

高校生物学实验教学视频设计的理论基础及其启示

邴 杰

北京师范大学生命科学学院, 北京

收稿日期: 2023年9月16日; 录用日期: 2023年10月17日; 发布日期: 2023年10月24日

摘 要

教学视频一直是生物学实验教学中的重要组成部分, 为翻转式、混合式和在线课程的开展提供了重要的内容传递工具。本文在前期文献研究和实践建设经验基础上总结出高校生物学实验教学视频建设的理论基础, 并提出教师在生物学实验教学视频建设中, 需要从学生的角度, 充分考虑到学生的认知负荷、从调动学生学习参与度和主动性等方面设计生物学实验教学视频, 从而实现生物学实验教学视频建设的有效性。

关键词

生物学实验, 教学视频, 认知负荷

The Theoretical Basis and Enlightenment of College Biology Experiment Teaching Video Design

Jie Bing

College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing

Received: Sep. 16th, 2023; accepted: Oct. 17th, 2023; published: Oct. 24th, 2023

Abstract

Teaching videos have always been an important component of biology laboratory instruction, providing an important tool for content delivery in flipped, blended, and online courses. Building on a literature review and practical experience, this paper summarizes the theoretical foundation

for constructing teaching videos for university-level biology laboratory instruction. It also proposes that instructors consider multiple factors from the students' perspective, such as cognitive load and enhancing student engagement and autonomy, when designing teaching videos for biology laboratory instruction, in order to achieve effective outcomes.

Keywords

Biological Experiment, Teaching Video, Cognitive Load

Copyright © 2023 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

随着信息技术的广泛传播, 教学视频为混合式教学的开展提供了可能, 在特殊时期(新冠疫情期间)成为在线课程中的主要教学媒介。大量实证研究发现, 教学视频已成为教育教学中的重要技术工具和手段, 基于实验教学视频的混合式教学、MOOC 等能有效促进学生的学习[1]。在当前课时紧缺的情况下为实验教学的开展、学生的自主学习和主动学习提供了重要的辅助手段。然而, 通过文献追踪发现, 当前实验教学视频的建设并不乐观, 或是对实验过程写实性的记录, 画面缺乏美观性且拖沓冗长, 让学生产生厌学情绪; 或是注重影视效果呈现, 偏离真实实验场景, 过于注重细节刻画, 忽视了实验教学视频的教学价值, 学生沉浸在唯美的画面中, 没有产生真实的学习[2]。造成实验教学视频建设偏差的原因主要是: 教师在实验教学视频设计过程中, 对教学视频设计的理论基础和学生自主学习的特征认识缺失造成的。如何结合教学视频特征和学生认知学习特征设计实验教学视频, 成为推动实验教学信息化高速发展必须要解决的问题之一。

实验教学视频指基于实验教学的视频, 视频内容主要包括实验理论知识内容和实验操作流程, 在呈现形式上普遍采用对实验教学及其操作流程的全程录播, 以教师的教为主, 缺少教师与学生、学生与学生之间的交互性, 学生对实验教学视频的学习动机并不明显, 学生在观看完实验教学视频后, 在实验课堂中实施实体实验时只会按部就班, 而缺乏迁移创造的能力[3]。出现以上现象主要原因在于, 视频本体并不会自动产生让学生学习的功能, 只有根据学生认知特征、学生学习特征和主动学习等设计的特定视频才会具备学生学习的功能。

2. 实验教学视频问题根源与解决方向

无论是实验教学设计还是实验教学视频的设计, 都需要从学生的角度进行考量, 需要关注到学生学习的认知负荷。

2.1. 认知负荷理论与教学设计的关系

所谓认知负荷指学生在学习时需要借助感觉器官将外界环境中接收到的信息进行处理加工, 并将其储存的过程, 而具备信息的加工与储存功能的认知空间是有限的, 因此, 学生在学习的过程中从感觉器官接收的信息也是有限的, 这种有限性被称为认知负荷[4]。在实施教学设计和组织教学材料时, 教师要关注到学生这一认知特征并有效组织教学, 实现学生认知负荷的最优化。学生在学习的过程中其认知负荷包括三个组成部分: 内在认知负荷、外在认知负荷和有效认知负荷, 其中, 内在认知负荷是学生内在

