1	<p>选择正确，阐述出现对概念的重大误解。</p> <p>如在探针 2 中认为受精作用是精子与卵细胞的随机组合，遗传物质也随之自由组合，这属于基因重组；因对非整倍体变异概念模糊不清，无法判断探针 3 中变异发生哪里。</p>	13	22%
0	没有回答或者选择和阐述均错误。	4	7%

二、后测试卷分析

根据评价量规衡量分数如表 4.9 所示，经过分析可以看出处于等级 3 的学生是最多的，其总体得分基本与等级 5 学生得分持平。横向对比四次探针的评价结果，可以看到探针经过每一次修改和优化后，实施效果更加稳定。通过观察等级 2 和的等级 1 学生得分，可以意识到探针采用选择题目和阐述题目结合

的方式是非常凸显学习状况的,学生对某概念存在误区或者疑难时,是很难到达等级3的,探针可以将这一部分同学敏锐检测出来,教师很大程度上受这两个等级学生的影响而调整教学策略。至于处于等级0的学生,教师不需要马上做出教学调整,而要课下逐一沟通沟通,摸清学生作答困难的原因,很可能是学生对形成性评价存在抵触情绪,故意不作答或者潦草作答就上交探针。

表 4.9 概念探针评价后学生的成绩

参与评价学生数 N=60 (人)									
等 级 评 价	第一组探针		第二组探针		第三组探针		第四组探针		总分
	人数	得分	人数	得分	人数	得分	人数	得分	
5	20	100	11	55	19	95	10	50	300
3	29	87	17	51	20	60	32	96	294
2	9	18	0	0	8	16	0	0	34
1	0	0	26	26	12	12	13	13	51
0	2	0	6	0	1	0	4	0	0

为探测学生在形成性评价中是否获得知识提升和巩固,在四组探针使用过后进行了后测,为直观检测后测成绩与概念探针表现之间是否存在差异,采用样本 T 检验分析学生四次评价后测和完成四次探针成绩之间的差别,分析结果见表 4.10:

表 4.10 概念探针及后测成绩差异

评价结果来源	N	M	SD	t
概念探针	60	56.00	23.54	-
后测实验	60	74.00	19.57	11.28 ($p < 0.001$)

后测成绩与概念探针成绩之间有显著差异,这说明学生在后测中表现较好,能把握课程相关内容。学生在概念探针中得分偏低,原因在于探针要求学生详细

阐述问题,这对已经习惯选择题或填空题考试的学生而言是很大的挑战。通过前文分析结果可知,找到正确选择的学生,很大一部分并不能合理阐述理由,或组织语言完整回答思考题,这说明学生的逻辑推理能力和解释说明能力仍有很大进步空间,而这正是大型考试中拉开学生之间成绩差异的关键能力。

同时,学生在遇到概念探针的多项选择题失败的原因可能如下:题目是基于概念衍生而来的,学生概念学习情况不乐观,做习题时没有解释说明具题选项的习惯,很难想到恰当的例子辅助说明。另外,可能的原因是教师在日常教学时出示例题很单一,没有将教学策略丰富起来,只是将书本上的知识传授给学生,这样的概念教学方式在无形之中传递给学生一些不良信号,如学生脑海中重复“我如何能记住更多概念”而不是“我如何能更好完成概念学习”。

三、实验有效性分析

形成性评价最具优势之处是教师根据评价反馈能重新安排教学计划,概念学习只有在反复修改和优化中才能存在。概念探针在实验后测中表现出较好成绩,很可能为学生概念理解提供有效帮助,但其评价潜力仍值得考量。所以,本实验进行之初对实验组和对照组进行谨慎考量,选择实验班级 T3 班生物期中考试平均分和学生结构几乎相同的平行班 T4 班作为对照班级,将必修 2 总测试成绩作为数据分析来源,将数据输入 SPSS,随后采用独立样本 T 检验,将实验组 T3 班成绩与对照组 T4 班成绩相比较,数据分析结果如下:

