

Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.



本文發表於愛思唯爾出版的期刊。隨附的副本提供給作者，僅供其所在機構內部非商業性研究和教育用途，包括在作者所在機構進行教學以及與同事分享。

禁止其他用途，包括複製、散佈、出售、授權副本，或發佈到個人、機構或第三方網站。

大多數情況下，作者可以將文章版本（例如 Word 或 TeX 格式）上傳到個人網站或機構知識庫。如需了解更多關於愛思唯爾存檔和稿件政策的信息，請訪問：

<http://www.elsevier.com/copyright>

電腦與教育 55 (2010) 427-443



ScienceDirect上提供目錄列表

電腦與教育

期刊主頁 :www.elsevier.com/locate/compedu

現代數學電腦遊戲對數學成績和課堂學習動機的影響

Mansureh Kebritchi a,b,* , Atsushi Hirumi b,1 , 白海燕 b,2

* 美國明尼蘇達州明尼阿波利斯市瓦爾登大學理查德·W·茱莉教育與領導學院，郵編 55401；美國佛羅裡達州奧蘭多市中佛羅裡達大學教育學院教育研究、技術與領導系，郵編 32816

文章訊息

文章歷史：
2009年11月6日收到
已收到修改稿
2010年2月10日
2010年2月10日接受

關鍵字：
人機介面
改進課堂教學
互動式學習環境
模擬
教學/學習策略

抽象的

本研究探討了一款電腦遊戲對學生數學成績和學習動機的影響，以及學生先前的數學知識、電腦技能和英語語言技能在遊戲過程中對其成績和學習動機的作用。共有193名學生和10名教師參與了本研究。教師被隨機分配到實驗組和對照組。研究採用量化研究和訪談結合的混合方法，並運用多元協方差分析法對資料進行分析。

結果表明，實驗組的學業成績較對照組有顯著提高。但兩組的學習動機均未出現顯著差異。在教室和實驗室同時進行遊戲的學生，其學習動機高於僅在實驗室進行遊戲的學生。實驗組的學業成績和學習動機並未受到先前知識、電腦技能和英語語言能力的影響。

2010 Elsevier Ltd. 保留所有權利。

1. 引言

科技的不斷進步、娛樂性電腦遊戲的廣泛流行，以及最近強調遊戲化學習潛力的報告（例如，Egenfeldt-Nielsen, 2005；美國科學家聯盟, 2006；Mitchell & Savill-Smith, 2004），重新激發了人們對在各個領域使用教學遊戲（此處定義為旨在用於培訓或教育目的的電腦遊戲）的興趣（例如Papastergiou, 2009b）。教育（例如，Coller & Scott, 2009；Ke & Grabowski, 2007）和軍事（Smith, 2010）。

科技的發展也使得在行動裝置等簡易平台上玩遊戲成為可能，這讓許多沒有個人電腦的人也能參與其中（Mitchell & Savill-Smith, 2004）。此外，教學遊戲創造了一種新的學習文化，更符合學生的習慣和興趣（Prensky, 2001）。更重要的是，教學遊戲被認為是教導複雜難懂操作流程的有效工具，因為它們（a）採用行動而非講解，（b）激發個人學習動力和成就感，（c）適應多種學習風格和技能，（d）強化掌握技能，以及（e）提供互動和決策環境（Charles & McAlister, 2004；Holland & Jenkins & Squire, 2002）。

鑑於這些益處，越來越多的教育工作者開始在正規學校環境中使用教學遊戲。英國教育傳播與科技署（Dawes & Dumbleton, 2001）、教師評估教育多媒體（McFarlane & Sparrowhawk & Heald, 2002）和教育與技能部（Kirriemuir, 2005）的三份英國報告探討如何將遊戲融入學校環境。美國科學家聯盟（2006）的另一份報告指出，將遊戲融入學校教育有助於改革教育體系。「人們透過遊戲獲得新知識和複雜技能，這表明遊戲可以幫助解決國家最迫切的需求之一——加強教育體系，並為21世紀的就業做好準備」（美國科學家聯盟, 2006, 第3頁）。

問題在於，目前缺乏關於遊戲對正規學校學習效果的實證研究（Mitchell & Savill-Smith, 2004），這限制了未來的研究和實踐。一項基於Cooper（1985）框架的初步文獻綜述表明，

* 通訊作者。現址：美國佛羅裡達州奧維耶多市埃爾姆赫斯特環路5643號307室。電話：+1 407 330 8423。

電子郵件地址：kebritchi@gmail.com (M. Kebritchi)，hirumi@mail.ucf.edu (A. Hirumi)，hbai@mail.ucf.edu (H. Bai)。

¹ 電話：+1 407 823 1760。

² 電話：+1 407 823 1467。

在已審查的40項與教學遊戲相關的研究中，只有16項實證研究和4篇文獻綜述著重於教學遊戲的使用。

用於促進在正規學校環境中學習的遊戲。

實證研究中的方法論缺陷是另一個阻礙我們得出關於影響的可靠結論的因素。

教學遊戲對學生學習的影響。研究中常見的問題之一是缺乏對照組。考察以下因素的影響：

缺乏對照組的治療研究是有問題的（*Mitchell & Savill-Smith, 2004 ;Vogel 等, 2006*）。在16項實證研究中，

在初步審查的研究範圍內，只有八項研究採用了包含對照組和治療組的實驗研究設計。

此外，文獻綜述的結果也顯示出不同的結論。儘管大多數實證研究（16項中有11項）顯示結果一致，但也有部分研究結果不一致。

（見表1）報告稱，使用教學遊戲可以提高學習者的成績和/或學習動機。文獻比較顯示，使用教學遊戲可以提高學習者的成績和/或學習動機。

評論的結論顯示結果好壞參半（見表2）。

實證研究結果表明，教學遊戲在16項研究中的9項中提高了學習者的成績（*Corsi 等人, 2006 年*；

克勞, 1998 ;柯和格拉博夫斯基, 2007 ;洛佩茲-莫特奧和洛佩茲, 2007 ;莫雷諾, 2002 ;奧斯頓、維德曼、隆達和布朗, 2009 年 ;帕帕斯特吉烏, 2009a ;羅薩斯等人, 2003 ; Yip & Kwan, 2006）在16項研究中的4項中提高了學習者的動機（*Klawe, 1998 ;Lopez-Morteo & Lopez, 2007 ;Rosas 等, 2003 ;Sedighian & Sedighian, 1996*），在16項研究中的5項研究中，對學習者的成就或動機沒有影響（*Din & Calao, 2000*；

哈爾圖寧和索爾穆寧, 2000 年 ;拉菲、埃斯皮諾薩、摩爾和洛德里, 2003 年 ;林、諾尼思和赫德伯格, 2006 年 ; McDonald & Hanafin, 2003）（見表1）。