固有的部分，取决于学习内容内在的关联性，如生物学中对有丝分裂的名称的学习所用的内在认知负荷要低于理解细胞周期调控；外在认知负荷指学习内容之外的无关信息，如逻辑混乱的教学设计、教师刻板的教学、错误指令等对学习认知产生的多余项；有效认知负荷指能达到学习预期目标所必须的认知活动，如比较、分析、阐述观点等，并能将所学主题内容融入到原有概念结构的过程。认知负荷理论为教学设计和教学内容的组织具有重要启发性，教师在设计教学时需要尽量减少外在认知负荷的影响，充分考虑到教学内容的内在认知负荷，学生处理信息的有限性，要求教师要充分考虑到学生在接受新的知识内容时，需要经过记忆加工编码后才能形成长期记忆，因而在教学设计中教师需要将教学中最重要的信息提炼出来，并让学生将这些重要信息转化为学生的长期记忆[5]。因此，教师在教学设计前需要对教学知识内容的主次关系和重要程度要作出评估和判断，从而能减轻学生的认知负荷，让学生高效的建构起概念体系。

2.2. 多媒体学习认知理论与实验视频设计的关系

多媒体学习认知理论就是建立在认知负荷理论基础上的理论，指学生在学习过程中需要调动自身两种信息通道获取信息，分别是视觉/图像通道和听觉/语言处理通道，每个通道的容量是有限的，但两个通道都可以促进新信息整合到原有认知结构[6]。使用两种通道可最大限度的提高信息加工的容量，高认知负荷都会影响两个通道的信息处理能力。因此，实验教学视频设计中需要充分考虑到学生两个通道的认知负荷承载量，并在此基础上组织教学材料和教学内容能高效提升学生的学习效率。由此，根据认知负荷理论构建了实验教学视频设计图示，具体如图1所示。

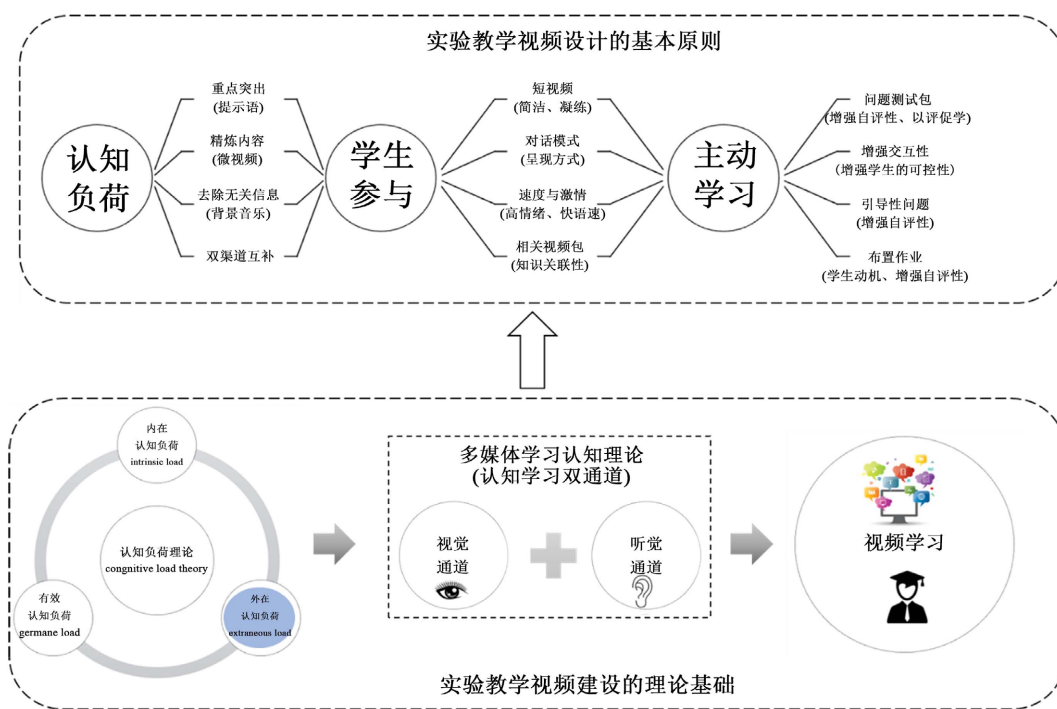


Figure 1. The fundamental principles of designing instructional videos for experiments

