



A Meta-analysis of the Impact of Gamification of Learning on Learning Outcomes in Science Education: Based on 34 Experimental and Quasi-experimental Studies

Mengli Sun

Network Education College, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, China

Email address:

sunmengli96@163.com

To cite this article:

Mengli Sun. A Meta-analysis of the Impact of Gamification of Learning on Learning Outcomes in Science Education: Based on 34 Experimental and Quasi-experimental Studies. *Science Innovation*. Vol. 11, No. 1, 2023, pp. 1-7. doi: 10.11648/j.si.20231101.11

Received: November 13, 2022; Accepted: January 4, 2023; Published: January 10, 2023

Abstract: As a new teaching method to enhance students' learning experience and motivation, gamification of learning has attracted the attention of educators. However, it is not completely certain that gamification of learning can improve students' learning outcomes. Therefore, in order to explore the impact of gamification of learning on learning outcomes in science education, this study used a meta-analysis to sort out and quantitatively analyze the results of 34 experimental and quasi-experimental studies, and explore the effect of gamification of learning from the overall effect, discipline, intervention time and other aspects. The results show that: (1) Compared with traditional teaching methods, gamification of learning has played a more moderate role in promoting the learning outcomes of science education. (2) Gamification of learning has a high degree of promotion effect on declarative knowledge and procedural knowledge, and there is no significant difference, but it only has a medium degree of promotion effect on the retention of knowledge. (3) The influence of gamification of learning on learning outcomes in science education is affected by class size, experimental intervention time and other regulatory variables. (4) The influence of two kinds of regulatory variables, namely, the way of gamification and discipline, on scientific learning outcomes cannot be completely determined, and the results should be treated with caution.

Keywords: Gamification of Learning, Meta-analysis, Science Education, Learning Outcomes

游戏化学习对科学教育学习成果影响的元分析——基于34篇实验和准实验研究

孙梦莉

北京邮电大学网络教育学院, 北京, 中国

邮箱

sunmengli96@163.com

摘要: 游戏化学习作为增强学生学习体验和学习动机的教学新方法, 受到了广大教育工作者的关注。不过游戏化学习在改善学生学习成果的方面还不能完全确定。因此, 为探究游戏化学习对科学教育学习成果的影响, 本研究采用元分析方法, 对34项实验和准实验研究结果进行了梳理与定量分析, 从整体效果、学科、干预时间等多个方面对游戏化学习效果进行了探究。研究结果表明: (1) 与传统教学方法相比, 游戏化学习对科学教育学习成果产生了中等偏上的促进作用。(2) 游戏化学习对陈述性知识和程序性知识有较高等度的促进作用, 且两者无显著性差异, 但对知识的保留只产生了中等程度的提升作用。(3) 游戏化学习对科学教育学习成果的影响受到班级规模、实验干预时间等调节变量的影响。(4) 游戏化学习方式和学科这两类调节变量, 对科学教育学习成果的影响不能完全确定, 结果需谨慎对待。

关键词: 游戏化学习, 元分析, 科学教育, 学习成果

1. 引言

在百年未有之大变局下, 科技创新人才成为了提升国家竞争力的重要因素。而科学教育作为培育科技创新人才的推进器, 受到了国家的高度重视。2021年, 国务院印发了《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》, 文件中指出, 要普遍提高全民科学素质, 建立起宏大的高素质创新大军。但我国中小学科学教育在实施过程中仍存在一些问題, 如注重应试知识的教授, 而忽略了对科学兴趣、科学方法等的培养[1]; 还有部分学生认为科学教育的知识较难、教学过程单调乏味[2, 3]。由此可见, 提高学生对科学的学习兴趣, 提升科学教学过程的趣味性尤为重要。而游戏由于其沉浸感、趣味性、挑战性、及时反馈等特点, 被广泛应用到教育、培训之中。游戏化学习是指在非游戏情境中使用游戏元素[4], 从而激发学生兴趣, 深入参与学习, 提升学生学习效果。由于教育与游戏化学习的融合, 游戏化受到了学术界的广泛关注, 并在教育中开展了大量的实践研究。但在具体的实践过程中, 游戏化学习对科学学习成果的有效性还不能完全确定。因此, 本文采用元分析方法, 探究游戏化学习对科学教育的作用效果。

