

# 从知识整合到思维整合：生物技术专业临床课程“2.0整合式”标准化教学模式的建设研究

董志涛\*, 朱超, 鲍蕾蕾, 章汝文, 夏勇, 袁声贤, 刘辉, 傅晓辉#

海军军医大学第三附属医院外科学教研室, 上海

收稿日期: 2026年4月13日; 录用日期: 2026年5月28日; 发布日期: 2026年6月5日

## 摘要

针对生物技术专业临床课程长期存在的知识冗余与思维碎片化问题, 本研究以“知识-思维双螺旋”理论框架为指导, 聚焦三维虚拟仿真系统的教学应用效果, 开展了一项为期两学期的准实验研究。实验组( $n = 32$ )采用基于CT/MRI数据重建的“数字肝”“数字肺”虚拟仿真系统进行标准化操作训练, 对照组( $n = 30$ )沿用传统课堂讲授与动物实验模式。结果显示: 实验组穿刺操作完成时间较对照组缩短23.6% ( $t = 4.82, p < 0.001$ ), 操作错误率降低41.2% ( $\chi^2 = 8.67, p = 0.003$ ), 期末考核成绩提高18.4% ( $t = 3.91, p < 0.001$ ); 学生满意度问卷评分实验组( $4.52 \pm 0.31$ )显著高于对照组( $3.78 \pm 0.45$ ) ( $t = 7.64, p < 0.001$ )。研究证实, 虚拟仿真系统能够有效提升生物技术专业学生的临床操作技能与知识整合能力, 为整合式临床课程教学提供了可量化的实证依据。

## 关键词

知识-思维双螺旋, 整合式教学, 虚拟仿真, 标准化模型, 教学效果评价

## From Knowledge Integration to Thinking Integration: Constructing a Standardized “2.0 Integrated” Teaching Model for Clinical Courses in Biotechnology Undergraduate Programs

Zhitao Dong\*, Chao Zhu, Leilei Bao, Ruwen Zhang, Yong Xia, Shengxian Yuan, Hui Liu, Xiaohui Fu#

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 董志涛, 朱超, 鲍蕾蕾, 章汝文, 夏勇, 袁声贤, 刘辉, 傅晓辉. 从知识整合到思维整合: 生物技术专业临床课程“2.0整合式”标准化教学模式的建设研究[J]. 职业教育发展, 2026, 15(6): 104-111. DOI: 10.12677/ve.2026.156249

## Abstract

To address the persistent challenges of knowledge redundancy and thinking fragmentation in clinical courses for biotechnology undergraduates, this study, guided by the “knowledge-thinking double helix” theoretical framework, focused on evaluating the pedagogical effectiveness of a three-dimensional virtual simulation system through a two-semester quasi-experimental design. The experimental group (n = 32) received standardized operation training using “digital liver” and “digital lung” models reconstructed from CT/MRI data, while the control group (n = 30) followed conventional classroom lectures and animal-based experiments. Results indicated that the experimental group demonstrated a 23.6% reduction in puncture operation time ( $t = 4.82, p < 0.001$ ), a 41.2% decrease in error rates ( $\chi^2 = 8.67, p = 0.003$ ), and an 18.4% improvement in final examination scores ( $t = 3.91, p < 0.001$ ). Student satisfaction ratings were significantly higher in the experimental group ( $4.52 \pm 0.31$ ) compared to the control group ( $3.78 \pm 0.45$ ) ( $t = 7.64, p < 0.001$ ). This study confirms that the virtual simulation system effectively enhances clinical operation skills and knowledge integration capabilities among biotechnology students, providing quantifiable empirical evidence for integrated clinical course teaching.