文獻綜述表明，遊戲並非總是有效的學習工具（見表2）。例如，*Randel & Morris*、

*Wetzel 和 Whitehill (1992)*得出結論，在67項研究中，38項顯示遊戲與傳統指導之間沒有差異，27項顯示遊戲與傳統指導之間沒有差異。

雖然有幾款遊戲受到青睞，但其中5款遊戲採用了值得商榷的方法，另有3款遊戲採用了傳統的教學方法。*Emes (1997)*進行的兩項評估

*Harris (2001)*的研究發現，學業成績與電腦遊戲的使用之間沒有明顯的因果關係。基於對…的回顧

*Hays (2005)*對48項實證研究進行分析後發現，沒有證據表明教學遊戲在所有情況下都是首選的教學方法。

他也得出結論，關於教學遊戲有效性的實證研究是零散的，並且充斥著定義不清的術語，

方法論上的缺陷。

文獻綜述中存在相互矛盾的觀點，學校環境中的實證研究相對較少，以及引用的文獻

實證研究中存在的方法論缺陷，因此需要進一步進行嚴謹的實證研究，以幫助教育工作者更好地理解和實施相關內容。

並促進遊戲在課堂環境中的發展。正如*Van Eck (2006)*所指出的，教學遊戲可能會被廣泛應用。

發展和使用具有說服力的實證研究案例可以證明，透過使用這些案例可以提高學生的成績。

教學遊戲。本研究旨在透過實驗方法提供可靠的結果，以滿足此類需求。

本文利用了先前討論的研究空白以及16項實證研究。如表1所示，這些研究大多…

以數學遊戲作為介入手段，以成就和動機作為因變量，並考慮先前的知識、電腦經驗等因素。

語言背景作為自變數。所有討論的實證研究都檢視了二維遊戲的影響。

本研究探討了數學遊戲在正規K-12教育環境中對學習的影響。為了實現這一目的，

三維現代數學遊戲（DimensionM）對高中生學業成績與動機的影響

表1

16項實證研究的研究方法與結果。

學習	依賴 變數	自變數	研究方法	遊戲主題 學生級別	結果
1. Rosas 等人 (2003)	成就 動機		混合方法，實驗	數學與閱讀 初級	積極的
2. Sedighian 和 Sedighian (1996)	動機		定性	數學 中學	積極的
3. Klawe (1998)	成就 動機		定性	數學 中學	積極的
4. Yip 和 Kwan (2006)	成就		混合方法， 準實驗	高等教育	積極的
5. Lopez-Morteo 和 Lopez (2007)	動機	電腦經驗	定量	數學 中學	積極的
6. Ke 和 Grabowski (2007)	成就	先驗知識 電腦經驗 語言背景	定量實驗	數學 中學	積極的
7. Moreno (2002)	成就	先驗知識 電腦經驗 社會地位 語言背景	定量，實驗	數學 初級	積極的
8. Cameron 和 Dwyer (2005)	成就	領域獨立/ 依賴	定量、實驗	科學 高等教育	積極的
9. Corsi 等人 (2006)	成就		定量	管理 高等教育	積極的
10. Owston等人 (2009)	成就		混合方法，實驗	閱讀 初級	積極的
11. Papastergiou, (2009a)	成就 動機	性別	混合方法，實驗	電腦 中學	積極的
12. 麥克唐納與哈納芬 (2003)	成就 動機		定性、準實驗	社會研究 初級	混合
13. Din 和 Calao (2000)	成就		定量、實驗	數學 初級	混合
14. Laffey 等人 (2003)	成就	高風險行為 問題	定量、實驗	數學 初級	混合
15. Lim等人 (2006)	成就		混合方法	科學 初級	混合
16. 哈爾圖寧和索爾穆寧 (2000)	成就		定性	資訊檢索 高等教育	混合

表2

關於教學遊戲效果的文獻綜述。

文獻綜述	已審查研究的數量	結果
1. Dempsey 等人 (1994)	94	正面影響
2. Randel 等人 (1992)	67	混合效應
3. Hays (2005)	48	混合效應
4. Vogel 等人 (2006)	32	正面影響
5. VanSickle (1986)	26	微弱的正面影響
6. Emes (1997)	3	無影響
7. Harris (2001)	2	無影響
8. Mitchell 和 Savill-Smith (2004)	不清楚	混合效應

本研究以數學為因變量，檢視了數學能力、先驗知識、電腦經驗和語言能力的影響。

本研究以背景作為自變數進行調查。與以往研究不同，本研究檢視了3D現代遊戲的影響。

作為最新一代的遊戲。關於現代遊戲的更多描述，請參見“遊戲機制”部分。

本研究以以下問題為指導：

1. 根據學區評估，DimensionM遊戲對學生的數學學業成績有何影響？
廣泛的基本考試？
2. 根據凱勒的研究成果，透過動機問卷測量，DimensionM遊戲對學生的學習動機有何影響？
ARCS 模型 (1987 年)和附錄B中提供。
3. 先前的知識、電腦經驗和語言背景的個別差異如何影響學生使用電腦時的行為？
DimensionM遊戲？在本研究中，先驗知識指的是現有的數學知識，語言背景指的是…
指的是英語流利程度。這兩個因素是根據參與者的學校記錄而確定的。計算機技能也是根據這些因素來確定的。
根據附錄A中提供的人口統計調查。

為了回答研究問題，提出了以下三個假設。

1. 接受 DimensionM 遊戲的實驗組學習者的成績與控制組學習者的成績之間沒有顯著差異。
對照組，即不參與遊戲的組別。
2. 接受 DimensionM 遊戲的實驗組學習者的學習動機與控制組學習者的學習動機之間沒有顯著差異。
對照組，即不參與遊戲的組別。
3. 玩 DimensionM 遊戲的學生的成績和動機之間沒有顯著差異。
(a)先前知識、(b)電腦經驗和 (c)語言背景的差異。

2. 概念框架

文獻綜述表明，在與教學效果相關的研究中使用了多種概念框架。

包括社會建構主義的遊戲 (Halttunen & Sormunen, 2000; Leemkuil, de Jong, de Hoog, & Christoph, 2003; Lim et al., 2006)，

內在動機 (Cameron & Dwyer, 2005; Rosas 等人, 2003)和經驗理論與 Kolb 學習循環 (Egenfeldt-Nielsen, 2005)

2005 年 加里斯、阿勒斯和德里斯克爾, 2002 年；艾薩克斯和聖吉, 1992；基利, 2005；萊內馬, 2003)。

為了建構本研究的概念框架，我們採用了經驗學習理論和科爾布的學習循環模型 (Dewey, 1938; Kolb, 1984; Kolb & 1985)。

Kolb (2005)的研究與DimensionM遊戲的體驗式特性密切相關，並以此來解釋DimensionM學習。

週期及其對成績此因變數的影響。此外，ARCS模型 (Keller, 1987)及其註意力、認知和行為四個屬性也值得關注。

相關性、信心和滿意度被用來解釋和檢驗動機這個因變量，而動機是至關重要的因素。

常與遊戲效果連結在一起，但體驗式學習理論並未對此進行詳細闡述。體驗式理論和

採用ARCS模型來解釋先驗知識、電腦經驗和語言背景這三個自變數的作用

關於遊戲學習過程。

在體驗式學習理論中，教育者有目的地引導學習者進行直接體驗和有針對性的反思，以便…

增加知識，發展技能，明確價值觀 (杜威, 1938)。經驗是人與人之間互動的結果。

環境以思考、觀察、感受、操作和行動等形式呈現 (杜威, 1938)。這種體驗同樣可以發生在現實生活中。

或者如Egenfeldt-Nielsen (2005)所述，“在當今的電腦遊戲中，你置身於一個鮮活的、模擬的、有生命、有呼吸的環境之中。”

