

面向职前科学教师的科学信息推理策略教学效果研究

The Effects of Instruction of Reasoning Strategies on Pre-service Science Teachers' Online

Scientific Information Reasoning

徐乐怡¹, 陈娟娟^{1*}

¹浙江大学教育学院

* juanjuanchen@zju.edu.cn

【摘要】为应对网络虚拟或错误信息飞速传播的挑战，应通过科学教育培养公众的科学信息推理能力，并向未来的科学教师传授相关策略。本研究探讨了设计型学习对职前科学教师科学信息推理策略及态度的影响，对27名研究生展开研究。结果表明，学习者在科普作品设计中构建科学信息推理策略知识，提升了科学信息推理能力。设计型学习显著提升了学习者处理错误科学信息的责任感，且科学信息推理的策略运用效率和专业性得到加强，对专家和权威的认可度也显著提高。本研究为未来科学教师教育的改革和发展提供了新思路。

【关键词】错误信息；科学信息推理；职前科学教师；设计型学习；认知网络分析

Abstract: To address the challenge of rapid spread of online misinformation or disinformation, it is essential to teach pre-service science teachers scientific information reasoning strategies for future science education. The study explored the impact of learning by design on pre-service science teachers' scientific information reasoning and attitudes. The results indicated that pre-service teachers constructed their meta-strategic knowledge and improved their scientific information reasoning abilities in the design of scientific popularization works. Learning by design significantly improved their sense of obligation in dealing with misinformation, and the efficiency and professionalism of scientific information reasoning, with a significant increase in recognition of experts and authorities. The study may provide new insights for the development of future science teacher education.

Keywords: Misinformation, Scientific Information Reasoning, Pre-service Science Teacher, Learning by Design, Epistemic Network Analysis

1. 引言

随着信息传播速度的提升，人们日渐依赖互联网查找或接收科学信息。然而，网络媒体平台的科学信息质量参差不齐(Iyengar & Massey, 2018)，提升公众的科学信息推理能力(即识别、评估并应用网络媒体上科学信息真伪)显得尤为重要(Osborne & Pimentel, 2023)。在中小学科学教育中，而实现这一目标的关键在于向科学教师传授科学信息推理的教学策略(Osborne & Pimentel, 2022)。对科学信息推理的掌握不仅能够帮助他们更好地理解科学教育，还能提高他们将这些素养传授给学生的能力。

设计型学习(Learning by Design)提供了将理论与实践经验相结合的契机(Kolodner, 2002)，使职前科学教师能够在科学信息传播情境下的科普产品(如网页、视频、海报等)设计活动中，深入理解和应用科学信息推理策略。因此，本研究旨在探讨设计型学习对职前科学教师科学信息推理策略及态度的影响。研究将探讨以下问题：

RQ1. 设计型学习能否显著改变职前科学教师对科学信息推理的态度？

RQ2. 设计型学习能否显著改变职前科学教师的科学信息推理策略运用？

研究期望揭示设计型学习在提升职前科学教师科学信息推理能力方面的有效性，并为科学教师教育的课程设计和教学方法改革提供实证依据。

2. 文献综述

2.1. 科学信息推理

培养针对网络媒体信息展开批判性推理的能力是科学教育的核心目标之一(Wiblom et al., 2017)。“推理”在处理科学信息过程中担任重要角色，会影响网络用户处理信息及最终决策的成效(Panizza et al., 2023; Rozenblum et al., 2024)。因此，在科学教育领域，将“科学信息推理”定义为按照特定认知逻辑批判性地识别、评估并应用网络科学信息，以恰当应对或解决复杂科学问题、作出科学决策的能力。