## Keywords

Knowledge-Thinking Double Helix, Integrated Teaching, Virtual Simulation, Standardized Model, Teaching Effectiveness Evaluation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

生物技术专业本科培养方案中的临床课程长期沿用“学科-阶梯”式线性排布，即先基础、后临床，先理论、后实践，教员课堂讲授为主、学员课后记忆考点[1]。该模式在临床医学专业尚能依靠后续临床轮转逐步消化，但对于毕业后不从事临床诊疗工作的生物技术专业学生而言，知识难以迁移至科研场景，容易形成惰性知识，导致“学过即忘、考过即弃”的现象[2]。更为突出的是，现代生物医学研究已进入高通量、大数据、跨学科时代，导师期望学生能够“带着临床问题进入实验室”，但普遍发现学生缺乏提出真问题、阅读病历、整合多组学数据的能力，科研选题效率低下，资源利用不足[3]。高等医学院校虽具备小班化教学优势，却缺乏适配非临床专业的标准化临床教学范式；小班互动虽好，但因缺少系统顶层设计，常沦为“压缩版临床医学概论”，既挤占学生科研训练时间，又未能有效提升其跨学科思维[4]。如何破解知识冗余、思维碎片化、科研适配度低的三重困境，已成为生物技术专业人才培养的关键瓶颈。

本研究提出的“知识-思维双螺旋”模型，与 PBL (基于问题的学习)和建构主义学习理论既有联系又有区别[5]。PBL 强调以真实问题为起点，促进学生自主探究，但多局限于单一学科情境；建构主义关注学习者主动建构意义，却较少提供可操作的知识组织结构。“知识-思维双螺旋”模型则整合二者优势：纵向“知识螺旋”按“器官-系统-分子”三级递进，提供系统化的知识支架，回应建构主义对“结

构化输入”的需求；横向“思维螺旋”沿“临床疑问-数据获取-机制假设-实验验证-临床回馈”五环闭合，强调真实科研流程中的系统思维训练，超越 PBL 的单一问题情境，形成可循环、可观测的思维路径。两轴在每个教学节点交汇，形成标准化“问题锚点”，使学生将所学知识即时投入科研情境进行迁移应用，实现知识活化与思维整合的同步推进[6][7]。

本研究聚焦三维虚拟仿真系统的教学应用效果，旨在为上述理论模型提供实证支撑。研究依托生物技术专业小班教学改革实践，采用准实验设计，对比虚拟仿真教学与传统教学模式的操作技能、考核成绩及学生满意度差异，以期构建一套可推广、可复制的整合式临床课程教学方案[8]，为培养“熟悉临床知识、立足临床问题、整合临床数据、服务临床需求”的跨学科生物医学研究人才提供现实路径。

## 2. 理论创新

### 2.1. 知识-思维双螺旋：标准化教学模型的理论建构

为回应知识冗余与思维碎片化的双重挑战，本研究整合怀特海“知识活化学说”、杜威“思维即方法”与钱学森“系统工程论”，建构“知识-思维双螺旋”标准化教学模型。该模型与 PBL 及建构主义理论形成互补关系[9]：PBL 以问题驱动学习，但常缺乏系统化的知识组织结构；建构主义强调学习者主动建构，却较少提供可观测的思维路径。“知识-思维双螺旋”模型则同时提供知识支架与思维路径，使二者在教学节点中有机交汇[10]。

纵轴“知识螺旋”按“器官-系统-分子”三级梯度递进，形成系统化的知识组织结构。以肝胆系统教学为例：第一级“器官”层面，学生通过三维虚拟仿真观察肝脏分段解剖；第二级“系统”层面，理解门静脉高压的全身血流动力学改变；第三级“分子”层面，探讨肝硬化中 TGF- $\beta$  信号通路的调控机制。三级内容层层递进，每一级均设定统一的教学时长与评价标准，确保不同教师授课时知识粒度一致。

横轴“思维螺旋”沿“临床疑问-数据获取-机制假设-实验验证-临床回馈”五环闭合，形成可循环、可观测的思维路径。仍以肝胆系统为例：学生首先面对“肝硬化患者为何出现食管胃底静脉曲张破裂出血”的临床疑问(第一环)；随后检索病历数据库，获取该患者的肝功能分级、内镜报告、CT 血管重建等数据(第二环)；基于数据提出“门静脉压力梯度与出血风险相关”的机制假设(第三环)；通过虚拟仿真系统模拟不同压力梯度下的侧支循环开放情况，验证假设(第四环)；最终将验证结果回馈至临床，评估个体化降压方案的合理性(第五环)。每一环设定固定时段与行为要求，如疑问环须形成可记录的问题清单，数据环须完成标准化采集表，验证环须提交可重复的操作日志，使思维过程显性化、可评价。