一個擁有非常具體、自給自足的體驗的宇宙，越來越接近現實”(頁125)。電腦遊戲的設計可能基於以下理念：

日常生活情境可以將玩家與日常生活體驗連結起來。這種具體的體驗是體驗式遊戲的核心。

這種學習方法強調知識的建構，而不是被動接受，而是透過體驗和與環境互動來建構的。

根據科爾布的體驗式學習循環 (Kolb, 1984)，任何學習過程都包含以下階段。首先，學習者開始

他們從熟悉或具體的經驗出發，建構知識，反思學習經驗，發展抽象概念，積極主動地

透過測試抽象概念來完成學習過程，最終進入下一個學習階段。科爾布學習週期的階段

與教師使用 DimensionM 引導的各個階段一致：學生 (a)完成了一項簡單的任務或遊戲任務，

(b)透過完成遊戲和/或課堂測驗反思與遊戲任務相關的主題；(c)發展抽象代數概念；

(d)在玩遊戲後參與提供的課堂活動，最後進入下一個遊戲任務或數學主題（見圖1）。

然而，科爾布學習週期的問題在於，它並沒有明確說明學習者為何會進入學習週期的不同階段。

(Egenfeldt-Nielsen, 2005)。應該存在某種因素來激勵學習者進入循環中的下一個階段。杜威 (1938)認為…

體驗式學習理論的創始人強調了動機在任何學習過程中的重要性 (Bixler, 2006)。因此，在此

研究發現，動機被添加到科爾布學習循環中，並被視為啟動學習循環並推動學習者進入下一個階段的因素。

學習週期的不同階段（見圖1）。

圖1展示了本研究的概念架構以及各變數和所採用理論之間的關係。此架構包括學習輸入、遊戲學習過程和學習結果三個主要階段，與Garris等人（2002）提出的三階段遊戲模型類似。

過去的實證研究（Ke & Grabowski, 2007; Moreno, 2002）表明，電腦經驗、先驗知識和語言背景這三個個體差異是影響教學遊戲效果的因素。體驗式學習理論和ARCS模型也支持這一觀點，即這些因素在遊戲效果中發揮重要作用。

根據科爾布學習循環理論，不同能力的個體有不同的具體經驗。不同的具體經驗會影響學習過程，進而影響學習者的學習成果。因此，本研究認為，數學成績、電腦技能和語言背景不同的學習者在完成遊戲任務時會擁有不同的經驗。此外，ARCS模型的相關性分析表明，學習者對遊戲說明的熟悉程度會影響其學習動機。因此，學習者擁有不同的先驗知識、電腦經驗和語言背景，其學習動機也會因遊戲與其背景知識的關聯程度而有所不同。

因此，如圖1所示，英語語言技能、先前的數學知識和電腦技能這三個自變數被視為影響具體經驗、學習動機以及遊戲學習週期的因素。這些變數被視為學習週期的輸入，因為它們是學習者帶入學習週期的特徵。

動機作為因變量，既是遊戲學習循環的核心，也是其結果。一方面，動機激發了遊戲學習活動；另一方面，它又受到遊戲活動以及英語語言技能、先前數學知識和電腦技能這三個自變數的影響。遊戲學習循環與動機之間有雙向連結。成就作為因變量，是遊戲學習循環與動機之間雙向函數關係的結果。

此函數也受到三個自變數的影響。

本概念架構為研究變數和假設提供了理論基礎。體驗式學習理論表明，學習者積極參與遊戲環境，並透過遊戲測驗進行總結，能夠提升學業成績。這一觀點構成了第一個假設的基礎，該假設旨在探討Dimension M對學業成績這一因變數的影響。ARCS模型（Keller, 1987）用於檢驗第二個假設，並檢視動機此因變數。動機是影響遊戲效果的關鍵因素，但體驗式學習理論並未對此進行詳細闡述。體驗式學習理論和ARCS模型均表明，電腦經驗、先前的數學知識和語言背景等個體差異會影響遊戲效果。這一觀點支持了第三個假設，旨在探討遊戲對具有這三個差異的個體的影響。

3. 方法

本研究採用量化研究方法和訪談相結合的方式蒐集資料。定量研究方法使研究人員能夠考察遊戲對大量學生的影響，從而提高研究結果的普遍性。訪談則幫助研究者交叉驗證量化研究結果，並探討遊戲產生影響的原因。

本研究採用了坎貝爾和史丹利（1963）所描述的實驗設計。教師被隨機分配到實驗組和對照組。這種方法與美國教育部教育研究所（Dynarski等人，2007）所進行的一項研究的設計類似，該研究旨在檢驗閱讀和數學軟體產品的有效性。

3.1. 參與者

本研究共有來自美國東南部一所城市高中的193名代數和預代數學生以及10名教師參與。後續多元協方差分析（MANCOVA）的統計效力為0.97（見表7），顯示樣本量足以檢驗所提出的假設並獲得有效結果。在193名參與者中，117名被分配到實驗組，76名被分配到對照組。教師的人口統計學特徵見表3。

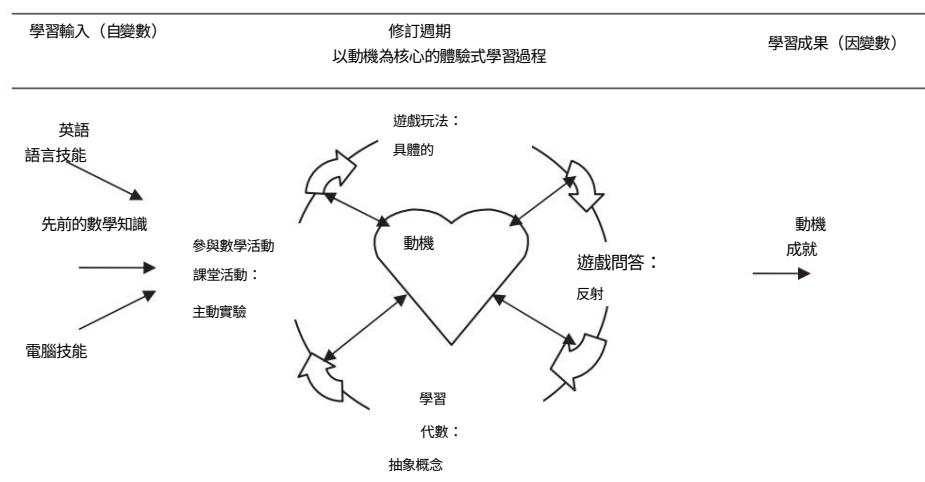


圖1. 語言背景、先前知識、電腦經驗、動機和成就等變數與經驗學習理論循環學習過程之間的關係，該理論是從 Kolb (1984) 的循環學習理論擴展而來的。

193名研究參與者的人口統計特徵，包括性別、種族、先前的數學知識、英語語言技能以及
表4列出了計算機技能。性別、種族和電腦技能資訊均來自人口統計調查。

調查中，學生的數學知識和英語語言技能均來自學校記錄。

在訪談中，我們選擇了實驗組的所有五位教師，讓他們表達對遊戲效果的看法。

採用分層抽樣法選取15位實驗組學生進行訪談。每組包含三名低成就學生、三名中等成就學生和三名高成就學生。

從每位教學指導老師中選出成績優異的學生。在分層抽樣中，樣本是從總體的每個子群體中抽取的。

當群體成員之間存在差異，因此，不同子群體之間的利益衡量標準也各不相同，這種策略就很有用。

總體，運用這種抽樣技術，研究人員得以選擇不同學生群體的代表，並確定其影響。

遊戲參與者程度各異。

3.2. 治療方法

研究方案包括使用一套名為DimensionM的數學教學遊戲，該遊戲被認為是現代遊戲。

線上教學模組、課程計劃和資源。現代電腦遊戲與上一代遊戲的主要區別在於…

根據技術和教學方面的特點，20世紀80年代和90年代的遊戲被認為是現代遊戲（Kebritchi, 2009）。現代遊戲可能包括：(a) 先進的三維(3D)圖形和介面；(b) 多人遊戲選項；(c) 高速通訊技術；以及(d) 以學習者為中心的學習方法（Kebritchi, 2009）。DimensionM系列遊戲被認為是現代遊戲，因為它們具有(a) 3D技術。