(一) T3 班与 T4 班同质性检验

表 4.11 T3 班与 T4 班学生结构与期中考试成绩

调查项目		T3 班	T4 班
学生结构	总人数	60	58
	男生	32	29
	女生	28	29
期中考试成绩	最高分	91	89
	最低分	64	61
	平均分	78.3	77.5

从表中数据可知,两班的学生结构基本一致。在期中考试中 T3 班的最高分是 91 分,最低分是 64 分,平均分是 78.3;对照班 T4 班最高分是 89,最低分是

61分,平均分是77.5。通过分析,实验班级T3班与平行班级T4班满足同质性要求,可以进行对照测试。

(二) 概念探针有效性分析

从期中考试过后,在实验班级T3班进行了半学期的概念探针教学,对照班级T4没有特殊教学计划作为对照,期末考试成绩如下:

表 4.12 T3 班与 T4 班期末考试成绩

调查项目		T3 班	T4 班
期末考试成绩	最高分	94	92
	最低分	65	59
	平均分	81.6	77.5
	方差	6.59	8.47

表 4.13 T3 班与 T4 班期末考试独立样本 T 检测

莱文方差等同性检验			平均值等同性 T 检验							
F	显著性		T	自由度	Sig. (双尾)	平均值差	标准误差值	差值 95% 置信区间	下限	上限
假定等方差	9.205	0.003	3.076	116	0.003	4.291	1.395	1.528	7.054	
不假定等方差			3.063	107.6	0.003	4.291	1.401	1.514	7.068	

以期末考试成绩以及相应的 SPSS 数据分析、样本 T 检测数据列于表 4.3 中,由表可知:实验班级 T3 班和对照班级 T4 班期末考试成绩之间的平均值差值为 4.291,结合新教学方式采取之前的期中考试两班成绩起点基本一样的情况,可以说明新的教学模式对学生学习成绩的提高有显著作用。同时 P 值 <0.01 ,两个班级的成绩有显著差异,证明了概念探针能帮助学生学习和巩固概念,并且产生的评价数据对教师教学有一定指导作用。

四、问卷调查及分析

本研究旨在研究概念探针如何更好地提供教学支持,并与概念教学等深层领域结合在一起,研究期望结果是随着教学周期推移,有目的使用概念探针的评价可以对教学产生重要影响。所以,更多的研究应设定于不同的教学环境、不一样的师生群体中,探测评价工具改进教学的实际情况。而这可能使教师理念和课堂结构发生重大变化,亟需获得一线教师的教学支持与经验指导。通过对一线教师的访谈,能划定使用探针最有效的教学策略,得到更多关于未来研究的启示。访谈问题顺序由一般问题至具体问题,将师生访谈资料用于概念探针相关研究的定性数据,受访教师为昆明八中高中部的八名教师,尽管教师们的工作经验在几年到十几年不等,绝大部分教师在本研究展开之前没有教师尝试使用概念探针评价学生学习情况,甚至使用形成性评价的次数也十分有限,仅少部分教师将概念探针运用于课堂中。针对上述状况,为已了解概念探针但未实践于教学的教师设计一套访谈问题,详见附录C中问卷A;为已施用概念探针的少部分教师设计另一套相关访谈问题,详见附录C中问卷B。将访谈内容整理好,并重新排布后,筛选出以下几个重点访谈问题,以作为研究参考。

问题一: 教师以怎样的顺序和形式将概念探针融入教学组织活动?

教学活动的顺序影响学生记忆和学习,在备课阶段会投入比较大的精力去设计和组织,受访教师表示会在教学设计中着意增加评价活动,但不会把概念探针作为课程主导部分,因为它不适合持续使用,通常的回答是将探针视作一个离散型活动,在一节课中使用一次到两次为宜。另外,有三位教师在同意离散型使用探针的基础上,提到使用次数增加,并将内容精简。他们认为过分追求课堂效率而选择只使用一次探针,有形式主义之嫌,不足以得到准确的评价结果。教师在使用新的评价策略时,需要给学生更多的机会去适应和反思,这就需要两次及以上评价。同时,尽管教师专业经验很丰富,在革新的课堂中也同样需要学生的多次反馈来支持学习活动。

受访教师的回答中均表示愿意使用更灵活的探针呈现形式,比如思维导图、课堂游戏或多种组内活动等方式。但近九成教师表示最终会以试卷形式出示探针,因为这样便于评价和对照,师生接受起来都较快,已经实践过的教师也表示纸笔测验效率最高。

问题二: 教师怎样运用探针收集信息来改变教学实践?