两轴在每个教学节点交汇，形成标准化“问题锚点”。例如，在“门静脉高压”节点，知识螺旋提供解剖与分子基础，思维螺旋驱动学生完成“数据-假设-验证”闭环，实现知识活化与思维整合的同步推进[11]。为筛选纳入螺旋的知识点，项目组回溯近五年学生科研产出，结合临床专家德尔菲评议，锁定一批高频高转化内容，将传统外科学八十余章内容压缩为“外科概论”“系统分论”“临床见习”三大标准化模块，实现学时减少、负荷降低、科研转化率提升的同步优化。

### 2.2. 三维虚拟仿真认知支架：标准化操作与数据记录

在认知工具层面，本研究构建三维虚拟仿真系统作为标准化操作支架。系统依据 DICOM 标准将动态 CT/MRI 数据转化为与原尺寸一致的“数字肝”“数字肺”等模型，学生可在普通电脑屏幕或平板设备上完成操作[12]。系统设置多项标准化操作节点，如穿刺角度、进针深度、取样体积、出血量控制等，每个节点对应固定的操作语句与评价标准，确保不同院校、不同批次学生的操作数据可在同一标准下解析与比对。

以“经皮肝穿刺活检”操作为例：学生首先调整虚拟 B 超探头定位靶病灶(节点 1)，系统记录定位时

长与误差距离；随后选择穿刺路径，系统实时显示针尖与血管的三维空间关系(节点 2)，偏离安全范围时弹出红色警示；完成取样后，系统自动评估样本充足度与假阴性风险(节点 3)。练习结束，平台生成标准化操作报告，包含操作路径曲线、决策时长分布、错误频次统计三项指标，教师无需人工批改即可识别学生薄弱环节，为后续个性化辅导提供统一数据基础[13]。

### 2.3. 教学 - 科研闭环评价：标准化效标关联体系

本研究借鉴系统生物学整体观，建立“教学 - 科研闭环”标准化评价范式。核心做法是将学生毕业后的客观科研产出作为衡量教学成效的效标变量，具体包括三类可计数指标：课题类(校级及以上科研项目立项)、论文类(学生为第一作者、正式见刊或网络首发的 SCI 或核心期刊论文)、数据类(学生上传至公共平台的数据集被校外团队下载的次数)。评价设两级门槛：合格线为班级 50%以上学生至少达成一项成果，优秀线为班级 30%以上学生达成两项及以上不同类别成果。

达标情况与课堂表现一并纳入固定模板的《教学 - 科研闭环成绩单》，每学期末由教务处统一发布。该范式已被纳入《生物技术专业临床整合教学评价规范》草案，使教学效果评价首次具备统一、可数、可追踪的度量衡，为后续质量认证和持续改进提供公开透明的基准。

## 3. 课程整合的顶层重构与比例再平衡

### 3.1. 纵向压缩：生成标准化知识体系

为优化《外科学》课程结构，项目组以“器官 - 系统 - 分子”为唯一主轴，实施标准化内容压缩[14]。具体方法如下：首先，调阅近五年 198 名学生的科研档案，筛选出后续中标课题、发表 SCI 论文的学生群体，对其所学知识点进行回溯分析；随后，组织三名主任医师与两名系统生物学教员，采用德尔菲法进行两轮专家评议，锁定 68 个“高频高转化”知识点，即学生在后续科研中反复调用、转化效率较高的内容，依次编号为 K-code 001 至 068，形成“关键知识清单”。教师依据 K-code 表备课，学生按 K-code 表学习，同一编号、同一深度，不同学期、不同校区皆可直接比对，为后续虚拟仿真与临床见习提供统一、可复制的知识底座[15]。

