

教育游戏对学生学业成就影响研究

——基于48项实验与准实验研究的元分析

段春雨

(华东师范大学教育信息技术学系,上海 200062)

[摘要] 基于“寓教于乐”的教育理想,人们对教育游戏在教育教学方面的积极作用寄予厚望。为探究教育游戏对学生学业成就的影响,国内外学者开展了大量的实验研究,结果却大相径庭,甚至存在截然不同的研究结论。鉴于此,本文采用元分析方法,对近十年国际上关于教育游戏对学生学业成就影响的48项实验与准实验研究进行量化分析,审视与评价了教育游戏的影响效果。研究发现:教育游戏对学生学业成就具有正向影响作用,其效应值为0.560。教育游戏对学生学业成就的影响效果在不同学习对象、学生人数规模以及文理学科上均不存在显著性差异,影响效果是等同的,但在具体学科上存在显著的差异性。英语、计算机、科学、理化等学科受教育游戏影响较大,具有广泛的教育游戏应用前景;生物、地理、史社等学科受教育游戏影响适中,具备一定的教育游戏应用前景;数学受教育游戏影响最小,其教育游戏应用前景还不太明朗;商业管理、体育等学科一定程度上也受教育游戏的影响,不过其实际效果和应用前景还有待考证。

[关键词] 教育游戏;学业成就;准实验;元分析

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2017)04-0065-11

一、引言

教育游戏研究始于上世纪六十年代,当时它的教育价值并不受重视。进入新世纪后,在一些西方学者的推动下,教育游戏的应用价值逐渐被学界认可。斯夸尔(Squire, 2003)认为教育游戏是教育系统的重要组成部分,具有扭转其固有顽疾的潜力。普林斯基(Prensky, 2006)指出,教育游戏能帮助学生掌握21世纪的必备技能。詹姆斯·吉(Gee, 2007)等研究发现,好的教育游戏有助于促进学生的深度学习。近年来,随着互联网与多媒体技术突飞猛进的发展以及人们对“寓教于乐”需求的不断高涨,教育游戏受到空前的重视与广泛关注,成为教

育研究领域的热点话题。为探究教育游戏对学生学习的影响效果,国内外学者开展了大量的实验研究。然而,实验效果却大相径庭。这不仅在理论方面引起了很大争议,而且对应用实践也产生了不利影响。究其原因,一方面是教育游戏基础理论研究还比较稚嫩,尚未形成经得起实践检验的理论体系;另一重要原因是受研究方法所限,研究视野比较狭窄,所构建的理论框架往往难以得出普适性、全局性的科学解释(赵永乐等, 2016)。众所周知,现有的多数教育游戏实验都是面向特定内容与特定对象的,研究方法本身存在个性有余、普适不足的先天缺陷,其结论在更大范围内的适用性与成效性仍有待进一步检验与考证。

[收稿日期] 2017-03-31

[修回日期] 2017-06-20

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2017.04.006

[作者简介] 段春雨,博士研究生,华东师范大学教育信息技术学系,研究方向:远程教育测评、计算机教育应用(duanchunyu@163.com)。

我国教育游戏研究起步较晚,还不太成熟,主要集中在教育游戏基本理论的引介与探讨上,极易受国际学术争端的影响。加之,我国对教育游戏应用的实验与准实验研究匮乏,数据积累严重不足。为了相关实践的开展与科学决策,教育界迫切需要了解教育游戏对学生学业成就的实际效用。

近年来,国际上兴起的元分析方法,从方法论层次上弥补了传统实验研究方法的不足,为研究教育游戏的效用问题提供了新的视角。本文试图采用元分析方法,对近十年国际上有关教育游戏对学生学业成就影响效果的48项实验与准实验研究进行分析与梳理,审视与评价教育游戏对学生学业成就的实际影响,以期为国内相关研究与实践提供借鉴。

二、文献综述

教育游戏效用问题一直是本领域研究的关注焦点。以往关于教育游戏对学生学业成就的影响研究,大致存在三种截然不同的实验结果:部分研究结果支持教育游戏对学生学业成就具有显著提升作用的假设,部分实验得出相反的结果,还有部分研究表明教育游戏对学生学业成就不存在显著影响。

支持第一种结论的研究很多,比较典型的有玛丽娜(Marina, 2009)开展的计算机教育游戏实验。该研究采用随机实验设计探究了教育游戏对学生学习计算机基本概念的影响效果,选取88名高中生为研究对象,将其随机分配到实验组(47人)与控制组(41人),实验组学生采用教育游戏进行学习,控制组学生通过课程网站学习。研究发现,实验组学生计算机概念测试得分显著高于控制组学生测试得分,证明了教育游戏对学生学业成就具有显著正向影响效应的论断。史密斯等人(Smith et al., 2013)通过准实验设计检验了教育游戏对学生学习英语词汇的影响效应,发现使用教育游戏的学生得分明显优于使用常规学习方法的学生,且测试得分之间存在显著性差异,说明教育游戏对学生学习英语词汇具有正向的促进作用。还有很多研究同样也支持这一结论。如张米多等人(Chang et al., 2015)采用对比实验设计检验了数学APP游戏对学生学习分数概念的影响效果,研究以306名中学生为实验对象,进行为期九周的实验,结果发现数学APP游戏能够显著提高学生的数学学习能力。刘宗玉(Liu, 2016)