科学信息推理包含若干策略。Weber 等人提出了“GATOR”评估原则：(1)网站真实性(Genuine)，是否通过误导性的形式给人似是而非的印象；(2)信息准确性(Accurate)，信息是否存在错误；(3)信息可信度(Trustworthy)，信息是否经过核查，作者是否专业，单位是否权威等等；(4)信息来源(Origin)，信息是否引用了可靠的参考资料，是否标明真实信息来源等等；(5)信息可读性(Readability)，信息呈现方式是否清晰简洁，便于读者理解(Weber et al., 2009)。此外，专业信息审核员的若干策略同样适用于网络用户的科学信息推理(Wineburg et al., 2022)，如合理参考百科信息(Wineburg & McGrew, 2019)，横向阅读(McGrew, 2021)。有学者提出了三步骤科学信息推理流程：(1)判断信息来源可信度，如是否存在偏见或利益冲突；(2)信息专业度，如传播者是否有认证背景或专业经验；(3)科学共识情况，即专家之间是否达成了共识，若尚未达成共识，应进一步探究其不确定性(Osborne & Pimentel, 2023)。

目前，多数研究在科学信息推理教学中直接教授推理策略。例如，Pimentel 通过基于 5E 理论的教学活动，发现高中生在评估科学信息源可信度等方面有显著提升，更倾向于使用推理策略和外部信息源支持(Pimentel, 2024)。在教学效果上，部分研究报告了不一致的结果。例如，Wiblom 等人旨在通过 8 课时的干预活动提升高中生的科学信息推理能力，发现学生的推理过程比干预前更有组织性，但推理策略并未发生根本变化(Wiblom et al., 2017)。Tseng 等人探究了提供批判性信息阅读指南对学习者的影响，但发现实验组与对照组的后测水平没有显著差异(Tseng et al., 2021)。

2.2. 设计型学习与职前科学教师培养

设计型学习(Learning by Design)是一种基于项目的探究学习方法(Kolodner, 2002)，即学习者通过特定情境下的设计活动获得新的体验，对自己经历的体验进行反思以学习和构建知识，并将建构起的知识应用于未来的问题解决情境中(Kolb, 1983)。例如，已有研究发现 STEM 教师通过体验工程设计，对工程设计产生了更深入的理解，并认识到需要基于工程设计的基本原则进行跨学科 STEM 教学(Capobianco et al., 2021)。

对于科学教师而言，科学信息推理不仅涉及科学内容，还蕴含着信息技术介导下的网络媒体传播规律，以及整合技术的学科教学法(Herring et al., 2016)。而设计型学习使职前科学教师能够在模拟真实科学传播环境的设计活动中，深入理解和应用科学信息推理策略。通过设计科普学习活动，他们可以亲身体验到科学信息在网络媒体中的传播特性，并学会如何在复杂的信息环境中做出明智的判断。因此，设计型学习有望成为培养职前科学教师科学信息推理能力的有效途径。综上所述，本研究采用设计型学习方法，引导职前科学教师在设计中逐步掌握科学信息推理的策略。

3. 研究设计

研究设计采用了单组前后测，干预为设计型学习，即通过自主设计科普作品(网页、视频、海报等)构建科学信息推理策略知识。本研究结合定量和定性方法收集数据。

3.1. 研究对象

本研究的对象来自浙江省杭州市某综合型大学的科学与技术教育专业的一年级研究生。共有 36 名学习者接受了课程学习，课程开始前，27 名学习者(7 名男生，20 名女生)基于自愿原则完成前测问卷；干预结束后，他们完成了后测问卷，共计得到有效数据 27 份。

3.2. 研究工具

科学信息推理态度问卷。本研究使用李克特 5 点量表评估学习者对科学信息推理的态度，问卷包含若干客观选择题。题项内容改编于 Cagle 等人在其研究生课程中使用的问卷题项 (Cagle et al., 2024)。问卷包含三个维度：对纠正在线错误科学信息的消极态度(消极认知, $\alpha = 0.749$)，对科学信息推理及修正错误的责任感(纠错责任, $\alpha = 0.602$)，对纠正错误在线科学信息的自信程度(纠错效能, $\alpha = 0.588$)。