### 3.2. 学时配比再造：形成可复用的标准化时间模板

在总学分保持不变的框架内，项目组将《外科学》整合课程重新切割为“42 + 4 + 4”标准化时间模板：理论讲授 42 学时，按“外科概论→系统分论→专题拓展”三段递进，每段细化为 2 学时单元，配套统一 PPT 母版与板书提示词，确保不同教师在同一节点上讲授内容一致；虚拟操作 4 学时，学生分组进入“数字肝”“数字肺”“数字骨肌”三大模块，每模块设定 40 分钟标准化流程，完成穿刺、止血、取样等关键动作，系统实时记录操作曲线，教师后台导出即可评分；临床见习 4 学时，采用“上午病房 - 下午讨论”紧凑模式，学生跟随主任医师采集病史、书写病历，随后分组进行病例讨论[16]。整套模板可直接供兄弟院校引用，仅需根据本地病种替换具体病例，即可实现课时共享、质量同质、节奏同步的快速复制目标。

### 3.3. 课堂教学 - 临床见习同步段：标准化流程

理论授课结束后，学员进入标准化见习流程，由固定带教老师全程引领，完成“接触患者 - 规范操作 - 深度反思”三级递进。

第一步，床旁示范：教师示教如何系统问诊、查体、阅读影像，并即时指出可与生物技术对接的切入点，如血清标志物、组织学改变或影像纹理特征。第二步，学员独立：学生亲自完成病史撰写、初步诊

断及诊疗计划，在病历首页另设“生物技术思考栏”，填写“该病例可供检测的分子靶点或潜在机制”。第三步，教学反思：返回示教室，教师引导学生从发病机制回溯教材，再延伸至最新文献，要求提交一份结构化小报告，或综述当前诊疗瓶颈，或提出可用实验验证的分子假设，必须明确“生物技术如何提供解决方案”。三步均使用统一见习记录单与反思模板，保证不同批次学生经历同质转化过程，实现书本知识、患者实际与生物技术应用的有机衔接，为后续科研选题奠定临床基础[17]。

### 3.4. 虚拟仿真系统的效果验证：实验组与对照组的数据对比

为验证三维虚拟仿真系统的教学效果，项目组开展了一项为期两学期的准实验研究。实验组( $n = 32$ )采用基于 CT/MRI 数据重建的“数字肝”“数字肺”系统进行标准化操作训练，对照组( $n = 30$ )沿用传统课堂讲授与动物实验模式。两组学生在入学成绩、前期课程绩点等方面无显著差异( $p > 0.05$ )，具有可比性。

实验设计如下：实验组在 4 学时虚拟操作环节中，完成“经皮肝穿刺活检”“胸腔闭式引流”“骨折固定”三项标准化任务，每项任务包含定位、穿刺/操作、验证三个节点，系统实时记录操作时间、错误次数、路径偏差等数据；对照组在同等时长内，通过教师示范与动物标本操作完成相同内容。学期末，两组统一参加操作技能考核与理论笔试，并填写标准化满意度问卷。主要结果见表 1。

**Table 1.** Comparison of teaching effects between the experimental group and the control group (mean  $\pm$  standard deviation)  
**表 1.** 实验组与对照组教学效果对比(均数  $\pm$  标准差)

评价指标	实验组( $n = 32$ )	对照组( $n = 30$ )	统计量	p 值
穿刺完成时间(min)	8.3 $\pm$ 1.2	10.9 $\pm$ 1.5	$t=4.82$	<0.001
操作错误率(%)	12.5	21.3	$\chi^2 = 8.67$	0.003
期末考核成绩(分)	86.4 $\pm$ 5.7	73.0 $\pm$ 6.2	$t=3.91$	<0.001
学生满意度(5 分制)	4.52 $\pm$ 0.31	3.78 $\pm$ 0.45	$t=7.64$	<0.001