介面和學習環境；(b)以學習者為中心的學習方法，鼓勵透過與環境互動進行學習；

(c)多人遊戲選項。DimensionM透過讓玩家完成與數學相關的任務來教導預代數和代數！

遊戲任務在一個採用先進圖形技術設計的3D沉浸式環境中進行（見圖2）。遊戲開始時會有簡短的介紹，

解釋遊戲故事背景，並根據故事背景為玩家佈置任務。此外，遊戲以學習者為中心，玩家透過完成虛擬任務來學習數學概念。

DimensionM包括：(a) 預代數課程中的Evolver單人遊戲和代數！課程中的Dimenxian單人遊戲；(b) 多人遊戲在預代數和代數！中，都包含「蜂群」、「崩潰」和「障礙賽」這三種遊戲模式。在單人遊戲中，玩家需要完成各自的任務。

玩家可以各自賺取分數。在多人遊戲中，玩家可以進行遊戲並以各種形式與其他玩家互動。例如：

在團隊合作遊戲Swarm中，玩家透過解決數學問題來獲得分數，從而與其他團隊競爭。

在策略遊戲《Meltdown》中，玩家透過運用運算能力和解決各種問題來相互競爭，收集分數，並在遊戲中不斷遇到各種難題。

速度技巧，以及在策略遊戲「障礙賽」中，一群玩家相互競爭，完成五個主要階段。

與數學相關的障礙。

此外，治療教師還獲得了線上教學模組、課程計劃和遊戲使用資源。

治療課程始終保持一致。線上教學模組教授相關的數學技能。課程計劃包括

教師指導和探究式教學兩種方法的指導，幫助教師將遊戲融入學校教學中。

課程。此外，也提供了一些資源來幫助教師使用遊戲，包括(a)遊戲關聯性

(b)學校學區和國家標準的使命目標，(c)練習測試，以及(d)測驗。

3.3. 儀器

數據是透過動機調查和全區基準考試等定量工具收集的。

定量調查和測試的答案都填寫在答案卡上，然後由閱卷人進行掃描，並準備進行數據分析。

此外，也進行了一系列訪談。訪談工具如下所述。

表3
參與教師的人口統計特徵 (N = 10)。

人口統計		教師人數
性別	男性	4
	女性	6
種族	高加索人	4
	非裔美國人	3
	西班牙裔	3
年齡	X世代 (1961年至1979年)	7
	嬰兒潮世代 (1945-1960年)	3
教育	學士學位	5
	碩士	5
經驗	超過10年	5
	超過6年	4
	大約2年	1
電腦技能	熟練的普通用戶	7
	超級用戶	3
遊戲	一點也不	4
	不常	3
	大約每週3-4次	2
	每天	1

表4

參與學生的統計特質 (N = 193)。

人口統計		百分比
性別	男性	52.9
	女性	47.1
種族	高加索人	16
	非裔美國人	5.9
	西班牙裔	73.4
	其他	4.8
先前的數學知識	非常低	33.7
	低的	29.7
	中間的	32.6
	高的	4.1
	專業的	0
英語語言技能	低的	25.6
	中間的	5.8
	高的	15.1
	精通	10.5
	本國的	43
電腦技能	非使用者	3.1
	新手 - 剛開始使用的用戶	5.2
	新手/不常用用戶	14.5
	熟練的普通用戶	44.6
	超級用戶	29.5

3.3.1. 人口統計調查

透過人口統計調查收集了參與者的基本信息，包括種族、性別和電腦技能。

問卷見附錄A。參與者先前的數學知識和英語能力資訊是根據以下因素確定的：

參與者的學業成績。

3.3.2. 動機調查

採用前後測問卷調查收集學生的學習動機。問卷是根據凱勒的ARCS模型（1987）設計的。

（參見附錄B）。該模型從注意力、相關性、信心和滿意度這四個主要屬性來衡量動機。

（ARCS）。注意力是指學生在教育活動中是否能獲得並保持興趣。相關性是指…

學生將這項活動視為一種個人需求。自信指的是學生是否預期自己能在活動中取得成功。滿意度指的是學生預期從活動中獲得的獎勵。

本研究基於包含20個題項的總量表的克朗巴赫 α 係數，對動機問卷的信度進行了評估。

一次測試的 α 值為0.87，樣本數N為499；後測的 α 值為0.86，樣本數N為641。調查信度符合Nunnally建議的高於0.7的臨界值要求。

（1978）。動機調查的內容效度得到了對Keller的ARCS模型有深刻理解的專家的證實（1987）。

3.3.3. 學業成績測試

學區測驗機構開發的學前和學後全區基準考試用於收集學生的數學成績。

成就。

這些地區考試涵蓋了DimensionM遊戲任務中包含的數學主題。其信度和效度…

學區已製定全區基準考試。基準考試的信度為中等至良好。

前測成績範圍為0.73（9年級）至0.82（10年級），後測成績範圍為0.84（9年級）至0.86（10年級）（普林斯頓大學）。

評論（2008年）。



圖 2. DimensionM 遊戲的螢幕截圖，左邊為單人遊戲 Evolver，右邊為多人遊戲 Meltdown。

3.3.4. 訪談

訪談是根據附錄C中提供的預先定義的開放式問題進行的。

3.4. 程序

研究在8月至隔年1月的18週學期內進行。在學期開始前的暑假期間，教師們參加了介紹性培訓，並了解了研究內容和DimensionM遊戲。有意參與研究的教師簽署了《教師知情同意書》。參與研究的教師向學生介紹了研究內容，並請學生家長簽署了提供的《家長知情同意書》。

教師被隨機分配到實驗組和對照組。實驗組和對照組每週上兩次代數課程。然而，除了課堂學習之外，實驗組在8月至隔年1月期間，每週還玩DimensionM遊戲約30分鐘，持續18週（見表5）。這些遊戲作為課堂教學的補充，沒有額外安排時間進行。遊戲在常規課堂時間內進行。實驗組玩遊戲時，對照組則進行常規的數學教學。

在學期開始時，使用了三套工具：(a)人口統計調查(O1)，用於確定參與者的人口統計資訊；(b)學區基準測試(O2)，用於確定參與者的數學學業成就水平；(c)動機調查，用於確定參與者對數學的動機(O3)。

為了評估DimensionM遊戲(X)對實驗組學生數學成績和學習動機的影響，並將結果與對照組的測試結果進行比較，我們在學期末進行了第二組調查和測試(O2、O3)，其形式與研究初期使用的第一組類似。第一組和第二組全區基準測試(O2)旨在評估相同的目標，但題目有所不同。第一組和第二組學習動機調查(O3)的內容完全相同。此外，我們也對實驗組的師生進行了訪談(O4)，以收集學生數學成績和學習動機的資料。訪談在學期末進行。

3.4.1 數據分析

資料輸入SPSS軟體後，採用多元協方差分析(MANCOVA)檢定研究假設。為了對預先存在的差異進行統計控制，建議在實驗研究中採用以預測試分數為協變量的MANCOVA分析方法(Campbell & Stanley, 1963)。

為了檢驗關於遊戲對學業成就和學習動機影響的第一和第二個假設，我們採用了多元協方差分析(MANCOVA)。學業成就後測(結果部分以「學區測驗2」表示)和學習動機問卷(Motivation2)的結果作為因變量，而教學方法(遊戲使用或不使用，結果部分中以「組別」表示)則作為自變量。在學年開始時進行的學業成就前測和學習動機前測(學區測驗1和Motivation1)的結果作為協變量，用於控制參與者個體差異的影響。訪談在學期末進行。