图1. 实验教学视频设计的基本原则

3. 基于认知负荷理论的实验教学视频设计的基本原则

基于认知负荷理论和多媒体学习认知理论，为了让学生能在有效的学习学习内容，减轻学习认知负

荷,在实验教学视频设计中要充分考虑到内在认知负荷(知识点)、最小化外在认知负荷(无关信息),最优化有效认知负荷,在教学视频设计中做到突出重点、精炼内容并去除无关信息、双渠道互补的原则。

3.1. 突出重点

所谓突出重点指利用提示语标出重要信息,如,标出关键词、增强颜色对比度、特定符号等,让学生针对视频中的重要信息在工作记忆中作出加工处理,并能帮助学生在复杂情境中掌握重点内容,从而减少外在认知负荷的影响;同时也能通过关键词让学生建构概念间的联系,从而增强有效认知负荷,有研究表明,利用突出重点的方式可以帮助学生从动画或视频内容中提取并记忆新知识[7]。

分段/分块剪辑视频能有效帮助学生学习新知识,分段学习可以分割知识信息,降低学生接收新信息的信息量,从而减少内在认知负荷,增强信息结构处理的有效认知负荷。在教学视频制作中既可以采用微课的形式分段,也可以整段视频分段后,在相应节点处设计问题/任务,待学生完成后,学生可自主控制的暂停/播放按钮。研究表明,微课和控制按钮都是视频教学中促进学生参与学习有效的视频分段模式[8]。

3.2. 精炼内容,去除无关信息

在教学视频设计中还需要明确学习目标,去除与学习目标无关的信息。其中,学习目标的确是关键,教师需要从学生的角度出发。首先,判断学习该教学视频的对象水平,根据学生特征确定学习目标,并对学习内容作出选择;其次,教学视频中的音乐、渲染背景、动画等额外信息会影响到学生学习过程中注意力的分配,影响学生对核心内容的学习,产生外在的认知负荷;另外超出学生认知能力的内容对学生而言也会是外在认知负荷,不利于学生达成学习目标。因此,教学视频设计中要充分考虑到学生的特征精炼学习目标。

3.3. 双通道互补机制

提升实验教学视频的教学效果需要充分考虑到多媒体认知理论中的双通道机制,通过形式和内容的不同呈现方式,让双通道达到最大限度的处理信息增强有效认知负荷。教师在实验教学视频的呈现上可以通过视频操作过程和讲述同步阐明实验内容,让学生能从两个渠道双重和互补的获得信息流。例如在可汗学院教学中即利用听觉通道传播知识信息,又通过手画草图对内容作出解释,能提高学生记忆并传递信息的能力,从而提高学生的视频学习参与度。

4. 认知负荷理论对教师实验教学视频设计的启示

基于认知负荷理论设计实验教学视频还要重点考虑到学习中学生的参与度和主动性。

4.1. 教师在设计实验教学视频过程中要充分考虑到学生的参与度

飞利浦·郭和托马斯等认为能调动学生视频参与度是检验教学视频成效的重要参考指标之一[9]。学生只有参与到教学视频的学习中,才会从中学到知识,当前关于学生参与教学视频学习的研究主要集中在对MOOC的研究,显示视频的长短、视频的对话模式、表达呈现方式、相关视频的联系等都会影响到学生的参与度。因此,教师在设计实验教学视频时可以采用短视频、对话模式和优化视频三种策略。