以110名大学生为研究对象,利用准实验设计探究教育游戏对学生学习计算机知识的影响效果,研究发现教育游戏能够显著提升学生的学业成就。

也有部分研究得出相反的实验结论,认为教育游戏对学生学业成就具有显著的消极影响。代表性的研究有莎拉(Sarah, 2006)撰写的硕士毕业论文。在该论文中,莎拉通过准实验设计检验教育游戏对数学学习成就的影响效果,选取七年级两个班的50名学生为研究对象,随机分配实验组与控制组:实验组学生通过教育游戏进行学习,控制组学生利用常规方式开展学习。结果显示,实验组前后测得分变异量为6.2,控制组前后测得分变异量为8.96,教育游戏的效应值为-2.76,且这一估计值达到了统计意义的显著性($t = -2.48$),证实了教育游戏对学生学业成绩具有消极影响的论点。这一结论在其它研究中也得到证实。沙利耶和别克等人(Charlier & Bieke, 2013)利用随机实验分析与验证教育游戏对学生学习“急救”知识的影响,研究发现,与接受传统学习方式的学生相比,使用教育游戏进行学习的学生获得了更低的测试分数,说明教育游戏具有负向的影响效应。弗格森(Ferguson, 2014)在其博士论文中利用准实验设计检验了教育游戏对学生数学成绩的影响效果,发现控制组学生比实验组学生具有更好的成绩表现,再次佐证了莎拉的研究结果。这些研究在一定程度上证实了教育游戏对学生学业成就具有消极影响的论断。

另外,还有一些研究实验显示教育游戏对学生学业成就并不存在显著影响效果。古托姆等人(Guttorm et al., 2009)采用准实验设计对比教育游戏与传统方法对学生学习计算机课程的影响效果。结果发现,使用教育游戏学习的学生并没有明显优于采用传统方法开展学习的学生,其测试得分之间不存在显著差异,说明教育游戏对学生学业成就并不存在显著性的影响效果。萨迪克(Sadiq, 2010)的博士论文通过对比实验,探究网络游戏在研究生学习物理课程的影响作用。结果发现,教育游戏对学生学习物理知识并不存在显著的影响效应,再次佐证了古托姆等人的研究结论。此后,还有很多研究也同样支持这一结论(Swearingen, 2011; Yang, 2012; Michail, 2013; Mahmoudia et al., 2015; Bakker et al., 2016)。

可见,教育游戏是否能够提升学生学业成就这个议题,迄今为止并未形成一致的共识。鉴于此,本文试图回答以下问题:与传统课程学习或其他非游戏学习方式相比,教育游戏是否因其具有强化游戏动机的特殊功效而更有利于提升学生的学习效果?如果答案是肯定的,那么有效应用教育游戏的实施条件有哪些?其影响效果是否在不同学习对象、学生人数以及学习内容上都具有很好的适用性?为解决上述问题,本文分三部分对此逐一进行分析与讨论。首先,介绍研究的基本过程、流程与方法;然后,基于样本材料探究教育游戏对学生学业成就的影响效果,考察其影响效果在学习对象、人数规模、学科性质以及具体学科上的差异性,总结有效应用教育游戏的实施条件;最后,在审视已有研究结果,借鉴有效应用教育游戏的经验与做法的基础上,提出了旨在提升与改善教育游戏应用成效的意见与建议。

三、研究方法过程

(一)研究方法

为了客观地揭示教育游戏对学生学业成就的影响效果,本文采用国际教育技术界比较惯用的元分析(Meta-analysis)方法。它是一种综合某一主题多项实验与准实验研究成果,获取其平均效应值,并在此基础上对整体研究状况进行系统分析与评价的统计分析方法(Lipsey & Wilson, 2000)。元分析过程可以呈现多种效应值,每种效应值都可以作为研究问题的分析对象。本文主要采用标准化均差(standardized mean difference,简称SMD)为效应值,来表征教育游戏对学生的影响效果。其数学表达式为: $SMD = (YT - YC) / S$ 。其中,YT为实验组测量结果的总体均值,YC为控制组测量结果的总体均值,S为实验组与控制组测量结果之间的标准差。

(二)研究过程

早期研究由于缺乏规范,研究过程比较散乱。为了规范元分析过程,提升研究质量,拉索(Russo)于2007年开发了专门用于评价元分析研究质量的“元分析审查表”(Checklist for Meta-analysis),详细阐述元分析过程及其具体内容(Russo, 2007)。本文参照索拉的研究,将研究过程划分为以下几个步骤:

1. 文献检索

本研究选取ERIC、Science Direct、ProQuest等大

型电子数据库为数据来源,以教育游戏和学业成就为关键词进行大范围组合检索。检索类型为“IT标题”,年限设定为“2006年-至今”,逻辑运算符为“AND”,检索时间为2017年1月21日。其中,教育游戏的关键词包括“educational games、computer games、digital games、serious games、games”,学生学业成就的关键词包括“student learning、learning outcome、learning achievement、learning effect、learning effectiveness、learning performance”等。然后,将检索命中的文献资料导入到NoteExpress和Excel软件中进行查重处理,剔除重复的文献条目,共得到632条独立样本数据,包括571篇期刊论文,61篇学位论文。

2. 样本筛选

由于检索得到文献数据并不完全满足元分析的限定要求,本研究在正式分析前需要对原始数据进行“筛选(Exclusion)”。根据研究需要,我们拟定如下文献遴选标准:1)研究主题为教育游戏对学生学业成就的影响;2)教育游戏为计算机或电子类游戏,学业成就为个体学业成就;3)研究方法为实验研究,包括实验和准实验设计;4)实验干预为使用与不使用教育游戏;5)实验对象为在校学生,不包括成人学习者;6)研究结果报告中有足够的信息,能够计算出平均效应值。根据以上标准,剔除不符合条件的文献条目,最终得到的有效样本数据有48条,其中包括43篇期刊论文,5篇学位论文。这些文献可得到58个用于正式分析的效应值(部分文献包括多个效应值)。