如概念架構部分所述，許多研究將電腦技能、先前的數學知識和語言背景的個體差異作為影響遊戲效果的獨立變數。其中，三項研究(Ke & Grabowski, 2007; Lopez-Morteo & Lopez, 2007; Moreno, 2002)將電腦技能視為自變量，而Ke 和 Grabowski (2007)將先前的數學知識視為自變量，而Moreno (2002)則將語言背景視為自變量。

為了檢驗關於遊戲對不同電腦技能、英語語言技能和先前數學知識水平的學習者的學業成就和學習動機的影響的第三個假設，本研究採用多元協方差分析(MANCOVA)，變數如下：學業成就和學習動機作為因變數(在結果部分分別以「學區測驗2」和「動機2」表示)，教學方法(遊戲使用組和非遊戲使用組；以「組別」表示)、電腦技能(電腦技能)、英語語言技能(英語技能)和先前數學知識(先前數學知識)作為自變數。學業成就和學習動機測驗的前測結果作為協變數(分別以「學區測驗1」和「動機1」表示)。所有檢定的顯著性水平均設定為 $P < .05$ 。

4. 結果

研究結果分為量化研究結果和訪談結果兩部分。

4.1 定量結果

研究結果基於研究假設呈現。第一小節將與參與者數學成績和學習動機這兩個主要假設相關的結果合併呈現，因為僅進行了一次多元協方差分析(MANCOVA)以檢驗這兩個假設。

此外，本文也對成就和動機資料進行了事後分析。第二小節展示了第三個假設的結果，即個別差異(例如，先前的數學知識、英語語言技能和電腦技能)對參與者在遊戲中的成就和動機的影響。

表 5 治療

組和對照組的研究設計，包括儀器和治療方法。

參與者群體	18週		期間	結尾
	開始	結束		
治療組	R O1O2O3		X	O4O2O3
對照組	R O1O2O3			O2O3

X ¼ 治療 ;O1 ¼ 人口統計調查 ;O2 ¼ 全學區基準考試 ;O3 ¼ 動機調查 ;O4 ¼ 訪談。

表 6 報告了四個主要因變數得分的平均值和標準差。

值得注意的是，該學區的測驗難度整體適中，全區平均正確率在 40% 左右。

前測成績為 9 年級 48% 至 10 年級 48%，後測成績為 9 年級 51% 至 10 年級 55%（普林斯頓評論，2008）。有鑑於此

該校學生中成績較差的學生佔多數（63%），而學區平均成績處於正常範圍，略低於該校平均。

高於區域平均值（治療組 M 前測 1/4 37.64，M 後測 1/4 45.71，對照組 M 前測 1/4 28.26，M 後測 1/4 32，共 100%）。

對於多元協方差分析（MANCOVA）檢驗，斜率同質性的假設得到了滿足。然而，協方差相等性的假設並未滿足。

由於 Box's M 協方差矩陣相等性檢驗，對照組和治療組之間的因變數不具有顯著性。

檢定因變數協方差矩陣相等性的結果顯著（Box's M = 30.65，F = 5.05，p < .001）。因此，

報告多元協方差分析（MANCOVA）結果和皮萊跡檢定（Pillai's Trace test）結果，後者是多元檢定中最穩健的檢定方法，尤其是在假設成立的情況下。違反（Olson, 1976）被採用。

4.1.1 數學成績與動機

多元協方差分析結果顯示，不同治療組在學業成就上有顯著差異，但在動機上差異不顯著。

對照組如表 7 所示，Pillai's Trace 檢定的顯著水準為 0.01，F(2, 186) = 6.48，p < .001，拒絕了以下假設：

對照組和治療組的受扶養人人口平均值相同。

多元協方差分析（MANCOVA）中被試間效應檢定表明，對照組和治療組在以下方面存在顯著差異：

學區後測（學區測驗 2）的 F(1, 188) = 6.93，p < .01，控制了前測差異。無顯著差異。

在動機後測調查（Motivation 2）中，兩組得分之間有顯著差異，F(1, 188) = 4.285，p > .05（見表 8）。

為了進一步檢驗成就和動機數據，我們進行了兩項統計檢定。首先，我們進行了配對樣本 t 檢定。

進行此項研究是為了比較實驗組和對照組在地區基準考試中從前測到後測的成績提升。結果顯示：

治療組和對照組的參與者從前測到後測均取得了顯著進步，t(116) = 4.87，p < .05，

t(75) = 2.36，p < .05。這些結果表明，兩組學生在入學後得分均顯著提高。

18 週。然而，治療組的平均增幅為 8.07 分（測試前平均分為 37.64 分，測試後平均分為 45.71 分，總分為 100 分），

參與遊戲的玩家在基準考試中，從前測到後測的成績提升幅度大於對照組，平均提升幅度為

3.74（前測平均分為 28.26，後測平均分為 32，總分為 100 分）。

其次，我們進行了變異數分析（ANOVA）檢驗，以檢驗治療組參與者是否報告了不同的結果。

根據參與者玩數學遊戲的地點，對其動機得分進行評分。地點被視為一個潛在因素。

所有其他因素，包括電腦數量和類型以及遊戲時間，都相似，因此影響動機結果的因素也不同。

不同的教室。在本測試中，動機調查後的結果被用作因變量，遊戲使用地點被用作自變量，並分為六個等級。對照組被歸類為 0，實驗組被歸類為 1 至 6。

結果表明，遊戲使用地點對動機得分有顯著影響，F(5, 187) = 2.98，p < .05。表 9 顯示，

在課堂和電腦實驗室都玩遊戲的學生，其學習動機得分明顯高於只玩遊戲的學生。

這些遊戲要不是只在學校實驗室裡玩，就是根本沒玩過。

4.1.2 個體差異

多元協方差分析（MANCOVA）表明，對照組與治療組在成就和動機方面沒有顯著差異。

不同的先前數學知識、電腦技能和英語語言技能。如表 10 所示，Pillai 跡值為 0.05 並非

顯著差異，F(2, 94) = 1.49，p > .05，且未能拒絕因變數總體平均值相同的假設。

對照組和治療組。此外，未發現對照組和治療組、電腦技能、先前經驗之間有顯著的交互作用。

數學成績和英語語言技能，F(2, 94) = .86，p > .05。

4.2 訪談結果

訪談結果依照研究問題的順序呈現，這些問題分別是：(a) 遊戲對參與者數學成績的影響以及動機和 (b) 個體差異（即先前的數學知識、英語語言技能和電腦技能）對…的影響。參與者在遊戲過程中的成就和積極性。

4.2.1. 關於數學成績與動機的訪談

教師認為數學遊戲對學生的數學成績和數學課堂教學都有正面的影響。

動機。

教師認為以下幾點是遊戲產生正面影響的主要原因：

這些遊戲提供了一種另闢蹊徑的教學方式，帶來了積極的改變，讓學生擺脫了紙筆的束縛，全身心地投入遊戲。

讓他們參與數學活動。一位老師說：“這絕對是我們教授數學的正確方式。”

未來。」

表 6

六個因變數的平均值和標準差 (N = 193)。

多變的	總分	意思是		標準差	
		對照組 (n = 76)	治療組 (n = 117)	對照組 (n = 76)	治療組 (n = 117)
動機 1 (前測)	100% 100%	67.99	70.58	13.11	13.48
動機 2 (後測)	100% 100%	68.53	68.20	11.38	13.17
學區測驗 1 (預測試)		28.26	37.64	12.09	14.30
學區測驗 2 (後測)		32.00	45.71	13.65	17.55