科学信息推理策略测试。本研究利用试题的形式测试学习者在干预前后的科学信息推理能力，试题参考了包括 Abed 等人的研究(Abed & Barzilai, 2022)。前测与后测试题中均包含情境实践题与相关简答题，情境实践题要求学习者对基于特定科学主题(前测：咖啡是否致癌；后测：手机辐射的影响)的若干真实网页中的信息进行推理与评估，并说明依据；简答题要求学习者回顾并外化科学信息推理的过程，说明自己的推理步骤与策略。

3.3. 实验流程

本研究持续了 15 课时(40 分钟/课时)，分为前测阶段、直接教学阶段、设计型学习阶段、后测阶段四个阶段。

前测阶段(1 课时)：在正式教学开始之前，授课教师向学习者介绍科学信息推理的学习主题及未来需完成的设计任务，时间为 10 分钟。之后，学习者在线独立作答推理前测试题，时间为 30 分钟。该阶段的目的是评估学习者在教学干预前的科学信息推理策略与态度。

直接教学阶段(1 课时)：教学开始时，由授课教师介绍后真相时代、数字媒体传播和错误科学信息等基本概念和背景知识，但不直接教授科学信息推理策略。

设计型学习阶段(11 课时)：在该阶段，学习者进行科普作品设计，历时 8 个课时。完成设计后，学习者通过与全班分享自己的科普作品及设计目的和过程，对自己与他人的设计经验进行反思，历时 3 课时。

后测阶段(2 课时)：学习者独立作答了后测试题，以评估接收干预后的策略与态度转变。

3.4. 科学信息推理策略分析

基于前文对科学信息推理策略的剖析，以及对学习者回答进行预分析后，形成了由“信息识别”和“信息评估”两维度构成的编码框架。依据该编码框架，两名研究者对前后测试题中的文本数据进行分析，在总文本中随机抽取 20% 进行内容独立预编码，就编码中遇到的问题展开讨论，就部分晦涩的语义达成了编码规则的一致。包含示例的详细编码框架见表 1。

表 1 科学信息推理策略编码表

维度	编码	描述
信息识别	合理参考百科信息 (Wise use of Encyclopedia, WE)	合理查询百科信息作为推理的参考依据，为进一步评估信息做准备
	合理参考生成式人工智能 (Wise use of GAI, WG)	与生成式人工智能交互，阅读机器整合的答案，为进一步评估信息做准备
	横向阅读(Lateral Reading, LR)	在确认来源和内容之前，不浪费注意力深入阅读
信息评估	判断利益冲突 (Conflict of Interest, CI)	辨别网站主体是否存在隐含的偏见或利益冲突
	判断信息来源 (Origin, O)	判断信息来源是否明确可查，或经由发布者确认
	判断信息专业支持度 (Expertise, E)	科学观点发布主体是否有领域内声誉认证或专业机构背景 (Expertise Certification, EC)
	判断信息可读性	科学观点发布主体是否有实验/调查研究经验 (Expertise and Experiment, EE)

(Readability, R)	导性
判断内容准确性 (Accurate, A)	判断信息内容是否符合科学常识, 是否经过及时的迭代更新/处于更新状态
判断信息共识情况 (Consensus, C)	查找并分析相关科学专家之间是否达成了一致
考虑社会反响 (Social Response, SR)	考量信息转载人身份/信息的浏览量与用户反应指标

完成编码后, 将编码结果转化为二进制表格, 采用认知网络分析法 (Epistemic Network Analysis, ENA) 对得到的聚类进行可视化分析。ENA 结合了质性与量化分析的优势, 基于认知元素间的联系生成动态网络模型, 对学习过程进行深度分析(Shaffer et al., 2016)。本研究使用认知网络分析法对前后的推理策略展开关联分析, 以学生个体为单元, 以前/后测为话语单位, 选择包含四个语篇的窗口作为一节。