首先,采用短视频的方式对实验教学视频进行分段处理。研究表明,视频的长短直接影响到学生对视频的学习,6 min以内的视频学生能100%的参与观看,随着视频的长度增加,学生参与到视频学习的时间也相应递减,9~12 min的视频学生参与度仅有50%,而12~40 min的视频参与度平均只有20%。任何长度的视频学生投入的最大时间都只有6 min,因此在教学视频制作上需要控制在6~9 min之内[9]。Risko等的研究发现,在实验室中观察学生观看1 h之内的教学视频,并检测学生参与度和知识接受度,

发现随着时间的推移,学生对教学视频的参与度逐渐下降,知识接受度也显著下降[10]。

其次,采用对话模式。实验教学视频中的会话语言会直接影响到学生的参与度。在实验教学中使用对话式语言比正式语言更能提升学生的实验教学视频参与度,对话式语言能有效建构起学生与教师之间的关系,从而提升学生的实验教学视频参与度。也有研究显示在实验教学视频中教师的语速也会影响到学生的学习参与度,语速越快学生的学习参与度越高。然而,对于重要的实验步骤的讲解教师需要放慢语速,以提升学生对知识的理解。在实验教学视频中加入学生可控制视频播放快、慢的按钮,对学生参与到视频教学中具有积极地影响。

最后,优化视频。教师通过后期加工处理包装实验教学视频,可有效促进学生的参与度。实验教学视频可帮助教师优化资源,实现传播和普及的价值。然而,教师在使用教学视频时需要考虑到该教学视频的学生特征、周围环境等,教师需要建构新的情境,将相关视频、文本等打包给学生,以确保教学视频的使用对新情境中的教学具有积极的作用。

4.2. 教师在实验教学视频设计中要考虑到学生的主动学习

学生主动学习比被动学习具有显著优势,教学视频能促进学生的认知活动,并提高学生利用视频介质参与学习。Schacer 等认为以教学视频为主要媒介的在线学习属于学生的自调控学习[11]。在自调控学习中学生需要监控自己的学习,并能识别学习中的难点,及时评价作出反馈,这种调控被称为学习过程的元认知调控。然而,作为某领域中的初学者对于自我的判断并不准确,经常会高估自己的学习能力,利用视频传递知识的过程中,学生会认为视频比文本信息更容易理解和记忆。因此,利用教学视频让学生参与到主动学习的过程,需要基于元认知的调控机制,建立多样性的评价测试,帮助学生实现主动学习中元认知调控的作用。具体策略如下。

首先,在实验教学视频中的恰当位置加入问题测试包。在教学视频中的适当位置加入问题测试能帮助学生实现学习目标,相关研究发现,插入问题测试包后学生会记笔记,并积极投入到学习活动中,同时也能减轻学生的考试焦虑。问题测试包在实验教学视频中的价值主要表现在三个方面:一是,可以优化认知负荷,减少外部认知负荷,增加有效认知负荷,比如,增加记笔记、集中注意力、减少考试焦虑等;二是,通过问题测试可以加强学生对信息的回忆和应用迁移;三是,帮助学生准确的实现自我评价,发展元认知能力。

其次,增强实验教学视频的交互性。交互性指学生对教学视频的控制性,学生可以根据需要资助的选择视频内的章节、内容、学习顺序等。教学视频中可以加入控制按钮,让学生可以选择内容学习和复习,保证不同水平的学生能从视频中获取不同位置的信息,这将有助于学生掌握学习的主动权,也能让学生表现出在学习中的组织力,从而增强其有效认知负荷。

最后,在视频的每个节点前加入引导性问题。引导性问题指在每段视频之前给出指向学习目标的引导性问题,让学生通过看视频完成引导性问题中布置的任务,Lawson 等通过对比实验发现,在观看教学视频的过程中,给出指导性问题的实验组学生的学习效果要比没有引导性问题的对照组好[12]。引导性问题对学习目标的呈现具有内隐性,在认知负荷上属于对有效认知负荷的增强手段,利用该手段可将学生的注意力集中在重点内容,从而减少外在认知负荷。也有研究表明,将教学视频作为学生完成某项学习任务中的参考资料,将有助于调动学生的学习主动性[13]。