表7

對照組和實驗組的成就和動機進行多元協方差分析。

影響	皮葉的微量值	F	假設自由度	錯誤資料框	η^2	觀測功率	p
團體	0.095	6.484	2.000	186.000	0.095	.97	< .001

* 計算時使用了 alpha ¼ .05。

這些遊戲具有體驗式性質，使學生能夠在遊戲中與熟悉的環境互動並建構他們的

透過完成遊戲任務來學習數學概念。

這些遊戲激發了學生對學習數學的興趣。當學生玩遊戲時，他們渴望學習更多知識。

他們因為喜歡完成遊戲任務而更專注。一位老師說：“這些遊戲激發了他們的學習興趣。”

數學。」

這些遊戲改變了學生對數學的看法。學生開始意識到數學與知識之間的關係。

現實生活中，他們的數學恐懼症也減輕了。

遊戲讓學生在遊戲中運用數學概念，延長了他們對數學概念的記憶時間。

學生認為數學遊戲對他們的數學成績和學習動力產生了積極影響。所有15名學生都參與了遊戲。

學生們表示，遊戲對他們的學業成績和學習動力產生了一定程度的正面影響，甚至非常正面。大多數學生（15人中的14人）

他們表示，與單人遊戲相比，他們更喜歡玩《Swarm》、《Meltdown》和《Obstacle Course》的多人遊戲。

Evolver。此外，15名學生中有13名表示，他們更喜歡玩遊戲而不是參加其他學校活動，例如…

作為家庭作業、作業和練習題。

受訪學生表示，他們喜歡玩這些遊戲的原因是：

這些遊戲讓他們暫時離開了課堂，改變了他們的心情，而且很有趣。

遊戲中的冒險和探索元素使它們變得有趣。

遊戲中的挑戰性很有意思。

遊戲中射擊、解謎和學習數學的結合，使它們極具吸引力。

將娛樂和學習數學結合的遊戲方式很有趣。

這些遊戲向學生展示了不同的數學學習方法。

4.2.2. 關於個體差異的訪談

訪談結果表明，教師和學生對於學生先前數學知識的影響持有一致的看法。

雖然有相關知識，但對於電腦技能和英語語言技能對學生數學能力的影響，觀點並不一致。

他們在玩遊戲時所獲得的成就感和動力。

在受訪的教師中，大多數（5人中的4人）表示，學生的先前數學知識和英語語言技能存在一些問題。

玩遊戲對學生的成績和積極性產生了極大的正面影響，而只有不到一半的教師（5人中的2人）表示贊同。

研究表明，學生的電腦技能對其數學成績和學習動力有積極影響。

15名學生中有13名認為先前的數學知識對他們的學業成績起到了一定或很大的作用，15名學生中有10名報告說…

電腦技能對學業成就和學習動力有一定程度的影響，而15人中只有5人認為英語語言技能有一定程度的影響。

對他們的成績和積極性產生了巨大影響。

教師們在訪談中進一步解釋說，他們幫助了那些沒有達到所需先修程度的學生。

數學知識、英語語言技能和電腦技能是獲得遊戲技能和玩遊戲所必需的。因此，這些差異並不重要。

在為期18週的學期末進行的學業成就和動機測驗中，這些因素被檢測出來，因為到學生參加測驗時，他們的學業成就和動機已經有所提高。

他們已經克服了困難，並掌握了玩遊戲所需的技能。因此，可以得出結論：先前的數學知識

知識、英語語言技能和電腦技能在學生參與遊戲時，對學生的成績和積極性起到了暫時性的作用。

遊戲中，隨著玩家遊戲技能的提升，這些個體差異的影響逐漸減弱並最終消失。

5. 討論與結論

本研究旨在探討一系列現代數學電腦遊戲 DimensionM 對數學的影響。

高中生的學業成就和學習動機。此外，先前的數學知識、電腦技能和英語程度的作用。

本研究調查了參與者的語言能力對其數學成績和遊戲動機的影響。總

這項研究共有193名學生和10名教師參與，他們來自美國東南部一所城市高中。

採用多元協方差分析（MANCOVA）檢定資料進行分析。此外，也進行了訪談以交叉驗證定量結果。

DimensionM 遊戲對公立高中學生的數學成績產生了顯著的正面影響。

玩數學電腦遊戲的學生在全區數學基準考試的得分明顯高於其他學生。

那些沒有參加遊戲的人，值得注意的是，對照組和實驗組在地區測試的得分都從前測到後測都有所提升。

在學校學習18週後，所有學生都參加了基準考試。然而，參與遊戲治療的實驗組學生報告的進步更大。

表8

對成就和動機的被試間效應進行檢驗的結果。

來源	因變數	df	F	η^2	觀測功率	p
團體	動機2（後測）	1	2.845	0.015	.389	0.093
	學區測驗2（後測）	1	6.928	0.036	.745	0.009*

*在 0.05 水準上具有統計意義。

* 計算時使用了 alpha ¼ .05。

表9

調查後動機的描述性統計（動機2）。

遊戲使用地點	意思是	標準差	n
無使用對照組（5個級班）	68.53	11.38	76
僅限實驗室治療 1 類	62.53	11.60	30
僅限實驗室治療 2 級	68.33	10.91	6
僅限實驗室治療 - 治療等級 3	68.25	10.73	16
僅限實驗室治療 - 治療等級 4	68.36	13.13	44
實驗室和課堂治療課程 5	75.86	14.64	21

教師和學生的訪談結果與量化研究結果相符。大多數受訪教師和學生表示：

參與者透過玩數學遊戲，數學理解能力和技能都提高了。據老師們說，

這些遊戲之所以是有效的教學工具，是因為它們 (a)具有體驗性質，(b)提供了一種替代性的教學方式。

學習，(c)使學生有理由學習數學來解決遊戲問題並在遊戲中取得進步，(d)減少了

學生的數學恐懼症有所緩解，並且 (e)增加了完成任務的時間。學生認為，這些遊戲之所以有效，是因為它們…

(a)寓教於樂，(b)在充滿冒險和探索性的情境中教授數學，以及 (c)挑戰學生的學習能力

數學方面。此外，大多數學生表示他們更喜歡玩多人遊戲而不是單人遊戲。因此，

遊戲的合作性質使得遊戲對學生更具吸引力。

這些正面的結果與先前關於數學遊戲效果的實證研究結果一致，包括克拉維 (Klawe) 報告的研究結果。

(1998)、Ke 與 Grabowski (2007)、莫雷諾 (2002)、羅薩斯等人。(2003)以及 Sedighian 和 Sedighian (1996)，顯示電腦數學遊戲或許能夠提升數學成績。研究結果也支持兩個統合分析的發現，包括：(a) Vogel 等人 (2006)