3. 特征值编码

样本筛选后得到的有效文献往往会包含多种特征值。为了方便分析,样本筛选后还需对文献的特征值进行编码。本文主要对文献作者、出版年份、实验人数、学生年级、实验学科以及实验结果等信息进行编码。根据实验组学生人数,将其划分不同的人数规模,30人以下小班规模、30-50人为中班规模、50人以上为大班规模。按照学生年级,将其编码为不同的学习对象,1-6年级学生为小学生(Primary),7-12年级学生为中学生(Middle),本科生及研究生为大学生(College)。依据研究结论,将实验结果划分为积极影响(Positive)、消极影响(Negative)与无影响(None)。在学科编码上,将效应值在2个及以上的列为独立学科;将效应值不足2个的,与关

系较为密切的学科合并成一个学科(物理与化学合并为理化,历史与社会合并为史社);将既不能单列为独立学科、又无法合并的设为其他学科。编码后的学科包括数学(Math)、英语(English)、计算机

(Computer)、生物(Biology)、科学(Science)、地理(Geography)、理化(Phy & Chem)、史社(His & Soc)和其他(Other)等九类。正式用于元分析的有效文献如表一所示。

表一 元分析文献信息列表

作者(年份)	实验人数	实验对象	实验学科	实验结果
Hwang, 2012	29, 21	Primary	Science	Positive
Sarah, 2006	25, 25	Middle	Math	Negative
Sadiq, 2010	20, 20	College	Phy&Chem	None
Lin, 2012	11, 19	Middle	His&Soc	Positive
Kebritchi, 2010	117, 76	Middle	Math	Positive
Mohammad, 2016	26, 27	Middle	Math	Positive
Abeer, 2013	48, 40	Primary	English	Positive
Nejem, 2013	39, 42	Primary	Math	Positive
Swearingen, 2011	127, 96	Middle	Math	None
Su, 2014	62, 37 ; 35, 37	Middle	Biology	Positive/Positive
Su, 2013	33, 30	College	Computer	Positive
Cheng, 2014	65, 67	Middle	Biology	Positive
Liu, 2010	32, 32	Middle	English	Positive
Liu, 2016	55, 55	college	Computer	Positive
Charlier, 2013	62, 58	Middle	Science	Negative
Guttorm, 2009	22, 21	College	Computer	None
Marina, 2009	47, 41	Middle	Computer	Positive
Yang, 2012	20, 24	Middle	His&Soc	None/Positive
Chen, 2016	57, 145	Middle	Geography	Positive
Bakker, 2016	40, 41	Primary	Math	Positive/None
Rastegarpour, 2011	35, 35	Middle	Phy&Chem	Positive
Smith, 2013	54, 54	College	English	Positive
Zetoua, 2014	27, 27	Primary	Other	Positive
Cheng, 2012	33, 31	College	Computer	Positive
Yang, 2013	32, 35	Middle	Biology	Positive
Yang, 2014	36, 32	Middle	Other	Positive
Uzun, 2012	121, 72	Primary	Science	Positive
Su, 2013	34, 34	Primary	Science	Positive
Chang, 2015	160, 106	Middle	Math	Positive
Yien, 2011	33, 33	Primary	Biology	Positive
Ferguson, 2014	112, 110	Middle	Math	Negative
Singaravelu, 2008	30, 30	Middle	English	Positive
Eagle, 2009	27, 29	College	Computer	Positive
Annetta, 2009	65, 64 ; 36, 36	Middle	Biology	None/Positive
Mahmoudia, 2015	24, 24	Primary	Math	None
Hwang, 2017	39, 38	Middle	English	Positive
Sung, 2015	28, 28	Primary	Biology	None
Sung, 2013	31, 31	Primary	Science	Positive
Michail, 2013	21, 20	Middle	Math	None
Nelson, 2009	13	Primary	Math	Positive
Klisch, 2012	444	Middle	Science	Positive
Hakan, 2009	24	Primary	Geography	Positive
Miller, 2011	735	Middle	Science	Positive
Brom, 2011	100	Middle	Other	Positive
Victoria, 2012	50	College	English	Positive
Cheng, 2012	98	Middle	Biology	Positive
Kourakli, 2017	20	Primary	Phy&Chem	Positive
Liu, 2013	18	Primary	Science	Positive

注:实验人数列中,前一数值为实验组人数,后一数值为对照组人数。

4. 数据分析

本研究采用综合性元分析软件(Comprehensive Meta Analysis 2.0, 简称 CMA 2.0)为数据分析工具, 研究中所有数据分析均在软件中自动生成。由于元分析得到的初始研究在样本数、实验程序与方法上存在一定差异, 由此估计得到的平均效应值与真实的群体效应值并不完全一致, 存在着样本异质性。本研究采用博伦斯坦等人(Borenstein et al., 2009)提出的建立固定效应模型和随机效应模型方法, 来消除样本异质性的影响。当异质性检验(Q值)结果显著时, 采用随机效应模型; 反之, 则采用固定效应模型。

四、结果分析与讨论

(一) 教育游戏对学生学业成就的影响效果

从合并效应值(见表二)上看, 无论是固定效应模型, 还是随机效应模型均达到了统计显著水平($P < 0.001$), 且合并效应值为正值, 说明教育游戏对学生学业成就具有正向的影响。异质性检验结果显示, Q值为712.373, 统计结果为显著水平($P < 0.001$), 说明各研究之间存在异质性, 因而选用随机效应模型来估计教育游戏对学生学业成就的影响效果。从随机效应模型看, 48项实验研究的合并效应值SMD为0.560。根据雅各布·科恩(Jacob Cohen)提出的效应值统计理论, 当效应值为0.2左右时, 被认为影响很小; 当效应值为0.5左右时, 被看做有中等影响; 当效应值位于0.8左右, 被认为影响