访谈中教师谈到评价本身可以刺激学习能力增长,概念探针是实用的评价工具,应该适合教学前收集学习数据。同样的原理,探针也适于教学过程中的数据收集,数据能呈现出最直观的学习情况,教师可以最大程度做出教学策略的改变。但使用过探针的教师持不同意见,认为探针不一定适合教学,当教师改变具体教学策略来解决学生一些误解时,往往难以控制时间,导致没充足的时间达成既定教学目标,如果课程本身有重要的活动,探针很可能会打乱整体课程节奏。总的来说,教师们通过探针是可以准确定位学生有哪些不成熟的理解、哪些令人惊喜的进阶概念理解,教师们并不否认探针对学生概念理解起到的良性作用,只是应重新审视探针应该出现在课程的哪些位置,因为不同的使用时间,针对不同的概念,对后续教学策略的调整是不同的,应分别讨论。

问题三:对评价量规的作用和改良有什么看法?

当问及这个问题时教师们表现出疑问比较多,一类是未明确评价量规的具体作用,因为形成性评价本身是不打分的一类评价,那么量规所量化的成绩有哪些作用?另一类是已经使用过量规的教师提出疑惑,他们在课前制定量规细则,以期在课堂中快速对照出学生的学习困惑。但是,在补充量规详细标准时,教师表示仍然不能预估学生表现和学生对知识的理解,尽管量规已经非常完善,还是会浪费许多时间用于量化数据。

关于改良探针评价量规,教师提出仍然不能抛弃整节课的课程目标和核心概念,只要不偏离这两个重点,可以适当放开对学生的评价。通过评价的重点,也能够影响学生对核心概念的学习态度,通过此方式,将每一节课的意义都放在大观念、大思想上,也是对学生的生物学学科素养的一种提高。

第五章 结论与反思

本研究为使用概念探针激发概念学习提供了探究起点，并尝试将理论结合恰当工具应用在现实课堂中，以帮助教师加深概念教学、提升学生对遗传和进化知识的掌握。通过实验课例产生一系列学习数据和教学观点，证实了概念探针的进步，同时显露出未来发展的挑战，现将研究产生的相关结论与反思进行总结和梳理。

第一节 研究主要结论

1. 本研究系统阐述概念探针的设计和应用等内容，为理论研究和教学实践提供参考模板及评价标准。

概念探针作为实施形成性评价的有效工具在国外已经有广泛的应用，但国内教育领域应用很少，本研究明确概念探针的概念、制定准则和评价量规。研究表明概念探针对学生深度学习和教师概念教学能够发挥作用，与传统教学不同，应用概念探针的课堂应如何呈现、如何将评价结果有效反馈于教育教学中。

2. 概念探针能锚定核心概念，强化学科核心素养，对概念教学有正向助益作用。

应鼓励教育者在概念教学中运用概念探针进行行动研究，将概念探针的形式不断丰富和优化，将评价集中在学生书面解释和个性化阐述问题上。此教育举措能提升学生的学业成绩，帮助学习者聚焦于核心概念，并强化学生的推理判断能力以及学科核心素养。

3. 探针是探测前概念的良好工具，师生间高效的双向反馈能形成学习—教学—评价之间的良性循环。

概念探针可以与任何一种教学策略结合，穿插在课堂内外。如果新的学习任务与学生先前经验和固有思维模式出入较大，学生更需要修改头脑中不一致的部分，而不是尝试改变概念框架，根据回收探针的学习证据安排课程计划更具精准性。同样地，教师在教学过程中通过学生反馈重新安排课程节奏和讲解内容。