此外, 本文中所说的科学教育是指自然科学教育, 主要包括小学自然科学、中学物理、化学、生物等。

2. 文献综述

2.1. 关于游戏化学习的元分析

笔者首先对相关的游戏化学习元分析文献做出了梳理与分析。发现其相同之处是: 均证实了游戏化学习对学习结果的有效性, 但促进作用的程度不同, 如李玉斌等[5]认为游戏化学习对学习起到较大幅度的促进作用; 任岩、和文斌、Rui Huang等[6-8]认为游戏化学习对学习起到中等的促进作用; Michael Sailer等[9]认为游戏化学习对学习起到中等偏下的促进作用。

其不同之处是有以下三点: (1) 调节变量的作用不同; 李玉斌、任岩[5, 6]等认为学段、样本大小、知识类型、实验周期等调节变量对学习结果无影响, 但在具体学科应用中存在显著差异, 对于化学、物理、医学、工程等实践性较高的学科, 游戏化学习的影响更显著。胡晓玲等[10]认为班级规模影响游戏化学习对学习结果的影响; Yu-Ling Tsai等[11]认为相比于中学教育和高等教育, 游戏化教育在小学阶段的实施效果更加显著; (2) 游戏化的探讨角度不同, 如Yu-Ling Tsai等[11]从游戏设计和游戏机制两个方面探讨了游戏化学习对科学教育的有效性, 并且认为良好的游戏设计比游戏机制能够更大程度地促进学生的学习; Rui Huang等人[8]分别对14种游戏元素进行了研究, 分别探讨了每种游戏元素对学习的影响大小。(3) 研究因变量的不同; 大部分学者研究的是游戏化学习对学习成绩的影响, 少部分学者如Michael Sailer、Pieter

Wouters等[9, 12]还研究了游戏化学习对学生学习动机、认知、学习态度、学习行为的影响。

2.2. 游戏化学习对科学教育的影响

目前, 通过对已有的文献进行分析, 发现游戏化学习对科学教育的影响主要可以分为三类: (1) 如C-H. Su、Gwo-Jen Hwang、Kollöffel等人[13-15]通过教学实验发现, 相比于传统的教学方法, 游戏化学习对学生的科学学习起到了积极作用; (2) Amna Khan、Ming-Hsiu Mia Chen等人[16, 17]发现, 游戏化学习与传统教学方法对科学学习的影响无显著差异; (3) TzuFen Su、Chen等人[18, 19]发现, 相比于传统的教学方法, 游戏化学习对学生的科学学习起到了消极作用。

综上所述, 可以发现, 大部分学者都是从整体的学习背景下, 开展游戏化学习对学习结果的影响, 但是具体对自然科学学习成果影响的元分析研究较少, 且影响程度不能完全确定, 以及调节变量对自然科学的影响也不能完全确定。因此本研究采用元分析方法, 探究游戏化学习对学生科学学习成果的影响, 回答科学教育中是否应该进行游戏化, 以及如何开展游戏化的问题。此外, 还探究了不同学科、班级规模、实验干预时间等调节变量对学习成果的影响差异。以期推动游戏化学习在科学教育中理论和实践的发展。

3. 研究设计

3.1. 研究方法

元分析法最早由教育心理学家Glass提出, 它是一类统计方法, 用来比较和综合针对同一科学问题所取得的研究结果。比较和综合的结论是否有意义, 取决于这些研究是否满足特定的条件。元分析法主要分为以下5个步骤: (1) 提出需要解决的问题; (2) 确定检索策略, 检索相关文献; (3) 确定纳入和排除标准, 剔除不相关文献; (4) 综合分析文献资料, 提取相关信息; (5) 总结报告研究结果[20]。

3.2. 研究问题

- (1) 与传统教学方法相比, 游戏化学习是否能够提高学生科学教育中的学习成果?
- (2) 与传统教学方法相比, 游戏化学习分别对陈述性知识、程序性知识以及知识保留这三类学习成果的产生了怎样的影响?
- (3) 游戏化学习对学生科学学习成果的影响是否受到学段、学科、干预持续时间、游戏化学习方式、班级规模等调节变量等影响?