显著(Cohen, 1992)。本研究的效应值位于0.5至0.8之间, 且达到统计显著要求, 说明教育游戏对学生学业成就具有中等程度的正向影响。这一结论说明教育游戏对学生学习具有正向促进作用, 将教育游戏应用于学生学习有利于改善与提升其学习效果。

(二) 教育游戏影响效果在不同学习对象上的差异性

前文已证实教育游戏对学生学习具有正向的促进作用, 那么这种影响效果是否在不同阶段学生之间都具有同等适用性呢? 为了回答这个问题, 我们探究了教育游戏对学生学业成就影响效果在小学生、中学生、大学生等不同学习对象上的差异性。从表三看, 小学生、中学生、大学生的合并效应值都达到了统计显著水平($p < 0.001$), 且同质性检验结果显著($p < 0.01$), 说明教育游戏对小学生、中学生以及大学生的学习都有正向的提升作用。从效应值大小看, 三类学生的合并效应值均大于0, 且在0.5至0.8之间, 说明无论是中小學生, 还是大学生, 教育游戏对其学业成就均具有中等层次的影响效果。从组间效应检验结果看, 组间效应值QBET为3.400, P值为0.184(大于0.05), 未达到统计显著水平, 说明教育游戏对不同对象(小学生、中学生、大学生)学业成就的影响不存在显著性差异, 其影响效果是同等的。换句话说, 教育游戏对各阶段(小学、中学、大学)学生学习均具有正向的提升作用, 都有利于改善与提高其学习效果。

表二 教育游戏对学生学业成就的影响

效应模型	效应值 (SMD)		95% 置信区间		渐进		异质性检验		
			下限	上限	Z 值	P 值	Q 值	df	P 值
固定	0.597	0.554	0.639	27.721	0.000		712.373	57	0.000
随机	0.560	0.402	0.718	6.995	0.000				

表三 教育游戏影响效果在不同学习对象的差异

学习对象	数量	效应值 (SMD)	标准误	95% 置信区间		同质性检验 (Q 值)	组间效应 (QBET)
				下限	上限		
小学生	16	0.512***	0.071	0.396	0.628	173.970***	QBET = 3.400 (p = 0.184)
中学生	33	0.618***	0.024	0.570	0.666	513.717***	
大学生	9	0.542***	0.059	0.403	0.680	21.286**	

注: ***表示p值达到0.001显著水平, **表示p值达到0.01显著水平, *表示p值达到0.05显著水平, 下同。

(三) 教育游戏影响在不同人数规模上的差异

如前文所述,为了检验教育游戏影响效果在不同学生人数规模上的适用性,我们计算了教育游戏影响效果在小班、中班、大班等不同学生人数规模上的合并效应值。从影响效应(见表四)看,小班、中班、大班的合并效应值均达到统计显著水平($P < 0.001$),其效应值分别为0.516、0.618、0.603,且同质性检验结果显著($p < 0.001$),说明教育游戏无论对小班、中班学生学习,还是对大班学生学习都具有显著正向作用。从组间效应值看,QBET为1.666,未达到统计显著水平($p > 0.05$),说明教育游戏的影响效果在小班、中班以及大班等不同人数规模不存在显著性差异,具有同等的影响效果。

(四) 教育游戏影响在不同学科上的差异

教育游戏到底适合应用于哪些课程的学习?其效果如何?为了回答这些问题,我们探讨了教育游戏对学生学业成就影响效果在不同学科上的差异性。从表五看,各学科的合并效应值均大于0,且达到统计显著要求($p < 0.05$),说明教育游戏对数学、英语、计算机、生物、科学、地理、物化、史社和其他等学

科均有显著的正向影响作用。从组间效应看,QBET为163.143, p 值小于0.001,说明教育游戏对各学科的影响并不完全相等,在不同学科之间存在显著性差异。从具体影响效应看,数学的合并效应值(0.135)位于0.2以下,影响效果比较小,说明其教育游戏应用前景还不太明朗。生物(0.460)、地理(0.331)、史社(0.463)等学科的效应值均在0.2以上,接近0.5,说明这些学科受到中等程度的教育游戏影响作用,具备一定的教育游戏应用前景。英语(0.645)、计算机(0.695)、科学(0.793)、理化(0.609)等学科的效应值均大于0.5,且接近0.8,说明这些学科受教育游戏影响比较明显,具有广泛的教育游戏应用前景。有趣的是,其他学科受教育游戏影响最为明显,其合并效应值为1.882,远高于0.8的标准。为了解释这一现象,我们对其他学科的文獻进行了细致研究。通过研读文獻发现,其他学科主要涉及两个:一是中职学生的商业管理;二是高中生的体育课程。由于每个学科仅有一个研究个例,在此我们仅作保守估计,认为商业管理和体育等学科可能一定程度上也受教育游戏的影响,不过其

表四 教育游戏影响效果在不同学生人数规模上的差异

人数规模	数量	效应值(SMD)	标准误	95%置信区间		同质性检验(Q值)	组间效应(QBET)
				下限	上限		
小班	16	0.516***	0.068	0.383	0.648	179.053***	QBET = 1.666 ($p = 0.435$)
中班	22	0.618***	0.049	0.522	0.713	130.335***	
大班	20	0.603***	0.026	0.552	0.653	401.319***	