4. 本研究重新梳理了核心及下位概念，符合课标的倡导，对概念教学具借

鉴意义。

生物学科由众多概念和科学事实组成,为了有效进行概念教学,本研究将“遗传与进化”模块内容进行概念、事实、程序和元认知型知识的分类,筛选出本模块各单元中出现的概念型知识,界定出核心概念和支撑核心概念而存在的下位概念,这对于使用概念探针或者进行概念教学中都具有借鉴意义。

5. 教学实践及问卷结果表明,师生认可概念探针,未来会涌现更多适合当前教育的概念探针案例。

通过回收问卷测试结果和一线教师访谈,整理出学生对概念探针接受度较高,教师普遍对其使用持积极态度,并很愿意将概念探针用于教学的评价环节。

第二节 研究尚存问题

通过教学实验使用概念探针,可以发现如何衡量概念探针内容量、出示形式、评价量规是比较困难的工作,需要在探索中不断优化,找到切合教学实际的方式,而这对于使用者要求较高。面对教师反映的普遍问题,如“不确定应怎样运用探针探测学生头脑中的模糊想法”、“不知道怎样找到有效且形式多样的后续教学策略”,本研究暂时无法提供非常具有可行性的模板,概念探针评价潜力和应用形成性评价改进教学之间仍存在差距。

另外,教学时间是实现有效评价和教学反馈的重要条件,在实际教学环节中却成为限制条件。概念探针编制过程中很难找到内容和时间之间的平衡点,在本研究第二组探针使用过过程中,也因为探针内容量大、题难导致评价结果不理想,尽管在第三、四组探针中有较为成功的调整,但不排除课程内容本身难度对探针使用效果的影响,而概念本身的难度很难改变,只能靠更多、更丰满的生物事实支撑学生对概念的理解。

最后,本研究只追踪了在“遗传与进化”模块概念教学中实施概念探针,对核心概念的划定也仅以课标为准则,下位概念也是依据学业水平考试和高考而界定,具有一定片面性。受研究条件限制,没有留有足够的反思时间,仅在现有研究数据和访谈结果中进行分析,得到关于概念探针能够支持日常教学,并能够对教学和学习产生较显著效果的初步结论。而成熟的研究需要足够的反思周期,需要参与者在周期内反复修改和钻研每个探针的细节,熟化具体操作规则。

参考文献

- [1] 闫白洋.利用“三重表征”理论提升学生的科学思维能力——以“基因自由组合定律”的教学为例[J].生物学通报,2019,54(09):36-39.
- [2] Page Keeley. Uncovering Student Ideas In Science: 25 New Formative Assessment Probes[J]. natl science teachers assn, 2005.
- [3] B. Bell, B. Cowie. Formative Assessment and Science Education[M]// Formative assessment and science education. Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [4] Talanquer V, Bolger M, Tomanek D.Exploring Prospective Teachers' Assessment Practices: Noticing and Interpreting Student Understanding in the Assessment of Written Work[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2015, 52(5):585-609.
- [5] 王荣.高等教育学研究生学位论文研究方法调查与分析[D].中南大学,2010.
- [6] 吴红耘,皮连生.修订的布卢姆认知教育目标分类学的理论意义与实践意义——兼论课程改革中“三维目标”说[J].课程.教材.教法,2009,29(02):92-96.
- [7] 陈丹, 祝智庭.“数字布鲁姆”中国版的建构[J].中国电化教育, 2011(01):77-83.
- [8] 郭欢欢.诊断迷思概念的三段式问卷编制与应用的研究[D]. 2017.
- [9] Erin F C Dokter, Stephen M. Pompea, Robert T. Sparks,等. The development of formative assessment probes for optics education[J].procs pie, 2015, 7783:778309-778309-8.
- [10] 刘恩山,张颖之.课堂教学中的生物学概念及其表述方式[J].生物学通报, 2010, 45(7):40-42.
- [11] Black P , Harrison C , Lee C , et al. Working inside the Black Box: Assessment for Learning in the Classroom[J]. Phi Delta Kappan, 2004, 86(1):8-21.
- [12] 吴丹丹.生物学教学中显现学生前概念并形成科学概念的方法举例[J]. 生物学通报(7 期):38-40.
- [13] 卢姗姗, 毕华林.近二十年国际科学概念学习研究的内容分析[J]. 全球教育展望, 2015(04):20-29.
- [14] 安军. The Teaching of the Big Ideas and the Core Concepts of Biology%围绕生物学科思想和核心概念的教学[J].课程.教材.教法, 2017, 037(004):80-86.