3.3. 文献检索

本研究选择了“中国知网(CNKI)”、“万方”、“Web of science”、“Elsevier Science direct”、“ERIC”、“Pro quest”

等国内外期刊和硕博士数据库作为数据来源,中文文献以“游戏化学习OR教育游戏”并含“科学OR生物OR物理OR化学OR地球科学”并含“学习成果OR学习效果OR学习成绩OR学习绩效OR知识保留”为主题词进行检索;英文文献以“game-based learning OR gamify OR gamification”并含“academic achievement OR learning outcome OR learning achievement OR learning effectiveness OR learning performance OR knowledge retention”并含“science OR physics OR chemistry OR biology OR earth science”为主题词进行检索,时间跨度为2012年-2022年。

3.4. 文献的纳入与排除

- (1) 研究为实验研究或准实验研究,排除综述文章、调查研究、技术报告等理论性文章;
- (2) 研究为自然科学,包括物理、生物、化学、地球科学,排除数学、医学、护理、计算机科学、社会学等学科;
- (3) 本文为探究游戏化学习对学生自然科学学习成果的影响,因此文章中应包含学生自然科学学习成果的评价指标(如学习成绩或作品评价),无科学学习成果的文章被排除;
- (4) 实验对象为在校学生,不包括成人学习者以及有学习障碍的学生;
- (5) 本文需要对比游戏化学习与传统学习方式对学生科学学习成果的影响,因此文献中应设置实验组和对照组,实验干预为是否实施了游戏化学习,单组实验需包含前后测;
- (6) 文章中提供了足够的数据,如实验组和控制组的平均值Mean、标准差SD和样本量N或t值,以便能够计算出实验效应值,无法计算出实验效应值的文章被排除;

通过以上检索方式,共检索出1127篇文献。首先初步筛选并排除重复文献后,得到英文文献77篇、中文文献19篇,共96篇。然后对96篇文献进行全文阅读,重点关注文献的实验实施是否规范以及数据是否完备。经过筛选,共得到符合全部标准的国内外文献34篇,其中英文文献26篇,中文文献8篇。提取到有效研究效应值47个。

3.5. 数据信息的编码与提取

3.5.1. 分析工具

本研究采用综合性元分析软件(Comprehensive Meta Analysis3.0,简称CMA 3.0)作为数据收集和分析工具。具体分析工作包括各文献效应值和整体效应值的计算、发表偏倚分析、异质性检验以及各个调节变量影响分析。

3.5.2. 编码体系与编码框架

本文的研究对象为游戏化学习,因变量为学习成果,其中学习成果包含陈述性知识、程序性知识和知识保留三种类型。同时,将游戏化学习方式、学段、学科、班级规模以及干预持续时间作为调节变量。其中,将游戏化学习方式分为了数字游戏和非数字游戏;由于涉及到高等教育的文献只有一篇,未达到分析数量,故将学段分为小学和

中学;学科分为小学自然科学、地球科学、物理、化学、生物;关于班级规模,排除不能确定班级人数的文献,其余文献中班级人数均在60人以下,故将班级规模划分为小班和中班两类;关于实验干预时间,将实施一次游戏化学习的实验归为一周以下,其余划分为一周至四周、四周至八周、八周以上。具体编码框架如表1所示。

表1 特征值编码表。

调节变量	编码情况
游戏化学习方式	数字游戏、非数字游戏
学段	小学、中学
学科	小学自然科学、地球科学、物理、化学、生物
班级规模	小班、中班
干预时间	小于一周,一周至四周,四周至八周、八周以上

4. 研究结果

4.1. 发表偏倚检验

发表偏倚是指“统计学上有意义”的阳性结果文献比“统计学上没有意义”的阴性结果或无效的研究结果文献有更大的概率被发表[21]。发表偏倚检验对得出真实且可信的研究结果具有重要意义,否则可能会导致元分析的合并效应值被严重高估,甚至得出错误结论。本研究的发表偏倚检验遵循以下逻辑顺序:首先采用漏斗图法对发表偏倚做出定性直观判断,其次采用秩相关系数对发表偏倚做出定量判断。若存在发表偏倚,则采用失安全系数检验需要多少个阴性结果矫正发表偏倚。

本研究的效应值漏斗图如下,由图可以看出,大多数研究的效应值围绕合并效应值0.765对称散开,初步判断存在发表偏倚的可能性较小。Begg秩相关系数检验中, $Z=1.458<1.96$, $P=0.145>0.05$,说明该研究所采用的文献不存在发表偏倚,数据较可靠。