表五 教育游戏影响效果在不同学科上的差异

实验学科	数量	效应值(SMD)	标准误	95%置信区间		同质性检验(Q值)	组间效应(QBET)
				下限	上限		
数学	11	0.135**	0.051	0.035	0.236	48.517***	QBET = 163.143 ($p < 0.001$)
英语	7	0.645***	0.075	0.497	0.893	31.517***	
计算机	6	0.695***	0.101	0.497	0.893	13.225*	
生物	12	0.460***	0.054	0.354	0.566	131.195***	
科学	11	0.793***	0.032	0.731	0.855	275.817***	
地理	2	0.331	0.131	0.075	0.587	6.491*	
理化	4	0.609***	0.131	0.353	0.865	9.608*	
史社	3	0.463**	0.194	0.083	0.842	11.524**	
其他	2	1.882***	0.228	1.435	2.328	21.335***	

实际效果与应用前景还有待进一步考证。

前面探讨了教育游戏在具体学科上的适用性,那么教育游戏在文、理两种不同性质学科上是否也具有差异性呢?为回答这个问题,我们对学科再次进行编码,将数学、计算机、生物、科学、理化等学科编码为理科,英语、地理、史社等学科编码为文科。运行元分析软件 CMA 2.0 进行分析,数据结果如表六所示。从效应值看,教育游戏对文科和理科课程都具有显著的正向影响($SMD > 0, P < 0.001$)。但从组间效应看,QBET 值为 0.252, p 值为 0.615(大于 0.05),说明教育游戏在文科、理科上不存在显著性差异。换句话说,教育游戏对文科课程与理科课程均具有很好的适用性,都有利于改善与提升学习效果。

(五) 研究样本的发表偏倚检验

为保证研究结果的科学性与可靠性,元分析过程通常会对样本数据的发表偏倚进行检测。发表偏倚指由于审稿人与编辑者在选择论文发表时的倾向性与偏差,导致出现具有统计显著意义的阳性研究结果比没有统计显著意义的阴性研究结果更容易发表的现象(杨扬等,2002)。目前,学界惯用的检测方法有两种:漏斗图法与 Egger's 回归检测法。本文运用这两种方法对研究样本的发表偏倚进行综合评估,运行 CMA2.0,得到样本发表偏倚检测漏斗图(见图1)。从漏斗图看,研究样本效应值均匀分布在平均效应值的两侧,无异常值存在,说明发表偏倚检测效果良好。从 Egger's 回归检测结果看,t 值为 0.915, p 值为 0.364(大于 0.05),未达到统计显著水平,检测结果理想。综合考虑,我们认为本研究样本不存在发表偏倚,数据分析结果是可靠与稳健的。

五、结论与思考

本研究采用国际惯用的元分析方法,对检索得到的关于教育游戏对学生学业成就影响的 48 项实

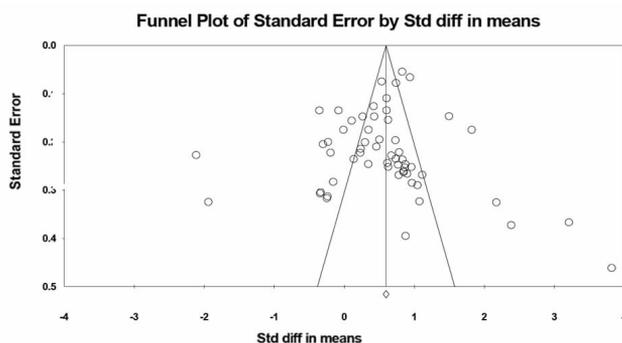


图1 样本数据发表偏倚检测漏斗图

验与准实验研究进行量化研究,客观分析与评价教育游戏的影响效果,并对其影响效果在不同学习对象、人数规模和学科上的适用性进行了检验。由研究结果可以得到如下结论:教育游戏对学生学业成就具有中等层次的正向促进作用,其效应值为 0.560。教育游戏对学生学业成就的影响效果在不同学习对象上不存在显著性差异,无论是对中小学生的学习,还是对大学生的学习,均具有显著的正向影响。教育游戏对学生学业成就的影响效果在小班、中班、大班等不同人数规模上也不存在显著性差异,影响效果是等同的。虽然教育游戏对学生学习的影响效果在文、理科上不存在显著性差异,但在具体学科上存在明显的差异性。英语、计算机、科学、理化等学科受教育游戏影响较为明显,具有广泛的教育游戏应用前景;生物、地理、史社等学科受教育游戏影响适中,具备一定的教育游戏应用前景;数学受教育游戏影响最小,教育游戏应用前景还不太明朗;商业管理、体育等学科一定程度上可能也受教育游戏的影响,不过实际效果与应用前景还有待检验与考证。另外,我们在研究中还发现了一些问题,引发了一些思考。

(一) 探索教育游戏影响作用机制是有效解决其应用成效问题的根本途径

教育游戏应用研究虽已开展多年,但应用效果

表六 教育游戏影响文、理学科的差异

学科	数量	效应值 (SMD)	标准误	95% 置信区间		同质性检验 (Q 值)	组间效应 (QBET)
				下限	上限		
文科	12	0.556 ***	0.062	0.435	0.677	54.135 ***	QBET = 0.252 ($p = 0.615$)
理科	44	0.589 ***	0.023	0.544	0.634	604.531 ***	