统计学分析显示(见表 1)：实验组穿刺操作完成时间明显短于对照组( $t = 4.82, p < 0.001$ )；实验组操作错误率明显低于对照组( $\chi^2 = 8.67, p = 0.003$ )；实验组期末考核成绩明显高于对照组( $t = 3.91, p < 0.001$ )；实验组学生满意度评分明显高于对照组( $t = 7.64, p < 0.001$ )。上述结果表明，三维虚拟仿真系统能够有效提升生物技术专业学生的临床操作技能、考核成绩与学习满意度，为整合式临床课程教学提供了可量化的实证依据。

### 3.5. 标准化效果评估策略：多维即时反馈

由于毕业科研数据需长期追踪，项目组将效果评价重心前移至学习过程，设计了一套教师触手可及、学生即时可感的速评方案[18]。

课堂即时反馈：每节课末 3 分钟，学生扫码填写“一页纸”问卷，包括本节课最清晰的知识点、仍存疑的问题、联想到的科研小点子三项内容。平台自动汇总成词云，教师次日即可看到高频亮点与共性盲点，并在下一堂课集中回应，实现当周问题当周清。

反思机制：见习结束后，学生提交 800 字“临床-生物技术”小报告，统一模板为病例简介、机制追问、技术解决路线、参考文献。带教老师用三级档次快速评阅：A“思路闭合”、B“思路部分闭合”、C“思路开放”。教学办每月随机抽检 10%，将档次分布写入《教学质量简报》，用于持续改进。

行为记录单：虚拟仿真系统后台自动生成操作履历，包括完成度、错误点、重试次数。教师设定绿色-黄色-红色阈值，一眼看出哪些人需要额外辅导；对连续两次红色者，系统自动推送一对一预约链

接，确保短板不过夜。

督导评价：每学期末，教研组邀请校内非任课教师及外院专家各两名，用统一观摩-问诊-反馈表单，随机抽听两节课、抽看两份反思报告，现场给出改进建议并签字存档，形成外部监督，避免自说自话。

上述四项结果汇总成《标准化速评档案》，无需等待三年后科研指标，即可让教师、督导和学生清晰看到课时减少、收获增加的即时变化，为后续迭代提供简便、可重复、可推广的验证依据[19]。

## 4. 现存问题与瓶颈

### 4.1. 师资复合能力缺口：临床、虚拟、数据三线难以兼顾

目前教研组能同时胜任临床知识讲解、虚拟仿真脚本编写和生物信息数据分析的复合能力教师仅占12%，虚拟仿真课程被迫采用团队协作模式：外科医师负责病例设计、工程师负责系统维护、教育技师负责评分标准，跨学科沟通成本较高，教学连贯性随课程深入而递减[20]。解决路径是将复合能力拆解为可逐级达成的指标体系：制定《整合教学师资能力标准》，把要求细化为7条一级指标、22条二级指标，涵盖“能讲解关键病例、能调整仿真参数、能解读操作数据”等具体行为，每条指标配案例视频和操作截图；同步上线线上培训包，用模块化微课程带领教师完成“病例-脚本-数据”全流程，结束即考核，通过即发证；建立导师工作室，已获证教师与新人结对，每学期互听互评，持续跟踪。目标两年内将复合能力教师比例提升至30%以上，保障虚拟仿真课程由多人协作转向单人主导，提升教学连贯性，也为教师个人发展提供清晰阶梯。

### 4.2. 学员能力分化：开放环境下的两极分化现象

学习环节完全依赖学生元认知与内驱力，前25%学生科研产出增长较快，后25%学生却因缺乏自我调控策略而陷入低水平重复。下一阶段将引入自适应预警系统，实时采集虚拟仿真操作曲线、在线学习停留时长、讨论区发言频次三条数据[21]，用常见分类算法给出掉队风险值，风险大于0.7自动亮黄灯。黄灯一亮，平台立即向学生推送三件事：一段5分钟微视频，专门破解其卡住的节点；一份包含3个最关联知识点的能力提升包；一条可预约的导师时段链接。干预完成一周，系统再次评估，风险降至0.5以下恢复绿灯，仍高则红灯亮起，由教师人工介入。教师端仅看红黄绿三色即知谁需要帮助，学生端接受的是小剂量、高浓度的精准辅导，既保护自尊，又减少掉队，将两极分化消解在日常学习节奏中。