4.2. 异质性检验

元分析的统计原理是通过汇总多个同质资料的研究结果,以增大样本含量,减少随机误差所导致的差异,以增大检验效能。但是,由于研究样本的不同、实验设计的差异或不同研究效应的变异等等原因,研究间存在差异是不可避免的。因此,在计算合并效应量之前,一定要进行异质性的检验,以确保结果的真实可靠。当研究间的异质性较小时,可选择固定效应模型来计算效应量,当研究间的异质性较大时,需选择随机效应模型计算效应量。异质性检验的方式有多种,本研究采用较可靠的 I^2 检验。当 $I^2<25\%$ 时,说明研究间存在轻度异质性,当 $25\%<I^2<50\%$ 时,说明存在中度异质性,当 $I^2>50\%$ 时,说明存在高度异质性。本研究的 $I^2=90.967\%$,研究间存在高度异质性,需采用随机效应模型计算合并效应值。

4.3. 效应值选取

效应量是用来衡量实验中自变量作用大小或变量之间关系强度的指标[22],并且效应量的大小不受样本大小的影响[23]。在进行推论统计结果时,通常使用P值来判

断自变量的效果是否显著，但通常我们还需要判断自变量效果的大小，此时就需要效应值。具体来说，效应值可以分为标准差异型和关联强度型两类[24]。本研究的目的是探究游戏化学习和传统教学对科学学习成果的差异，因此采用标准差异型效应值。标准差异型效应值常见的

计算方式有三种，分别为Cohen的d值、Glass等人的Δ值及Hedges的g值。在大样本研究中，三者的差异很微小，效应值计算选择其一即可，但在小样本研究中，g值对总体效应的估计更加准确[25]，因此本研究采用g值来计算效应值。