始终未能取得突破性进展。其中,一个重要原因是因为当前研究深度不够,多数研究仍停留在媒体比较层面,无法对教育游戏影响作用机制作出科学的解释。教育游戏是如何影响学生学习的?其影响机制是发生在媒体内容层面,还是产生于学生的内部心理?对此,我们并没有充分的了解与认识。可喜的是,认知神经科学技术的兴起与发展为我们提供了新的视角。作为学习科学研究的前沿,认知神经科学对人脑及其认知机制的研究,不仅为教育游戏的设计与开发提供了重要理论支撑,同时也为教育游戏应用效果验证提供了新的科学方法(尚俊杰等,2017)。目前一些认知科学技术,如脑机干预(Brain-Computer Interfere)已被应用于教育游戏,被证明其提供的可视化脑神经反馈可以有效地监控学生的学习情绪(Verkijika & Wet, 2015)。随着认知科学与脑科学技术的发展,我们相信在不久的将来教育游戏研究会逐步深化,其应用成效会逐渐彰显。

(二)推动学术共同体之间的协作是有效解决教育游戏应用问题的切实做法

多学科学者参与是教育游戏研究的显著特点。当前教育游戏研究存在心理认知科学、认知神经科学和教育应用科学等三条不同的研究路径。由于学者之间缺乏协作,领域研究各行其是,获得的理论成果很难得到整合,以指导教育游戏应用实践。心理认知研究者局限于游戏心理研究,对教育游戏应用缺乏足够兴趣。教育应用研究者虽在应用实践中竭尽所能,但很难从心理学研究中获得智力支持,研究水平和层次比较有限。神经科学研究者能够直接研究人脑的运作机制,是新生的研究力量。但由于受传统研究惯性的限制,其研究成果很难被应用于教育游戏实践。为有效地解决教育游戏的应用效用问题,改善教育游戏研究生态,推动多学科学者之间的互动协作势在必行。建立“学术共同体”机制,通过“共同谋划、共同开发、共同实践、共同研究”的方式,协同解决领域研究的关键问题,构筑科学、统一的教育游戏理论体系。

(三)教育游戏研究与应用推广之路任重而道远

虽然在无数游戏研究者与实践者的大力推广下,教育游戏研究取得了可喜的成果,但不可否认的是,社会声誉问题仍是教育游戏领域研究亟待治愈

的顽疾。教育游戏在正规学校教育中的普及还比较低。许多校长、教师与家长对教育游戏的应用效果还充满质疑,甚至心存余悸,谈“游”色变。这说明,教育游戏的应用成效还不高,其教育价值还不被相关利益共同体广泛接受与认可。教育游戏研究与推广还任重道远。在当前现实背景下,要想从根本上扭转教育游戏的应用困境,需要从两方面着手:首先要转变教育游戏的应用策略,将应用重点从如何在教育中使用电子游戏转变为如何利用电子游戏的“游戏机制”促进教育的游戏化。其次,要改进教育游戏的设计思路,关注“基于问题解决”“以用户为中心”“基于游戏行为大数据”等多样化的游戏设计理念。唯有转变传统的应用策略,才有可能妥善处理好教育游戏“教学目的”与“游戏特质”之间的平衡,得到学校及利益相关者的支持与认可。唯有改进一贯的设计思路,才有可能开发出更加优质的教育游戏产品,使其教育价值得到充分体现。

六、结 语

本研究采用元分析方法审视与评价了教育游戏的实际影响,并在借鉴相关经验与做法的基础上,提出了旨在改善与提升教育游戏应用成效的思考意见,希望能够为国内相关研究与实践提供参考价值。不过,需强调的是,分析教育游戏的总体影响不是本研究的重点,考察影响效果在不同实验条件下的差异性,总结教育游戏有效应用的实施条件,才是文章的价值所在。受研究问题的影响,本研究还略有不足,如未对教育游戏类别进行细致划分,而是从整体上对其影响效果进行了考察。因此,研究结论还略显笼统,有待在未来研究中细化。

[参考文献]

- [1] Abeer, R. A. E. (2013). The effect of using computer games on lower basic stage students' achievement in English at al-salt schools[J]. *International Education Studies*, 6(2):160-171.
- [2] Annetta, L. A., Minogue, J., Holmes, S. Y., & Cheng, M. T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics[J]. *Computers & Education*, 53(1):74-85.
- [3] Bakker, M., Marja, V. D. H. P., & Robitzsch, A. (2016). Effects of mathematics computer games on special education students' multiplicative reasoning ability[J]. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 633-648.