研究人員透過 32 項實證研究的回顧得出結論：互動式模擬和遊戲比傳統方法更有效。

課堂教學對學習者認知能力提升的影響，以及 (b) Dempsey、Rasmussen 和 Lucassen (1994) 基於 94 項研究的回顧

實證研究得出結論：玩數學電腦遊戲並參加傳統課堂教學的學生取得了更好的成績。

與只上傳統課堂的學生相比，他們的數學成績更高。

此外，正面的成果在一定程度上支持了體驗式治療活動的學習有效性。

這與杜威 (1938) 提出、科爾布 (1984) 進一步闡述的體驗式學習理論有關。儘管數學

遊戲並沒有提供體驗理論所要求的真實數學問題、議題和體驗，但它們確實提供了實踐機會。

各種活動和模擬任務讓學生在實踐和體驗中學習。因此，參與者的成績可能會有所提高。

這可能歸功於透過與遊戲任務互動進行學習的有效性。進一步的研究或許能更好地檢驗這種有效性。

將體驗理論與根據體驗理論和 Kolb (1984) 學習循環緊密設計的遊戲結合。

Dimension M 遊戲可能對學生學習數學的動機產生正面影響。儘管沒有發現顯著差異。

研究發現，玩遊戲的學生和不玩遊戲的學生在數學學習動機上有差異，整體結果歸因於…

學生可能已經將遊戲與數學課脫鉤。得出這結論的原因有二。首先，學生們

在課堂和電腦實驗室玩遊戲的學生比在其他地方玩遊戲的學生表現出更高的動機。

遊戲要嘛只在學校實驗室進行，要嘛根本沒玩過。其次，教師和學生在訪談中反映，這些遊戲

提高了參與者對數學的興趣。

此外，動機結果不顯著的一個合理解釋是霍桑效應的存在，該效應也被證明是…

這與 Rosas 等人 (2003) 先前進行的一項實驗研究結果一致。由此可以得出結論，本研究中的對照組教師

他們試圖讓學生對數學更感興趣，因為他們了解這項實驗，因此，沒有顯著差異。

在動機調查中，我們發現了治療組和對照組動機之間的差異。另一種可能的解釋是，儘管

動機調查是基於 ARCS 動機模型 (Keller, 1987) 設計的，本研究中所使用的數學遊戲並非

根據 ARCS 模型設計，系統性地解決注意力、相關性、信心和滿意度這四個組成部分。

動機式訪談結果為 Klawe (1998)、Lopez-Morteo 和 Lopez (2007) 的研究結果提供了一些額外的證據。

Rosas 等人 (2003) 和 Sedighian 和 Sedighian (1996) 發現，遊戲玩法可能對數學學生的學習動機產生正面影響。

然而，由於整體結果並不顯著，因此需要進一步的實證研究來闡明 Dimension M 遊戲的影響。

公立學校學生的數學學習動機。

研究結果表明，先前的數學知識、電腦技能和英語語言技能在以下方面並未發揮顯著作用：

參與者在遊戲中所取得的成就和積極性。然而，教師訪談顯示，這些個體

在遊戲初期，差異確實在遊戲過程中發揮了重要作用，但這些影響似乎逐漸減弱。

隨著學生掌握所需技能，這種現象逐漸減少。顯然，教師的幫助和支持對於有效利用遊戲至關重要。

不同人群的數學知識、電腦技能和英語語言技能各不相同。

本研究與以往的研究有所不同，因此對現有電腦遊戲有效性文獻做出了進一步的補充和闡述。

關於用作治療手段的遊戲類型、研究方法和設計以及學生水平等方面的研究，在先前的 16 項研究中，

討論的研究，五項研究的結果 (Din & Calao, 2000; Ke & Grabowski, 2007; Moreno, 2002; Laffey 等人, 2003; Rosas 等人, 2003)，

在正規學校環境中採用實驗設計的數學遊戲，其結果與目前研究的結果具有可比性。

然而，本研究測試了一系列現代電腦遊戲的效果，如「處理」部分所述，這些遊戲具有 3D 圖形、單人遊戲和多人遊戲模式。

表10

對控制組和實驗組的成就和動機進行多元協方差分析，以檢視其與電腦技能、數學成績和…的交互作用。

英語語言能力。

影響	Pillai 的微量值 F	假設自由度	誤差自由度 h2	觀測功率
小組 小 組 電腦技能 先前的數學知識 英語技能 .027	0.045	1.490 2.000	94.000 .045 .382	.222
		.858 2.000	94.000 .027 .23	.466

^a 計算時使用了 alpha 1/4 .05。

本研究採用多人遊戲和基於任務的策略方法。而先前的五項實證研究均使用單人遊戲，且遊戲畫面基本上為二維圖形。此外，本研究也利用訪談資料對量化測試的結果進行了交叉驗證。Rosas等人（2003）採用了定量測試結合觀察的方法，而其他研究則僅使用了定量測試。本研究結果表明，定量測試與訪談相結合的方法能夠提供關於遊戲效果的寶貴見解，而這些見解僅靠定量測試是無法發現的。最後，本研究聚焦在遊戲對一群高中生的影響。在先前討論的實驗研究中，並未在正規學校環境下使用高中生作為研究對象。Ke 和 Grabowski（2007）的研究對像是國中生，而其他研究（Din & Calao, 2000；Laffey等人, 2003；Moreno, 2002；Rosas等人, 2003）則考察了小學生。

本研究探討了一系列3D單人及多人數學電腦遊戲對城市高中學生的學習效果，這些學生大多為西班牙裔（73%）、學業成績較差（63%）、英語流利（68%）且電腦技能熟練（64%）。研究結果的推廣性僅限於遊戲類型和目標族群相似的情況。教育電腦遊戲的學習效果一直是許多學者討論和爭論的主題（Hays, 2005；Mitchell & Savill-Smith, 2004；Randel et al., 1992）。本研究的結果有助於教育工作者和教學設計師更好地評估教育類電腦遊戲的有效性。

為了進一步探討數學電腦遊戲對學生學習和學習動機的影響，需要考慮以下問題。

首先，有必要檢視本研究中使用的相同或類似遊戲在不同人群中的效果。其次，本研究中遊戲有效性的各種發現表明，有必要進行進一步研究，以更好地確定遊戲對學業成就和學習動機的影響原因。第三，本研究中關於學習動機的混合結果也需要進一步研究遊戲對學習動機的影響。為確保獲得可靠的結果，應：(a) 電腦遊戲和學習動機問卷的設計應基於相同的動機理論；(b) 將遊戲融入課堂活動；(c) 使用外部對照組來控制霍桑效應。第四，未來的研究可以在電腦遊戲的不同階段進行，以檢驗個別先驗知識、電腦技能和英語語言技能差異對參與者學業成就和學習動機的影響趨勢。

附錄A

Demographic Survey

1. Are you male or female?
 - A. Male
 - B. Female
2. What is your ethnicity?
 - A. Caucasian
 - B. African American
 - C. Hispanic
 - D. Asian
 - E. Other
3. Approximately how often do you play *entertaining* video games each week?
 - A. Every day
 - B. 3-5 times per week
 - C. 1-2 times per week
 - D. Not very often
 - E. Not at all

Approximately how much of each of the following games have you played?

	All of it	Most of it	Some of it	Very little	Have not played
4. Evolver (Single Player Pre-Algebra Game)	A	B	C	D	E
5. Dimenxian (Single Player Algebra Game)	A	B	C	D	E
6. Swarm (Multi-Player Game)	A	B	C	D	E
7. Obstacle Course (Multi-Player Game)	A	B	C	D	E
8. Meltdown (Multi-Player Game)	A	B	C	D	E
9. Do you have a computer connected to the Internet at home?					
A. Yes					
B. No					
10. Approximately how often do you use the computer to do school work at home?					
A. Every day					
B. 4-6 times per week					
C. 1-3 times per week					
D. Not very often					
E. Not at all					
11. How would you rate your computer skills (NOT considering game playing skills)?					
A. Awesome, power user					
B. Proficient, regular user					
C. Novice, infrequent user					
D. Beginning, just started user					
E. Non-user					