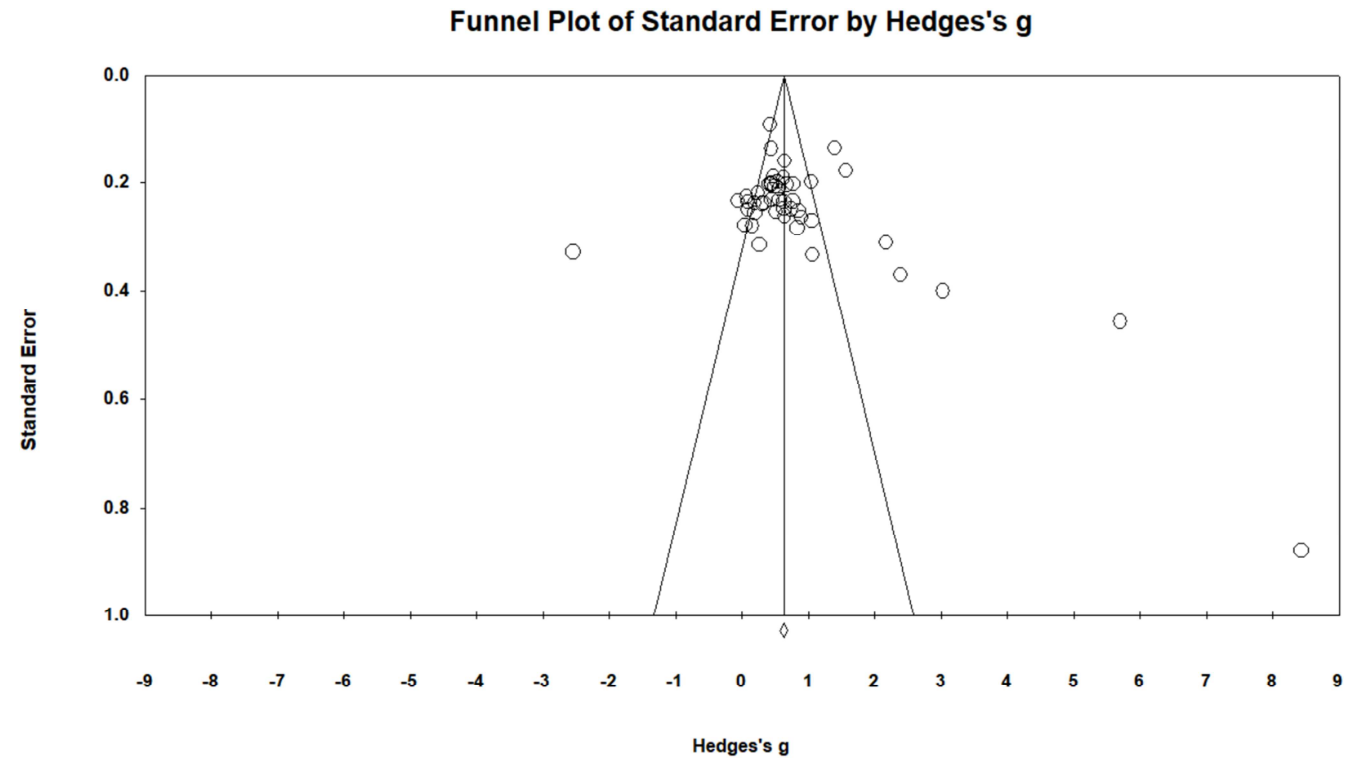


图1 研究样本的发表偏倚检测漏斗图。

4.4. 游戏化学习对科学学习成果的整体影响

4.4.1. 整体效应值

根据上文的异质性检验结果可知，本文需采用随机效应模型计算合并效应值。如表2所示，由随机效应模型的合并效应值可知，游戏化学习对科学教育学习成果影响的

合并效应量为0.765，且达到了统计的显著水平($P<0.005$)，根据Cohen提出的效应值大小的划分标准，可以认为，游戏化学习对科学教育的学习成果有中等偏上的促进效果。这一结果说明，从总体上来看，将游戏化学习应用到科学教育中能够显著提升学生的学习成果。

表2 元分析合并效应值（随机效应模型）。

效应模型	合并效应值	95%置信区间		双尾检验	
		下限	上限	Z值	P值
固定效应模型	0.634	0.572	0.696	20.182	0.000
随机效应模型	0.765	0.555	0.976	7.134	0.000

4.4.2. 游戏化学习对不同知识类型和知识保留的学习成果的影响

如上文所述，本研究将科学教育的学习成果划分为陈述性知识、程序性知识以及知识保留三类。排除13项不能确定知识类型的文献，其余结果如表3所示，可以发现，在21项研究中，陈述性知识的合并效应值为0.898，并达到了统计显著水平（ $P<0.05$ ），这说明与传统学习方式相比，游戏化学习对学生的陈述性知识产生了较大程度的促进作用。在7项研究中，程序性知识的合并效

应值达到了1.215($P<0.05$)，说明与传统学习方式相比，游戏化学习对学生的程序性知识产生了较大程度的促进作用。根据两者的异质性结果显示（ $Q=0.659$ ， $P=0.417>0.05$ ），游戏化学习对陈述性知识和程序性知识的影响不存在显著差异，说明游戏化学习对不同的知识类型有相同程度的正向促进作用。在6项研究中，知识保留的合并效应值为0.500（ $P<0.05$ ），说明与传统学习方式相比，游戏化学习对学生的知识保留有中等程度的促进作用。

表3 元分析合并效应值。

学习成果	数量	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性检验
			下限	上限	Z值	P值	
陈述性知识	21	0.898	0.577	1.218	5.486	0.000	Q=7.416 P=0.025
程序性知识	7	1.215	0.519	1.911	3.420	0.001	
知识保留	6	0.500	0.320	0.679	5.465	0.000	

4.5. 调节变量对科学学习成果的影响

4.5.1. 数字游戏与非数字游戏对科学学习成果的调节作用

为探究数字游戏和非数字游戏对学生科学学习成果的影响,对两者进行异质性检验,如表4所示, $P=0.033<0.05$,

说明数字游戏和非数字游戏对科学学习成果产生了不同程度的影响,其中,数字游戏对学生的科学学习成果产生了中等偏上的促进作用,非数字游戏对学生的科学学习成果产生了中等偏下的促进作用。

表4 游戏化学习方式对科学学习成果的调节作用。

游戏化学习方式	数量	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性检验
			下限	上限	Z值	P值	
数字化游戏	41	0.818	0.580	1.056	6.740	0.000	Q=4.561 P=0.033
非数字化游戏	6	0.469	0.255	0.684	4.288	0.000	