- [4] Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis* [M]. Chichester, UK: Wiley: 9.
- [5] Brom, C., Preuss, M., & Klement, D. (2011). Are educational computer micro-games engaging and effective for knowledge acquisition at high-schools? a quasi-experimental study [J]. *Computers & Education*, 57(3):1971-1988.
- [6] Chang, M., Evans, M. A., Kim, S., Norton, A., & Samur, Y. (2015). Differential effects of learning games on mathematics proficiency [J]. *Educational Media International*, 52(1):47-57.
- [7] Charlier, N., & Fraine, B. D. (2013). Game-based learning as a vehicle to teach first aid content: A randomized experiment [J]. *Journal of School Health*, 83(7):493-499.
- [8] Chen, C. L. D., Yeh, T. K., & Chang, C. Y. (2016). The effects of game-based learning and anticipation of a test on the learning outcomes of 10th grade geology students [J]. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5):1379-1388.
- [9] Cheng, C. H., & Su, C. H. (2012). A game-based learning system for improving students' learning effectiveness in system analysis course [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (31):669-675.
- [10] Cheng, M. T., & Len, A. (2012). Students' learning outcomes and learning experiences through playing a serious educational game [J]. *Journal of Biological Education*, 46(4):203-213.
- [11] Cheng, M. T., Su, T. F., Huang, W. Y., & Chen, J. H. (2014). An educational game for learning human immunology: What do students learn and how do they perceive? [J]. *British Journal of Educational Technology*, 45(5):820-833.
- [12] Cohen, J. (1992). A power primer [J]. *Psychological Bulletin*, 112(1):155-159.
- [13] Eagle, M. J., & Barnes, T. M. (2009). Experimental evaluation of an educational game for improved learning in introductory computing [J]. *Sigse Technical Symposium on Computer Science*, 41(1):321-325.
- [14] Ferguson, T. L. K. (2014). Mathematics achievement with digital game-based learning in high school algebra classes [D]. Doctoral dissertation, Liberty University, Lynchburg, VA:71-73.
- [15] Gee, J. (2007). *Good video games and good learning* [M]. New York: Peter Lang Publishing:23.
- [16] Guttorm, S., Natvig, L., & Jahre, M. (2009). Experimental validation of the learning effect for a pedagogical game on computer fundamentals [J]. *IEEE Transactions on Education*, 52(1):10-18.
- [17] Hakan, T., Meryem, Y. S., Türkan, K., Yavuz, I., & Gonca, K. (2009) The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning [J]. *Computers & Education*, 52(1):68-72.
- [18] Hwang, G. J., Hsu, T. C., Lai, C. L., & Hsueh, C. J. (2017). Interaction of problem-based gaming and learning anxiety in language students' English listening performance and progressive behavioral patterns [J]. *Computers & Education*, (106):26-42.
- [19] Hwang, G. J., Wu, P. H., & Chen, C. C. (2012). An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities [J]. *Computers & Education*, 59(4):1246-1256.
- [20] Kebritchi, M., Hiram, A., & Bai, H. (2010) The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation [J]. *Computers & Education*, 55(2):427-443.
- [21] Ke, F. F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? [J]. *Computers & Education*, 51(4):1609-1620.
- [22] Klisch, Y., Leslie, M. M., Shu, W., & Joel, E. (2012). The impact of a science education game on students' learning and perception of inhalants as body pollutants [J]. *Journal of Science Educational Technology*, 21(2):295-303.
- [23] Kourakli, M., Altanis, I., Retalis, S., Boloudakis, M., Zbainos, D., & Antonopoulou, K. (2017). Towards the improvement of the cognitive, motoric and academic skills of students with special educational needs using kinect learning games [J]. *International Journal of Child-Computer Interaction*:(11):28-39.
- [24] Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2000). *Practical meta-analysis* [M]. London: International Educational and Professional:3.
- [25] Liu, E. Z. F., & Chen, P. K. (2013). The effect of game-based learning on students' learning performance in science learning - a case of "conveyance go" [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (103):1044-1051.
- [26] Lin, K. C., Wei, Y. C., & Hung, J. C. (2012). The effects of online interactive games on high school students' achievement and motivation in history learning [J]. *International Journal of Distance Education Technologies*, 10(4):96-105.
- [27] Liu, T. Y. (2016). Using educational games and simulation software in a computer science course: Learning achievements and student flow experiences [J]. *Interactive Learning Environments*, 24(4):724-744.
- [28] Liu, T. Y., & Chu, Y. L. (2010). Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation [J]. *Computers & Education*, 55(2):630-643.
- [29] Mahmoudia, H., Koushafar, M., Saribagloo, J. A., & Pashavi, G. (2015). The effect of computer games on speed, attention and consistency of learning mathematics among students [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (176):419-424.
- [30] Marina, P. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation [J]. *Computers & Education*, 52(1):1-12.
- [31] Michail, N. G. (2013). Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance [J]. *Computers & Education*, 68(1):429-439.
- [32] Miller, L. M., Chang, C. I., Wang, S., Beier, M. E., & Klisch, Y. (2011). Learning and motivational impacts of a multimedia science game [J]. *Computers & Education*, 57(1):1425-1433.