4. 研究结果

4.1. 设计型学习前后的科学信息推理态度变化

由于样本量小于 50, 所以选用 Shapro-Wilk 检验确定数据是否符合正态性。正态性检验显示“消极认知”维度后测 p 值小于 0.05, 因此拒绝数据符合正态分布的结论, 采用非参数 Wilcoxon signed-rank 检验进行差异分析。结果表明, 经过设计型学习, 学习者对科学信息推理及修正错误的责任感得到了显著提升 ($Z = -2.272, p = 0.023$), 说明设计型学习增强了学习者对科学信息推理及修正错误的责任感。

4.2. 设计型学习前后的科学信息推理策略频次变化

职前科学教师在前后测将推理过程中调用的策略反映在试题中。描述性统计结果显示, 在前测中, 学习者最常调用的策略是“判断信息来源”($M = 2.44, SD = 1.783$), “判断信息主体专业认证”次之($M = 2.30, SD = 1.636$), 最少调用的策略是“合理参考生成式人工智能”($M = 0.11, SD = 0.320$)及“合理参考百科信息”($M = 0.15, SD = 0.362$)。在后测中, 最频繁的策略是“判断信息主体专业认证”($M = 3.63, SD = 2.306$), “判断信息来源”次之($M = 1.96, SD = 1.990$), 最少调用的策略是“考虑社会反响”($M = 0.04, SD = 0.192$)及“判断信息可读性”($M = 0.44, SD = 0.751$)。这说明学习者在干预后调用了更多专业信息识别策略。

Shapro-Wilk 检验显示, 多个策略行为编码 p 值小于 0.05, 因此拒绝数据符合正态分布的结论, 采用非参数 Wilcoxon signed-rank 检验进行前后测推理策略的差异分析。Wilcoxon signed-rank 检验表明, 经过设计型学习, 学习者调用的部分策略频率发生了显著变化。“合理参考生成式人工智能”($Z = -2.49, p = 0.013$)“判断信息主体专业认证”($Z = -2.49, p = 0.013$)策略使用频率显著提升, 表明学习者开始意识到并利用现代技术工具辅助科学信息推理, 同时更加注重信息来源的权威性和专业性。“判断信息可读性”($Z = -3.10, p = 0.002$)频率显著下降, 这可能意味着学习者在信息筛选和初步评估阶段更加高效, 不再过多纠结于信息的表面可读性, 而是更侧重于信息的实质性评估。“判断利益冲突”($Z = -2.00, p = 0.045$)策略频率也显著下降, 表明学习者不再单一依赖利益冲突判断, 而是形成了更为全面的信息评估框架。

4.3. 职前科学教师科学信息推理策略关联分析

在 ENA 中, 一段对话的网络可以用二维空间中的点来表示; 定位点表明这两段语篇具有相似的节点连接模式。表 2 列出了干预前后存在差别的部分科学信息推理策略共现系数。图 1 和图 2 分别表示学习者在干预前和干预后的科学信息推理策略关联 ENA 网络图, 表示在一个话语窗口内编码元素之间的共现关系。图 1 显示, 干预前学习者的推理策略网络相对分散。而图 2 则在部分策略网络更加集中的同时呈现出更加多样化的结构。最终模型的 X 维度共配准相关性为 0.98 和 0.98, Y 维度的共配准相关性为 0.94 和 0.96, 表明可视化和原始模型之间有很强的拟合性。从 X 维度和 Y 维度对每组进行方差不相等的配对样本 t 检验, t 检验显示,

学习者在设计型学习前后的科学信息推理策略共现情况发生了显著变化，前测与后测的认知网络在X维度上的平均位置存在显著差异($t[49.01] = 7.03, p < 0.001$, Cohen's $d = 1.91$)，而“判断利益冲突”(CI)、“判断信息可读性”(R)、“判断信息主体专业认证”(EC)和“判断内容准确性”(A)等策略基本分布在X维度，说明干预前后以上述策略为核心的动态关系发生了显著变化。通过对设计型学习前后的认知网络图，可以直观地看到学习者科学信息推理策略之间的动态关系变化。