4.5.2. 不同学段对科学教育学习成果的调节作用

通过对文献的分析,本研究将学段划分为小学和中学,合并效应值如表5所示,对于小学阶段,合并效应值 $ES=1.677$,说明游戏化学习对小学学段的科学教育学习成

果具有较大程度的影响。对于中学阶段,合并效应值 $ES=0.481$,说明游戏化学习对中学学段的科学教育学习成果具有中等程度的影响。

表5 不同学段对科学学习成果的调节作用。

学段	数量	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性检验
			下限	上限	Z值	P值	
小学	14	1.677	1.071	2.283	5.425	0.000	Q=13.614 P=0.000
中学	33	0.481	0.289	0.672	4.921	0.000	

4.5.3. 不同学科对科学学习成果的调节作用

为进一步探究游戏化学习对具体科学课程的影响,本研究将科学课程细化为物理、化学、生物、地球科学、小学自然科学五门学科进行分析,各学科合并效应值如表6所示。可以发现,游戏化学习对具体的科学课程存在较大差异。对于地球科学和小学自然科学,合并效应值分别为 $ES=1.438$ 和 $ES=1.614$,说明游戏化学习对这两门课程的学习成果有较大幅度的提升作用;对于物理和化学学科,合并效应值分别为 $ES=0.596$ 和 $ES=0.567$,说明游戏化学习对

这两门课程的学习成果有中等程度的促进作用;但对于生物学科,合并效应值 $ES=0.237$,游戏化学习对学生的学学习成果的促进作用较低。结果显示这五门学科存在异质性($P=0.014<0.05$),但在深入研究后发现,不同学科产生异质性的原因和学段有关,在对学段进行分组后发现,物理、化学、生物三门中学学科之间不存在异质性($P=0.510>0.05$),说明游戏化学习对这三门学科产生了同等程度的促进作用。因此,游戏化学习对不同的科学课程的促进效果不能完全确定。

表6 不同学科对科学学习成果的调节作用。

学科	数量	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性检验
			下限	上限	Z值	P值	
生物	10	0.237	-0.310	0.783	0.849	0.396	Q=12.456 P=0.014
化学	7	0.567	0.369	0.766	5.613	0.000	
物理	15	0.596	0.410	0.782	6.281	0.000	
地球科学	3	1.438	-0.079	2.954	1.858	0.063	
自然科学	12	1.614	0.970	2.259	4.907	0.000	

4.5.4. 不同的班级规模对科学教育学习成果的调节作用

通过对文献的分析,并排除不能确定班级规模的3篇文献,将不同的班级规模划分为了两类,小规模班级以及中等规模班级。根据结果显示,两种班级规模存在异质性

($P=0.03<0.05$),小班规模下,合并效应值 $ES=1.479$,说明小班教学中,游戏化学习对学生的科学学习成果有较大幅度的促进作用;中班规模下,合并效应值 $ES=0.626$,说明此条件下游戏化学习对学生科学学习成果有中等偏上的促进作用。

表7 不同班级规模对科学学习成果的调节作用。

班级规模	数量	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性检验
			下限	上限	Z值	P值	
小班	10	1.479	0.746	2.213	3.952	0.000	Q=4.699
中班	34	0.626	0.387	0.865	5.135	0.000	P=0.030

4.5.5. 不同的实验干预时间对科学学习成果的调节作用

为探究实验干预时间对科学学习成果的影响，本研究将实验干预时间划分为四个阶段：一周以下、一周至四周、四周至八周，以及八周以上。结果如表所示，可以发现，对于一周以下的实验干预时间，游戏化学习对学生产生了

较大程度的影响（ES=0.989）；对于一周至四周以及四周至八周的实验干预时间，游戏化学习对学生产生了中等程度的影响（ES=0.711，0.731）；但对于八周以上的干预时间，游戏化学习对学生产生了中等偏下的影响（ES=0.331）。

表8 不同学科对科学学习成果的影响。

干预时间	数量	效应值	95%置信区间		双尾检验		异质性检验
			下限	上限	Z值	P值	
一周以下	18	0.989	0.638	1.340	5.521	0.000	Q=10.514 P=0.015
一周至四周	13	0.711	0.441	0.982	5.154	0.000	
四周至八周	13	0.731	0.148	1.314	2.457	0.014	
八周以上	3	0.331	0.094	0.568	2.737	0.006	