- [33] Mohammad, H. A. T. (2016). The effectiveness of educational games on scientific concepts acquisition in first grade students in science [J]. *Journal of Education and Practice*, 7(3):31-37.
- [34] Nejem, K. M., & Wafa, M. (2013). The effect of using computer games in teaching mathematics on developing the number sense of fourth grade students [J]. *Educational Research & Reviews*, 8(16):1477-1482.
- [35] Nelson, M. D. (2009). The effects of computer math games to increase student accuracy and fluency in basic multiplication facts [D]. Master dissertation, Caldwell College, New Jersey:22.
- [36] Prensky, M. (2006). Don't bother me mom-I'm learning! [M]. New York:Paragon House:92.
- [37] Rastegarpour, H., & Marashi, P. (2012). The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (31):597-601.
- [38] Royer, S. L., Munch, C., Mesclé, H., & Lieury, A. (2010). Kawashima vs "super mario" should a game be serious in order to stimulate cognitive aptitudes? [J]. *European Review of Applied Psychology*, 60(4):221-232.
- [39] Russo, M. W. (2007). How to review a meta-analysis [J]. *Gastroenterology & Hepatology*, 3(8):637-642.
- [40] Sadiq, I. (2010). Effects of online games on student performance in undergraduate physics [D]. Doctoral dissertation, Capella University, Minneapolis, Minnesota:67-71.
- [41] Sarah, A. N. (2006). An examination of the effects of computer-assisted educational games on student achievement [D]. Master dissertation, the University of Houston-Clear Lake, Houston, Texas:16-20.
- [42] 尚俊杰, 张璐 (2017). 基于认知神经科学的游戏化学习研究综述 [J]. *电化教育研究*, (2):104-111.
- [43] Singaravelu, G. (2008). Video game based learning in English grammar [J]. *Journal of Educational Technology*, 5(3):49-53.
- [44] Smith, G. G., Li, M. M., Drobisz, J., Park, H. R., Kim, D., & Smith, S. D. (2013). Play games or study? computer games in eBooks to learn English vocabulary [J]. *Computers & Education*, 69(4):274-286.
- [45] Squire, K. (2003). Video games in education [J]. *International Journal of Intelligent Simulations and Gaming*, 2(1):49-62.
- [46] Su, C. H. (2013). 3D game-based learning system for improving learning achievement software engineering curriculum [J]. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(2):1-12.
- [47] Su, C. H., & Cheng, C. H. (2013). A mobile game-based insect learning system for improving the learning achievements [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (103):42-50.
- [48] Su, T. F., Cheng, M. T., & Lin, S. H. (2014). Investigating the effectiveness of an educational card game for learning how human immunology is regulated [J]. *CBELife Sciences Education*, 13(3):504-515.
- [49] Sung, H. Y., & Hwang, G. J. (2013). A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses [J]. *Computers & Education*, 63(1):43-51.
- [50] Sung, H. Y., Hwang, G. J., & Yeh, Y. F. (2015). Development of a contextual decision-making game for improving students' learning performance in a health education course [J]. *Computers & Education*, 82(3):179-190.
- [51] Swearingen, D. K. (2011). Effect of digital game based learning on ninth grade students' mathematics achievement [D]. Doctoral dissertation, University of Oklahoma Graduate College, Norman, Oklahoma:74-86.
- [52] Uzun, N. (2012). A sample of active learning application in science education: The theme "cell" with educational games [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (46):2932-2936.
- [53] Verkijika, S. F., & Wet, L. D. (2015). Using a brain-computer interface (BCI) in reducing math anxiety: Evidence from South Africa [J]. *Computers & Education*, (81):113-122.
- [54] Victoria, G. N., & Marian, A. C. (2012). Serious games and learning effectiveness: The case of it's a deal! [J]. *Computers & Education*, 58(1):435-448.
- [55] 杨扬, 沈志超, 靳纯桥 (2002). 发表偏倚的原因、后果与预防研究 [J]. *编辑学报*, 14(3):170-172.
- [56] Yang, Y. T. C. (2012). Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation [J]. *Computers & Education*, 59(2):365-377.
- [57] Yang, Y. T. C. (2014). Virtual CEOs: A blended approach to digital gaming for enhancing higher order thinking and academic achievement among vocational high school students [J]. *Computers & Education*, (81):281-295.
- [58] Yang, Y. T. C., & Chang, C. H. (2013). Empowering students through digital game authorship: Enhancing concentration, critical thinking, and academic achievement [J]. *Computers & Education*, 68(4):334-344.
- [59] Yien, J. M., Hwang, C. M., Hwang, G. J., & Lin, Y. C. (2011). A game-based learning approach to improving students' learning achievements in a nutrition course [J]. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2):1-10.
- [60] 赵永乐, 何莹 (2016). 电子游戏与教育游戏研究的困局和反思 [J]. *开放教育研究*, 22(4):32-39.
- [61] Zetoua, E., Vernadakisa, N., Derria, V., Bebetosa, E., & Filippoua, F. (2014). The effect of game for understanding on backhand tennis skill learning and self-efficacy improvement in elementary students [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, (152):765-771.

(编辑:李学书)

Effect of Educational Games on Students' Academic Achievement: A Meta-Analysis of 48 Experimental and Quasi-Experimental Studies

DUAN Chunyu

(Department of Education and Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: *Based on the education ideal of edutainment, people have high expectations for a positive role of educational games in education and teaching. In order to explore the effect of educational games on students' academic achievement, scholars at home and abroad have carried a large number of experimental studies. However, experimental results are very different and there are three distinct research conclusions. Some studies find that educational games have a positive impact on students' academic achievement. On the contrary, some studies get the opposite conclusions. Other studies find that educational games have no significant impact on students' academic achievement. So far, no agreement has been reached in academia for this question. This not only causes controversies in theories but also hinders the corresponding practices. In order to reach a scientific agreement and promote practices, there is an urgent need to understand the actual effect of educational games on students' academic achievement.*

This article used meta-analysis method to make a quantitative analysis of 48 experimental and quasi-experimental studies from abroad on educational games that has been influencing students' academic achievement for the last ten years, reviewing and evaluating the actual effect of educational games. We also examined the differences of education game effects on different student objects, the number of students in classes, study discipline, and specific subjects. Data analysis results showed that the education game had a positive influence on students' academic achievements, and its overall effect size is 0.560. The effect of education game on students' achievement had no significant differences among students from elementary school, middle school and college. The effect of education game also had no significant difference on the size of classes. Although the effect of educational games had no significant differences between science and arts, it had significant differences on specific subjects. English, computer, science, physics and chemistry were greatly influenced by education games, and had a wide education game application prospect. Biology, geography, history, and social study were moderately influenced by education game, and had a certain education game application prospect. Math was affected by the education game at a minimum level, and its education game application prospect was not clear. Business management and sports may be influenced by education game at a certain level, but their actual effects and education game applications remained to be proven.

Suggestions were also provided in the research. First, exploring influence mechanisms of education games is the basic way to promote its effective application. Second, promoting the collaborations among academic communities is the practical approach to facilitate the applications of education games effectively. Third, relative research and application of education games have a long way to go.

Key words: *educational games; learning achievement; quasi-experiment; meta-analysis*