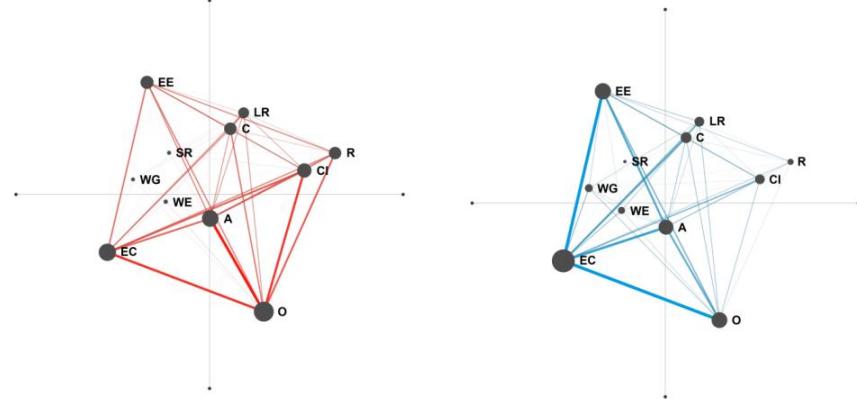


图 1 设计型学习前推理认知网络图

图 2 设计型学习后推理认知网络图

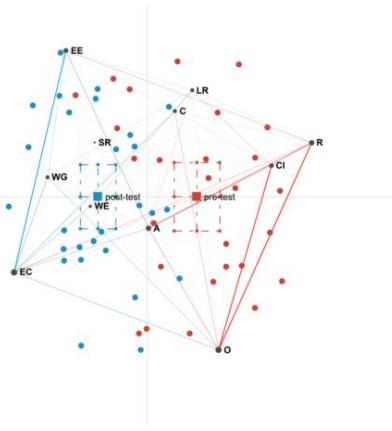


图 3 设计型学习前后科学信息推理认知网络叠减图

如表2所示，经历设计型学习后，部分策略间的共现系数增强。例如，“判断信息来源”(O)与“判断信息主体专业认证”(EC)的共现系数从0.16提升至0.28，说明学习者更加注重信息来源与发布者的专业背景之间的关联。“判断信息主体专业认证”(EC)与“判断内容准确性”(A)的共现系数也从0.16增加到0.22，表明学习者在评估信息准确性时，更加依赖对信息发布者专业性的判断。进一步分析发现，在干预前，学习者更关注信息表面的吸引力或易于理解性($M[O-R]=0.16$; $M[R-A]=0.13$; $M[EE-R]=0.11$; $M[EC-R]=0.11$)。在干预后，学习者更加主动地调用信息查询策略寻找具有专业认证背景的信息源，如学术期刊、专业网站等($M[WG-EC]=0.09$; $M[WE-EC]=0.08$)，并开始重视这些来源所提供的文献研究与实证数据($M[WG-EE]=0.05$)。

表 2 设计型学习前后科学信息推理策略共现情况(部分)

共现类别	策略共现系数		共现类别	策略共现系数		共现类别	策略共现系数	
	干 预前	干 预后		干 预前	干 预后		干 预前	干 预后
O-A	0.24	0.17	EE-R	0.11	0.05	O-EC	0.16	0.28
O-EE	0.24	0.12	EC-R	0.11	0.06	EC-EE	0.14	0.27
CI-O	0.20	0.06	LR-CI	0.07	0.02	EC-A	0.16	0.22

O-R	0.16	0.02	WE-EC	0.02	0.08	EE-A	0.11	0.18
R-A	0.13	0.02	WG-O	0.01	0.07	EC-C	0.09	0.15
CI-A	0.13	0.08	WG-EE	0.01	0.05	WG-EC	0.01	0.09