5. 结论与思考

5.1. 游戏化学习对科学教育学习成果的影响

首先，研究表明，在自然科学背景下，游戏化学习对学生的成果产生了积极而显著的影响，合并效应值达到了0.756。具体来看，游戏化教学对学生的陈述性知识、程序性知识以及知识保留均起到了中等及中等偏上的促进作用，并且相对于陈述性知识来说，游戏化学习对学生程序性知识的提升更加明显。

笔者推断，这可能与科学课程的学科特点以及游戏化学习特点相关。在对文献的深入阅读后发现，科学课程不仅注重学生对概念、事实等陈述性知识的掌握，更加注重分析、综合等高阶思维的提升。而游戏化学习由于与虚拟现实技术、增强现实技术等结合，使得其沉浸感、情境性、互动性、真实性等特点更加显著，让学生在科学探究过程中如身临其境，增加了心流体验，增强了学习动机，使其更加积极主动地参与学习过程，从而促进了学习成果的提升。

5.2. 调节变量对科学学习成果的影响

5.2.1. 与非数字化游戏相比，数字化游戏对科学学习成果的提升更为显著

研究表明，数字化游戏和非数字化游戏对科学学习成果均有正向的促进作用，但是数字化游戏的促进作用更加显著，此结果与前人研究一致[10]。这可能与近些年来虚拟现实技术、增强现实技术、人工智能技术等的应用有关，各种新兴技术与游戏化学习的结合，使得数字化游戏越来越真实有趣，反馈也更加及时，极大地增加了学生的体验感和学习兴趣。但由于非数字游戏的文献较少，本研究中仅有6篇，因此，需谨慎对待此结果。

5.2.2. 与中学学段相比，游戏化学习对小学学段的学生影响更为显著

研究表明，游戏化学习对小学学段和中学学段均有促进作用，但两者存在显著性差异，游戏化学习对小学阶段的提升作用更加显著。其原因可能有以下两点：首先，小学学段与中学学段的学生均为数字原住民，对技术和游戏过程都较为熟悉，因此对技术的使用差别较小；但从小学至中学，科学知识明显变得繁杂、较难，使得相关游戏的开发难度加大，为游戏化学习的实施增加了困难。其次，游戏活动的设计与实施对学习成果也尤为重要。因此，针对中学科学的游戏化学习更加任重而道远。

5.2.3. 游戏化学习对不同的科学学科效果不同

研究表明，游戏化学习对科学学习均有促进效果，但在不同的科学学科中存在显著性差异。对于地球科学和小学自然科学，游戏化学习产生了较高级别的影响；对于物理、化学和生物学科，游戏化学习产生了中等程度的影响。在对学段进行亚组分析后发现，小学亚组内的课程和中学亚组内的课程并无显著性差异，这说明，游戏化学习对具体的科学学科的影响不能完全确定，因此，需谨慎对待该结果。

5.2.4. 在小班学习规模下，游戏化学习作用更加显著

研究表明，相比于较大的班级规模（30至60人），较小的班级规模（30人及以下）条件下，游戏化学习对学生的成果产生了更加明显的提升作用。该结论与前人研究基本一致[10]。这表明游戏化学习可能更加适用于在小班中开展。

5.2.5. 不同干预时间对科学学习成果存在调节作用

研究表明，较短的实验干预时间（一周以下）与中等的实验干预时间（1周至8周）相比，产生了更高学习

成果;而中等的实验干预时间(1周至8周)与较长的实验干预时间相比(8周以上),产生了更高的学习成果。这一现象意味着游戏化学习的实施过程中可能存在新奇效应,随着时间的延长,新奇效应逐渐消失,导致游戏化学习对学习成果的影响降低。

本研究的不足在于:首先,本研究将科学教育的学习成果划分为了陈述性知识、程序性知识和知识保留,此分类并未包含学习成果的全部内容,也未考虑游戏化学习对学习兴趣、学习态度等变量的影响,因此有待改善;其次,本研究的文献全部来自数据库,未从其他途径获取文献,可能会存在发表偏倚和选择性偏倚。