- [15]Roscoe K.Lonergan's Theory of Cognition,Constructivism and Science Education[J]. Science & Education, 2004, 13(6):541-551.
- [16]郑春和.“遗传与进化”模块的解读[J].生物学通报, 2004, 39(5):28-31.
- [17]余自强.高中生物"遗传与进化"模块逻辑体系简论[J].课程.教材:教法, 2005(03):82-87.
- [18]B·S·布卢姆.教育目标分类学.第一分册,认知领域[M].
- [19]张春莉,高民.布卢姆认知领域教育目标分类学在中国十年的回顾与反思[J].华东师范大学学报(教育科学版),1996(01):57-70.
- [20]Anderson L W, Krathwohl D R , Airasian P W, et al. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives[M]. 2001.
- [21]袁锦明.“生物的育种”专题复习教学设计[J].生物学通报,2010,45(02):29-31.
- [22]舒德干.达尔文学说问世以来生物进化论的发展概况及其展望[J].自然杂志,2014,36(01):1-9.
- [23]李晓辉.高中生物学新课程标准教学研讨——“生物的变异”的教学构思[J].生物学通报,2007(04):26-28.
- [24]潘闯.准确理解“隔离是物种的必要条件”[J].中学生物教学,2011(08):41.
- [25]武晓东.“减数分裂”备考复习的教学设计[J].生物学通报,2007(02):43-45.
- [26]苏明学,张芳.“染色体整倍体变异”的教学分析与组织[J].生物学通报,2012,47(04):22-24
- [27]Ellen Osmundson,何珊云,王小平.理解课堂中的形成性评价[J].全球教育展望,2012,41(04):3-6+20.
- [28]Stephen van Holde, Lars Mjøset. Understanding of evolution and inheritance at KS1 and KS2: formative assessment probes[J]. comparative social research, 2015, 20:277-305.
- [29]Bulunuz N , Bulunuz M , Karagz F , et al. Achievement Levels of Middle School Students in the Standardized Science and Technology Exam and Formative Assessment Probes: A Comparative Study[J]. Online Submission, 2016, 2(1):33-50.
- [30]解世雄.应用理想实验发掘学生错误前概念的尝试[J].力学与实践, 1992(03):54-55.

- [31]肖巧玲. 高中生生物学前科学概念转变的教学模型研究[J]. 教育评论, 2014(8):126-128.
- [32]安代红. 基于前概念调查的初中生物学概念转变教学策略探究——以“生物的生殖和发育”为例[J]. 生物学通报, 2016(10):41-43.

附录

附录 A 《基因、染色体和 DNA 的关系》概念探针内容

探针 1: 细胞分裂过程中往往会伴随着染色体（质）、染色单体、核 DNA 的数量变化。有如下两位同学的说法，你同意哪位同学的说法？你是否能够详细说明上述三者在细胞分裂中的数量变化关系，使用绘制坐标曲线图的方法进行表示。