与此同时，干预后部分策略间的共现关系减弱。如“判断信息来源”(O)与“判断内容准确性”(A)的共现系数从0.24降低到0.17，“判断信息来源”(O)与“判断信息主体研究经验”(EE)的共现系数从0.24降低到0.12，但总体依旧处于较高水平，反映了学习者在推理过程中，逐渐从单一判断转向综合考虑多种策略。进一步分析发现，学习者在干预后能够更加高效地调用展开推理。例如，学习者提升了横向阅读(LR)的效率，在干预前往往花费更多时间阅读未确认的内容，如检查广告数量与欺骗性策略($M[LR-CI]=0.07$)，而干预后共现系数则下降至0.02。

总而言之，认知网络分析结果表明，学习者在干预前就表现出对信息来源的重视，倾向于先确定信息来源的可靠性，再深入分析信息内容，如隐含的利益冲突($M[CI-O]=0.20$)、内容准确性($M[O-A]=0.24$)与证据充分性($M[O-EE]=0.24$)。而在干预后，学习者在信息来源与信息内容评估上的策略应用更为高效和全面，如利用生成式人工智能帮助查询($M[WG-O]=0.07$)并识别权威信息源($M[O-EC]=0.28$)，在确认信息源后不仅考虑信息内容的准确性和逻辑性($M[EC-A]=0.22$)，还能通过权威网站交叉验证($M[EC-C]=0.15$)或查找信息内容的证据支持($M[EE-A]=0.18$)。这种策略上的转变，体现了设计型学习对学习者科学信息推理的积极影响。

5. 讨论

在科学信息推理态度方面，设计型学习能够显著提高职前科学教师对科学信息的纠错责任感。这一变化可能源于设计型学习强调的实践参与和反思过程，促使学习者在亲历科普作品设计的过程中，深刻体会到科学信息的准确性和可靠性对于科学传播的重要性(Kolb, 1983)。而对于消极认知和纠错效能，尽管分数有所变化，但未达到显著性水平。

在科学信息推理策略方面，设计型学习能够显著改变职前科学教师科学信息推理中的策略调用，干预后的策略运用更加高效、专业与准确。首先，学习者运用了更多类似网络信息审核专家的科学信息识别策略(Wineburg et al., 2022)，如合理参考百科信息和生成式人工智能提供的资料。其次，学习者在运用在线科学信息识别策略时更加高效，在干预后提升了横向阅读的效率。最为显著的变化是，在干预后，学习者对专家与权威的认可度与重视程度提升。同时，他们也掌握了科学信息识别流程中最接近科学家的步骤——识别不同专家之间的观点差异(Osborne & Pimentel, 2023)，以及如何在众多专家中找到最具可信度的信息源。

在设计型学习中，职前科学教师超越了传统教师教育中单纯的理论学习，更加注重在特定情境中解决问题的能力(吴秀圆 & 施枫, 2017)。“授人以鱼不如授人以渔”，学习者在作品设计中学会如何展开科学信息推理，在经验积累中形成自己的推理体系。此外，在反思阶段，学习者通过与他人分享交流彼此的作品设计经验，进一步习得科学信息推理策略应用的成果。

6. 结论与展望

本研究探索了设计型学习对职前科学教师科学信息推理策略运用的影响。结果表明，在经历干预后，学习者在科学信息推理过程中展现出了更加高效、专业和准确的策略运用，更加重视专家与权威，进一步掌握了科学共识的形成原理。这不仅有助于学习者更好地应对科学信息的挑战，更为未来的科学教育实践中引导学生识别和利用科学信息，以培养学生的科学素养奠定了坚实基础。本研究存在一些局限性。一是研究样本量相对较小，二是本研究的设计型学习在改变学习者对纠正在线错误科学信息的自信程度和期望方面仍需进一步加强，未来需针对性地优化干预。最后，本研究并未对比设计型学习与其他教学方法或策略的效果，未来的研究可以通过对照准实验进一步检验设计型学习对学习者科学信息推理的影响。