参考文献

- [1] 尹晓爽. 农村中学科学教育乡土化研究 [D]. 山东师范大学, 2014.
- [2] 杨秋兰. 重庆市高中生物教学中STSE教育现状调查与实践研究 [D]. 西南大学, 2020.
- [3] 关亮亮. 我国中学科学教育的现状、问题和研究对策 [D]. 西南大学, 2013.
- [4] Deterding S, Dixon D, Khaled R, et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification" [C] //Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments. 2011: 9-15.
- [5] 李玉斌, 宋金玉, 姚巧红. 游戏化学习方式对学生学习效果的影响研究——基于35项实验和准实验研究的元分析 [J]. 电化教育研究, 2019, 40 (11): 56-62.
- [6] 任岩, 安涛, 领荣. 教育游戏对学生学习成绩的影响研究——基于63项实验和准实验研究的元分析 [J]. 上海教育科研, 2021 (03): 33-40.
- [7] 和文斌, 董永权. 教育游戏对学生学习效果的影响研究——基于41项实验和准实验的元分析 [J]. 现代教育技术, 2021, 31 (04): 44-50.
- [8] Huang R, Ritzhaupt A D, Sommer M, et al. The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: A meta-analysis [J]. Educational Technology Research and Development, 2020, 68 (4): 1875-1901.
- [9] Sailer M, Homner L. The gamification of learning: A meta-analysis [J]. Educational Psychology Review, 2020, 32 (1): 77-112.
- [10] 胡晓玲, 赵凌霞, 李丹, 范博. 游戏化教学有效性的系统评价与元分析 [J]. 开放教育研究, 2021, 27 (02): 69-79.
- [11] Tsai Y L, Tsai C C. A meta - analysis of research on digital game - based science learning [J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2020, 36 (3): 280-294.
- [12] Wouters P, Van Nimwegen C, Van Oostendorp H, et al. A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games [J]. Journal of educational psychology, 2013, 105 (2): 249.
- [13] Su C H, Cheng C H. A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements [J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2015, 31 (3): 268-286.
- [14] Hwang G J, Wu P H, Chen C C. An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities [J]. Computers & Education, 2012, 59 (4): 1246-1256.
- [15] Kollöffel B, de Jong T. Conceptual understanding of electrical circuits in secondary vocational engineering education: Combining traditional instruction with inquiry learning in a virtual lab [J]. Journal of engineering education, 2013, 102 (3): 375-393.
- [16] Khan A, Ahmad F H, Malik M M. Use of digital game based learning and gamification in secondary school science: The effect on student engagement, learning and gender difference [J]. Education and Information Technologies, 2017, 22 (6): 2767-2804.
- [17] Chen M H M, Tsai S T, Chang C C. Effects of game-based instruction on the results of primary school children taking a natural science course [J]. Education Sciences, 2019, 9 (2): 79.
- [18] Su T F, Cheng M T, Lin S H. Investigating the effectiveness of an educational card game for learning how human immunology is regulated [J]. CBE—Life Sciences Education, 2014, 13 (3): 504-515.
- [19] Chen C H, Liu J H, Shou W C. How competition in a game-based science learning environment influences students' learning achievement, flow experience, and learning behavioral patterns [J]. Journal of Educational Technology & Society, 2018, 21 (2): 164-176.
- [20] 但汉雷, 白杨, 张亚历, 聂军. Meta分析方法及其医学科研价值与评价 [J]. 中华医学科研管理杂志, 2003 (01): 13-16.
- [21] 周旭毓, 方积乾. Meta分析的常见偏倚 [J]. 循证医学, 2002 (04): 216-220.
- [22] Snyder P, Lawson S. Evaluating results using corrected and uncorrected effect size estimates [J]. The Journal of Experimental Education, 1993, 61 (4): 334-349.
- [23] Shaughnessy J J, Zechmeister E B, Zechmeister J S. Research methods in psychology [M]. McGraw-Hill, 2000.
- [24] 卢谢峰, 唐源鸿, 曾凡梅. 效应量: 估计、报告和解释 [J]. 心理学探新, 2011, 31 (03): 260-264.
- [25] Rosnow R L, Rosenthal R. Effect sizes: Why, when, and how to use them [J]. Zeitschrift für Psychologie/Journal of Psychology, 2009, 217 (1): 6.