同学 A：一条核 DNA 对应一条染色体（质），细胞分裂时核 DNA 会与染色体（质）发生一致的变化，染色单体的变化可以以此为出发点进行分析。

同学 B：减数分裂时一种特殊的分裂方式，与有丝分裂不同的是，减数第一 / 二次分裂都发生了染色体数目的减半，但在这过程中，染色单体不是一直存在的。

探针 2: 五位同学对同源染色体都发表了说法，你认为哪位同学的说法是正确的？如果有错误，你能够指出错误的部分并进行更改吗？

同学 A：只在减数分裂时才有同源染色体，有丝分裂过程不存在同源染色体。

同学 B：形态、大小都相同的染色体就是同源染色体。

同学 C：X、Y 染色体因为形态结构不一致，所以它们一定不是一对同源染色体。

同学 D：仅仅依靠染色体的形状来判断是否是同源染色体是不正确的，还需要判断是否能发生联会形成四分体。

同学 E：次级卵（精）母细胞含同源染色体，但同源染色体的非姐妹染色单体不发生交叉互换。

同学 F：同源染色体的姐妹染色单体之间的交叉互换，将导致减数分裂产生的配子种类更多。

探针 3: 关于染色体、DNA 和基因之间的关系有如下四种说法，你能否其中的正误，如有错误情指出并说明。

说法 A：染色体是基因和 DNA 的主要载体。

说法 B：非等位基因都遵循孟德尔的自由组合定律。

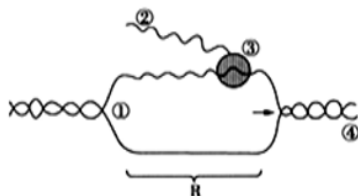
说法 C：基因的基本组成单位和染色体的基本组成成分是一致的。

说法 D：生物体内所有基因的碱基总数小于 DNA 分子的碱基总数，这说明基因是 DNA 的片段。

附录 B 《基因的表达》概念探针内容

探针 1：快速提交选择题答案，并举例回答思考题。

典例一：下图是真核生物mRNA合成过程图，请据图判断下列说法中正确的是（ ）



- A. R表示的节段①正处于解旋状态，形成这种状态需要解旋酶
- B. 图中②是以4种脱氧核苷酸为原料合成的
- C. 如果图中③表示酶分子，则它的名称是RNA聚合酶
- D. 图中的②合成后，在细胞核中与核糖体结合并控制蛋白质的合成

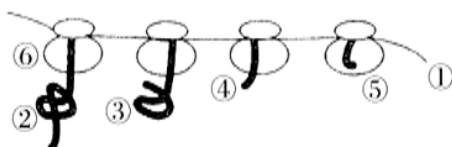
思考：

根据mRNA中的碱基的排列顺序能否准确写出氨基酸的序列？若已知氨基酸的序列，能否确定mRNA中的碱基的排列顺序？

图 1 探针 1 课堂活动界面

探针 2：快速提交选择题答案，并尝试详细阐述思考题。

典例二：如图为细胞中合成蛋白质的示意图，下列相关说法不正确的是（ ）



- A. 该图说明少量的mRNA可以迅速合成出大量的蛋白质
- B. 该过程的模板是mRNA，原料是氨基酸
- C. ②③④⑤的最终结构各不相同
- D. 合成①的场所是细胞核，⑥的合成与核仁有关

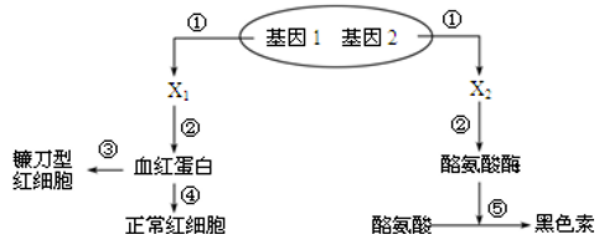
思考：

典例二的过程中用到的tRNA携带遗传信息吗？为什么呢？

图 2 探针 2 课堂活动界面

探针 3：提交选择题答案后，举例说明思考题。

典例三：下图为人体内基因对性状的控制过程，叙述错误的是（ ）



- A. 图中①②过程的场所分别是细胞核、核糖体
- B. 镰刀型细胞贫血症致病的直接原因是血红蛋白分子结构的改变
- C. 人体衰老引起的白发的主要原因是图中的酪氨酸酶活性下降
- D. 该图反映基因对性状的控制是通过控制蛋白质的结构直接控制生物体的性状

思考：

以上实例涉及的都是单个基因对生物体性状的控制，而生物的性状与基因并不是线性的一对一关系，主要体现在哪里呢？

图 3 探针 3 课堂活动界面

附录 C 问卷调查

问卷 A:

尊敬的_____老师您好!