参考文献

- 吴秀圆 & 施枫.(2017).在设计中学习:技术增强型社会教师发展的新视角.中国电化教育 (04),116-121.
- Abed, F., & Barzilai, S. (2022). Can students evaluate scientific YouTube videos? Examining students' strategies and criteria for evaluating videos versus webpages on climate change. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(2), 558–577. <https://doi.org/10.1111/jcal.12762>
- Cagle, S. M., Anderson, A. A., & Kelp, N. C. (2024). Stop the spread: Empowering students to address misinformation through community-engaged, interdisciplinary science communication training. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21971>
- Capobianco, B. M., Radloff, J., & Clingerman, J. (2021). Facilitating Preservice Elementary Science Teachers' Shift from Learner to Teacher of Engineering Design-Based Science Teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 747–767. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10193-y>
- Herring, M. C., Koehler, M. J., & Mishra, P. (2016). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators*. Routledge.
- Iyengar, S., & Massey, D. S. (2018). Scientific communication in a post-truth society. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(16), 7656–7661. <https://doi.org/10.1073/pnas.1805868115>
- Kolb, D. A. (1983). *Experiential learning : Experience as the source of learning and development*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB1767575X>
- Kolodner, J. L. (2002). Learning by DesignTM: Iterations of Design Challenges for Better Learning of Science Skills. *Cognitive Studies*, 9(3), 338–350. <https://doi.org/10.11225/jcss.9.338>
- McGrew, S. (2021). Challenging approaches: Sharing and responding to weak digital heuristics in class discussions. *Teaching and Teacher Education*, 108, 103512. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103512>
- Osborne, J., & Pimentel, D. (2022). Science, misinformation, and the role of education. *Science*, 378(6617), 246–248. <https://doi.org/10.1126/science.abq8093>
- Osborne, J., & Pimentel, D. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*, 107(3), 553–571. <https://doi.org/10.1002/sce.21790>
- Panizza, F., Ronzani, P., Morisseau, T., Mattavelli, S., & Martini, C. (2023). How do online users respond to crowdsourced fact-checking? *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02329-y>
- Pimentel, D. R. (2024). Learning to evaluate sources of science (mis)information on the internet: Assessing students' scientific online reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21974>
- Rozenblum, Y., Dalyot, K., & Baram-Tsabari, A. (2024). People who have more science education rely less on misinformation—Even if they do not necessarily follow the health recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21975>
- Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A tutorial on epistemic network analysis: Analysing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. *Journal of Learning Analytics*, 3(3), 9–45.
- Tseng, A. S., Bonilla, S., & MacPherson, A. (2021). Fighting “bad science” in the information age: The effects of an intervention to stimulate evaluation and critique of false scientific claims.

Journal of Research in Science Teaching, 58(8), 1152–1178.

<https://doi.org/10.1002/tea.21696>

Weber, B. A., Derrico, D. J., Yoon, S. L., & Sherwill - Navarro, P. (2009). Educating patients to evaluate web - based health care information: the GATOR approach to healthy surfing.

Journal of Clinical Nursing, 19(9–10), 1371–1377.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2008.02762.x>

Wiblom, J., Rundgren, C., & Andrée, M. (2017). Developing Students' Critical Reasoning About Online Health Information: a Capabilities Approach. *Research in Science Education*, 49(6), 1759–1782. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9674-7>

Wineburg, S., Breakstone, J., McGrew, S., Smith, M. D., & Ortega, T. (2022). Lateral reading on the open internet: A district-wide field study in high school government classes. *Journal of Educational Psychology*, 114(5), 893–909. <https://doi.org/10.1037/edu0000740>

Wineburg, S., & McGrew, S. (2019). Lateral reading and the nature of expertise: Reading less and learning more when evaluating digital information. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 121(11), 1–40. <https://doi.org/10.1177/016146811912101102>