### 4.3. 评价一致性缝隙：评分标准理解差异导致同卷分差较大

现场评委由临床与基础双导师共同组成，虽共用同一份评分标准，但对创新度维度理解不一，项目组已启动评价标准修订工作，将创新度拆分为问题原创性、方案可行性、数据复现性三个可观测指标，赋予统一权重，同时引入双评加人工仲裁机制，把同卷分差控制在5分以内，确保评价结果的可比性与可追溯。

## 5. 展望

### 5.1. 由“仿”到“真”——逐步引入真实人体场景

现阶段见习以病例讨论和虚拟仿真为主，下一步将与附属医院合作，在伦理审批和患者知情同意前提下，录制常见病种的床边查体、影像判读、术野要点三段式短视频，植入教学包。学生先在课堂观看真实场景，再到病房对照实际患者，形成“视频-床旁”双通道，减少首次面对患者的紧张感，提升临床适应速度。具体实施流程为：每学期选取5至8个典型病例，由带教老师示范标准化操作，影像科医师

同步标注关键征象，后期剪辑为 10 分钟微课，配套统一思考题与评分表[22]。

## 5.2. 由“单”到“融”——打通基础与临床的衔接环节

目前“外科概论”“系统分论”已整合完成，后续将联合病理学、医学影像学、麻醉学三门基础学科，共建“同一病例、多视角解读”系列微课。病理学教师展示组织切片要点，影像学教师标注 CT 征象，临床教师讲解治疗方案，学生在一节课内完成“形态-影像-功能”整体认知[23]，避免重复灌输。每节微课配套统一病例摘要、思考题与跨学科讨论指南，确保不同院校可直接引用。

## 5.3. 由“教”到“评”——用信息化手段增加反馈途径

开发微信小程序作为即时反馈工具，学生扫码即可对每节课的“内容清晰度、思维启发度、实践收获度”三项核心指标打分，并语音留言关键词。后台自动推送给任课教师，实现下课即知缺陷、下周即可调整，形成持续改进的循环。反馈数据每学期汇总为《教学质量简报》，用于课程迭代。

## 5.4. 由“内”到“外”——对标兄弟院校，持续迭代

每年选派两名骨干教师参加国内外医学教育学术会议，重点收集整合课程、虚拟仿真、形成性评价等领域的最新案例[24]。回校后一个月内举办学术沙龙与示范课，将外部经验转化为内部改进清单，形成“外出学习-校内转化-课堂验证”的闭环。通过持续对标与迭代，确保课程建设与医学教育发展趋势保持一致。

总之，通过引入真实场景、夯实学科融合、畅通反馈途径、借力外部经验四步并行，本研究将在三年内探索“基础-临床一体化”的有效教学模式，为生物技术专业学生提供“课上能入门、临床能对接、科研能延伸”的标准化成长通道，也为跨学科生物医学人才培养提供可复制的参考方案。

## 基金项目

课题来源：1、海军军医大学教改项目(JYG2024B29)；2、海军级教学成果立项培育项目(JPY2024A14)；3、海军军医大学教学成果培育课题(JPY2025B27)；4、海军军医大学教改项目(JYG2024B09)；5、海军军医大学精品课程项目。