感谢您在百忙之中接受访谈, 以下问题主要围绕概念教学和教学评价, 均为本人研究生毕业论文中重点研究的问题, 诚邀教学经验丰富的优秀一线教师给出意见和建议。在此表示最诚挚的感谢!

访谈问题:

- 一、您通常使用什么教学评价方式?
- 二、对您来说应用评价要达到的最重要的目标是什么?
- 三、您如何检测学生对某些概念的理解情况?
- 四、在课堂中使用概念探针这种新的教学策略/工具, 您有什么看法?
- 五、在课程周期中, 您认为在什么时候使用概念探针比较合适呢?
- 六、如果您在课堂中应用概念探针, 您计划怎样处理评价反馈呢?

问卷 B:

尊敬的_____老师您好!

感谢您在繁重的教学任务中使用新的形成性评价工具, 并在百忙之中接受访谈, 以下问题主要针对您应用概念探针后教学感受进行, 诚邀您给出相关意见和建议, 在此表示最诚挚的感谢!

访谈问题:

- 一、您在哪些课程中应用了概念探针? 将它用于哪个教学环节?
- 二、您计划中学生完成每一个探针的时间和教学实践中学生提交反馈的时间差异大吗?
- 三、您将怎样优化教学策略来缩小预期和实践之间不一致的地方?
- 四、在审阅探针答案时, 评价量规是否起到有效帮助? 您觉得还可以进行哪些调整和补充?
- 五、在获得概念探针反馈后, 您觉得它对后续教学的方向有一定导向作用吗?
- 六、您概念探针的概念教学还有更多想要分享的内容吗?

攻读学位期间发表的论文和研究成果

- [1] 刘雯,曹能.可视化协作平台“会议桌”在混合式教学的应用[J].教育现代化,2020(07)待发表.

致谢

行文至此，三年研究生生活的点滴铺陈开来，愈发鲜活。受疫情影响没能如期复学，不知道图书馆前紫藤萝花是不是开的正盛，每每思及三年来的朝暮过往，便更觉不舍与感慨。如今我下定决心扎根在四季分明的北方，心里却永远住着师大那永不落幕的春天。即将走向人生新的一段旅途，在这之前我想要热泪盈眶地慢慢道别，把心里满溢的感恩之情表达出来，却只能囿于短短的一篇致谢文，笨拙地表达着。

一谢恩师。感恩初入师大就能遇到王重力老师和曹能老师，知遇之恩没齿难忘。两位老师学识渊博，胸怀洒落，如光风霁月，在学术和生活中遇到的困难疑惑都能提点我，帮助我成功化解。感谢蒋丹老师，于我而言最重要的教育实习和毕业论文撰写工作都是在蒋丹老师指导下完成的，感谢老师在繁忙的教学工作后仍耐心指导。蒋老师用一言一行教育我为人师者应守的初心、应修炼的品行与素养。同时，感恩生科院的所有老师，惟愿我不负师恩，也成为一个真正的好老师。

二谢父母。感谢父母让我拥有幸福美满的家庭，让我对这世界保持热爱和感激。感恩你们保护我儿时能无忧无虑的成长，成年后尊重并支持我的选择，让我拥有独行的勇气和胆量，给我最坚强的后盾。在外求学的七个年头里，我不忍回想你们经历过多少个惦念我的夜晚，但女儿确实在践行着你们的教育，能够扎扎实实接下属于自己的困难，一遍一遍磨过去，哪怕是用最笨的办法也从没放弃过。永远感恩我拥有这世界上最无私无畏的父母之爱，拥有你们，让我觉得自己非比寻常。

三谢挚友。感谢我的同窗同学们，也许是特别的缘分让我们彼此山水终相逢，你们耐心、贴心地陪伴了我的读书岁月。感恩我安定在祖国各地的挚友，一路上见证着彼此成长为更好的人，谢谢你们给我最温柔且坚定的友情。

最后，感谢我的男朋友。感恩在清华园的盛夏里我们相遇相知，在毕业季最难捱的时间里被你坚定的鼓励着、肯定着，陪我抚平生活中的毛躁，我感受到黄金时代在我们身前而不是身后，一切未来可期。谢谢你，你是我的宝藏。