5. 小结

教学视频作为学生学习的重要策略之一,能辅助学生的学习并增强学生参与到实验课程的学习中。前期文献和调研结果显示,教师在实验教学视频建设中多关注视频的特征,对学生的关注度不够,造成教学视频的两极分化现象严重,或过度关注教学过程的完整性,或过度渲染视频的视听效果,造成学生

学习认知的负担。智能时代实验教学的关注点应是提升其思维能力和创造能力,提升学生的学习参与度和自主学习能力,而非简单地将线下实验教学复制成实验教学视频,还需要从学生认知负荷理论、影响学生参与度的影响因素,以及促进学生主动学习的影响因素方面考量,在实验教学视频的设计中,要保证视频的简短性和针对性;利用视觉和听觉双渠道原理处理加工新信息,形成互补机制;突出视频的核心概念,采用对话模式激励学生参与视频学习的积极性,运用指导性问题、交互性以及基于问题的主题任务让学生能主动地参与到视频的学习中,从而实现实验教学视频教育功能的最大化。

基金项目

2022年度北京师范大学教学建设与改革项目“课程思政建设项目”(编号:22-02-36)。

参考文献

- [1] Brame, C.J. (2016) Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE Life Sciences Education*, **15**, es6-es6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- [2] 左建军,刘世清,梁银英.典型实验教学视频案例制作的教学设计——以“乙酰水杨酸的制备”为例[J].现代教育技术,2009,19(7):53-55+10.
- [3] 吴峰,朱锡芳,邹全,相入喜.基于翻转课堂的应用型本科实验教学方法研究[J].现代教育技术,2015,25(5):91-96.
- [4] Sweller, J. (1994) Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and Instruction*, **4**, 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- [5] Brom, C., Stárková, T. and D’Mello S.K. (2018) How Effective Is Emotional Design? A Meta-Analysis on Facial Anthropomorphisms and Pleasant Colors during Multimedia Learning. *Educational Research Review*, **25**, 100-119. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.09.004>
- [6] Mayer, R.E. (2008) Applying the Science of Learning: Evidence-Based Principles for the Design of Multimedia Instruction. *American Psychologist*, **63**, 760-769. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.63.8.760>
- [7] Koning, B.B.D., Tabbers, H.K. and Paas, R.F. (2009) Towards a Framework for Attention Cueing in Instructional Animations: Guidelines for Research and Design. *Educational Psychology Review*, **21**, 113-140. <https://doi.org/10.1007/s10648-009-9098-7>
- [8] Ibrahim, M., Antonenko, P.D., Greenwood, C.M., et al. (2012) Effects of Segmenting, Signalling, and Weeding on Learning from Educational Video. *Learning, Media and Technology*, **37**, 220-235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2011.585993>
- [9] Guo, P.J., Kim, J. and Rubin, R. (2014) How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. *Proceedings of the 1st ACM conference on Learning*, Atlanta Georgia, 4-5 March 2014, 41-50. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
- [10] Risko, E.F., Anderson, N., Sarwal, A., et al. (2012) Everyday Attention: Variation in Mind Wandering and Memory in a Lecture. *Applied Cognitive Psychology*, **26**, 234-242. <https://doi.org/10.1002/acp.1814>
- [11] Schacter, D.L. and Szpunar, K.K. (2015) Enhancing Attention and Memory during Video-Recorded Lectures. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, **1**, 60-71. <https://doi.org/10.1037/stl0000011>
- [12] Lawson, T.J., Bodle, J.H., Houlette, M.A. and Haubner, R.R. (2006) Guiding Questions Enhance Student Learning from Educational Videos. *Teaching of Psychology*, **33**, 31-33. https://doi.org/10.1207/s15328023top3301_7
- [13] Vural, M.F. (2013) The Impact of a Question-Embedded Video-Based Learning Tool on E-Learning. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, **13**, 1315-1323.

附录

本文系北京高校第十二届青年教师教学基本功比赛论文比赛获奖作品。