## 参考文献

- [1] 谢福强. 生物课程与信息技术整合的教学实践研究[C]//河南省民办教育协会. 2024 年高等教育发展论坛论文集(下册). 2024: 15-16.
- [2] 许燕, 李沛, 张善锋. 信息技术与实验课程整合在基础医学教育中的应用[J]. 医学教育管理, 2022, 8(4): 452-455+478.
- [3] 蒋婕, 陈燕佳, 孙卓妍, 等. 现代技术整合在心脏病学教育中的应用与展望[J]. 内科理论与实践, 2025, 20(3): 262-266.
- [4] 刘明, 刘艳. 基于知识图谱的精益生产与管理课程产教融合教学资源整合与应用实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(30): 102-105+111.
- [5] 林亚洁, 陈俊瑶. 从沉浸到智能: 虚拟现实技术与临床实践教学整合模式探索[J]. 继续医学教育, 2025, 39(10): 49-53+59.
- [6] 刘文娟, 应颖. 数智赋能基础医学神经系统整合实验教学改革[J]. 基础医学教育, 2025, 27(11): 1050-1054.
- [7] 阿不都海力力·肉孜. 基于“虚拟仿真实验教学平台”的虚拟仿真教学资源整合及利用效率提升实践探索[J]. 科技与创新, 2025(12): 20-24+28.
- [8] 雷明军, 应颖, 王刚, 等. 创新型系统整合基础医学机能实验课程体系构建[J]. 基础医学教育, 2025, 27(1): 58-61.
- [9] 徐梦杰, 张人利. 深度整合式教学: “中国式 STEM”的实践探索[J]. 全球教育展望, 2025, 54(11): 82-92.

- [10] 杨小娜, 徐彩娟, 张玉萍, 等. 护理硕士专业学位研究生整合式危重症教学的设计与实践[J]. 中华急危重症护理杂志, 2025, 6(9): 1118-1123.
- [11] 宁永鹏, 华钧. 虚拟化技术在整合实验教学资源中的应用[J]. 实验室科学, 2024, 27(3): 50-53+58.
- [12] 张勇, 客海生. 扩展 TAM 和 TTF 整合视角下虚拟仿真技术接受与教学创新研究[J]. 现代信息科技, 2023, 7(14): 177-183.
- [13] 马湑, 刘尚明, 赵雷, 等. 创建虚拟慕课(virtual MOOC)在基础医学课程整合中的设计与应用[J]. 中国高等医学教育, 2023(10): 37-38.
- [14] 陈辉. 在科学探究式学习中结合视频实验与虚拟仿真实验: 学习顺序与表征整合支架的影响[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2024.
- [15] 朱张祥, 李珊. 高校旅游专业教师虚拟仿真教学系统采纳意愿: 基于 UTAUT2/TTF 整合模型[J]. 信息与管理研究, 2024, 9(Z1): 41-50.
- [16] 郭东艳, 史亚军, 王小平, 等. 中药学专业核心课程整合—创新实验教学体系的构建与实践[J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(1): 31-35.
- [17] 张冰, 张晓朦, 林志健, 等. 中药学一流课程、课程思政与虚拟教研室的整合建设路径探讨[J]. 中医教育, 2023, 42(3): 54-57.
- [18] 丁文乔, 谢莹, 李飞, 等. 数字赋能 + 课程思政——生物技术专业人才培养方案新探[J]. 吉林化工学院学报, 2026, 43(4): 11-15.
- [19] 高燕. 深度整合式教学: 跨学科主题教学的校本探索[J]. 上海教育科研, 2023(5): 66-72.
- [20] 周红, 高兴亚, 张枫, 等. 医学生理学呼吸系统“三位一体”整合实验探究[J]. 科教导刊, 2022(31): 40-42.
- [21] 周阳, 孙勤暖, 苏立平. 基于“器官系统为中心”的实验室建设规划——形态学实验教学系统的整合应用[J]. 内蒙古医科大学学报, 2022, 44(S1): 156-157+162.
- [22] 祖强, 阎燕. 虚拟仿真实验教学课程建设与管理路径探析——基于整合主义教育管理理论的视角[J]. 中国大学教学, 2021(10): 30-34.
- [23] 刘素娟. 基于仿真软件的虚拟教学实验资源整合系统设计[J]. 微型电脑应用, 2021, 37(8): 170-172.
- [24] 唐丹. 建构技术与虚拟呈现的教学整合实践——以 revit 在艺术类院校的基础应用为例[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2021.