Appendix B**Motivation Survey**

1. I think this mathematics class will be challenging, but neither too easy, nor too hard for me.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
2. There is something interesting about this mathematics class that will capture my attention.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
3. This mathematics class seems more difficult than I would like for it to be.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
4. I believe that completing this mathematics class will give me a feeling of satisfaction.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
5. It is clear to me how this mathematics class is related to things I already know.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
6. I believe this mathematics class will gain and sustain my interest.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
7. I believe that the information contained in this mathematics class will be important to me.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
8. As I learn more about this mathematics class, I am confident that I could learn the content.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
9. I believe that I will enjoy this mathematics class so much that I would like to know more about this topic.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
10. The mathematics class seems dry and unappealing.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
11. The mathematics class is relevant to my interests.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
12. It is apparent to me how people use the information in this mathematics class.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
13. I will really enjoy completing assignments for this mathematics class.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
14. After working on this mathematics class for awhile, I believe that I will be confident in my ability to successfully complete all class assignments and requirements.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
15. I think that the variety of materials, exercises, illustration, etc., will help keep my attention on this mathematics class.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
16. The technology that will be used to deliver this mathematics class may be frustrating/irritating.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
17. It will feel good to successfully complete this mathematics class.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
18. The contents of this mathematics class does not include information that will be useful to me.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
19. I do NOT think that I will be able to really understand the information in this mathematics class.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true
20. I do not think that this course will be worth my time and effort.
 1-----2-----3-----4-----5
 Not true Slightly true Moderately true Mostly true Very true

Appendix C

Interview Questions

Student Interview

1. What specific parts of your mathematics class catches and keeps your attention?
2. What specific parts of your mathematics class do you think are important/relevant to your personal life and/or interests?
3. What specific parts of your mathematics class increased your confidence to do mathematics and do well in mathematics class?
4. What specific parts of learning mathematics and of your mathematics class do you think are worth your time and effort?
5. What specific parts of your mathematics class do you think helps you learn mathematics in general, and do better on the mathematics section of the FCAT test?
6. What specific parts of your mathematics class either motivates you to learn or has a bad effect on your motivation to learn?
7. Which game did YOU play and about how much of each game did YOU play?

	All of it	Most of it	Some of it	Very little	Did not play
O N/A (Not Applicable)					
Not sure which game(s), but I did play...	O	O	O	O	O
Evolver (Single Player Pre-Algebra Game)	O	O	O	O	O
Dimenxian (Single Player Algebra Game)	O	O	O	O	O
Swarm (Multi-Player Game)	O	O	O	O	O
Obstacle Course (Multi-Player Game)	O	O	O	O	O
Meltdown (Multi-Player Game)	O	O	O	O	O
8. Compared to other forms of mathematics school work (e.g., worksheets, home work assignments), do you like playing the game designers' mathematics Games?	1 A lot Less	2 Less	3 About the same	4 More	5 A lot More
9. Compared to other entertaining video games, do you like playing the game designers' mathematics Games?	1 A lot Less	2 Less	3 About the same	4 More	5 A lot More
10. What did you like or dislike about the game(s)?					
11. Do you feel that playing the mathematics video game(s) helped you understand mathematics concepts and increase your mathematics skills?	1 Not, not at all	2 No	3 Somewhat	4 Yes	5 Yes, very much
12. Did any of the following effect your desire to play the mathematics games?	No effect	Little effect	Some effect	Significant effect	Great effect
Your mathematics skills	O	O	O	O	O
Your computer skills	O	O	O	O	O
Your English skills	O	O	O	O	O
13. Did any of the following effect your learning from the mathematics games?	No effect	Little effect	Some effect	Significant effect	Great effect
Your Mathematics skills	O	O	O	O	O
Your computer skills	O	O	O	O	O
Your English skills	O	O	O	O	O

14. Did you play the single player AND multi-player games? If not, skip this question and go to question #11. If yes, which one did you prefer and why? Which one increased your mathematics skills more and why?

15. Was it easy for you to learn how to play the mathematics game(s)?

1	2	3	4	5
No, they were very difficult to learn	No	Somewhat	Yes	Yes, they were very easy to learn

16. What specific problems, if any, did you have in learning how to play the game?

17. What specific aspects of the game did you enjoy the most?

18. What specific aspect of the game did you dislike the most?

19. How would you improve the games?

20. Do you have any additional questions or comments?

Teacher Interview

1. Name: _____ 2. Gender: a. Male | b. Female

3. Ethnicity: a. White | b. African American | c. Hispanic | d. Asian | e. Other _____

4. Birthday:

- before 1945 (Silent Generation)
- 1945-1960 (Baby Boomers)
- 1961-1979 (Gen X)
- 1980 (Digital Natives)

5. Highest Degree and Area:

- Associates in _____
- Bachelors in _____
- Masters in _____
- Specialization in _____
- Doctorate in _____

6. Math Certification

- None
- Temporary
- Professional

7. Certification Level

- N/A
- Grades 5-9
- Grades 6-12

8. How many years have you been teaching Math?

- This is my first year
- One year
- Two-Five years
- Six-Ten years
- Over Ten years

9. Which math subjects do you teach and to what extent do you enjoy teaching each subject?

	One of my favorites	It's OK	Really do not enjoy it
<input type="radio"/> 7 th Grade (Regular)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> 7 th Grade (Advanced)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Pre-Algebra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Algebra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Algebra (Honors)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Geometry	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Other _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Other _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. On a scale from 1-5, How would you characterize your teaching method (circle a number)?

1	2	3	4	5
Directed Teacher-Centered				Inquiry/Investigative Student-Centered

11. In your opinion, what distinguishes Inquiry/Investigative Student Centered instructional methods from Directed, Teacher-Center methods?
12. Other than the Math games used in the current study, what innovative programs are you currently using in your class (if any)? How often do you use each program?
13. Approximately how often do you play video games each week?
- Every day
 - 3-5 times per week
 - 1-2 times per week
 - Not very often
 - Not at all
14. How would you rate your computer skills (NOT considering your video game playing skills)?
- Awesome, power user
 - Proficient, regular user
 - Novice, infrequent user
 - Beginning, just started user
 - Non-user
15. Which of the following Math Games did you use with students prior to Fall 2007?
- None
 - Evolver (Single Player PreAlgebra)
 - Dimenxian (Single Player Algebra)
 - Swarm (Multi-Player)
 - Obstacle Course (Multi-Player)
 - Meltdown (Multi-Player)
16. Which game did YOU play and approximately how much of the each game did YOU play?

	Did not play	Very little	Some of it	Most of it	All of it
O N/A (Not Applicable)					
Not sure which game(s), but I did play...	<input type="radio"/>				
Evolver (Single Player Pre-Algebra Game)	<input type="radio"/>				
Dimenxian (Single Player Algebra Game)	<input type="radio"/>				
Swarm (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				
Obstacle Course (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				
Meltdown (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				

17. Which of the following DimensionM math games did you use WITH STUDENTS?

	Did not use	Very little of it	Some of it	Most of it	All of it
O N/A (Not Applicable)					
Evolver (Single Player Pre-Algebra Game)	<input type="radio"/>				
Dimenxian (Single Player Algebra Game)	<input type="radio"/>				
Swarm (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				
Obstacle Course (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				
Meltdown (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				

18. Please rate the impact of each game on student math achievement?

	Great Negative	Some Negative	No Impact	Some Positive	Great Positive
O N/A (Not Applicable)					
Evolver (Single Player Pre-Algebra Game)	<input type="radio"/>				
Dimenxian (Single Player Algebra Game)	<input type="radio"/>				
Swarm (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				
Obstacle Course (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				
Meltdown (Multi-Player Game)	<input type="radio"/>				

19. Please rate the impact of each game on student motivation to learn?

	Great Negative	Some Negative	No Impact	Some Positive	Great Positive
O N/A (Not Applicable)					
Evolver (Single Player Pre-Algebra Game)	O	O	O	O	O
Dimenxian (Single Player Algebra Game)	O	O	O	O	O
Swarm (Multi-Player Game)	O	O	O	O	O
Obstacle Course (Multi-Player Game)	O	O	O	O	O
Meltdown (Multi-Player Game)	O	O	O	O	O

20. Please rate the impact of each factor on student learning from gameplay.

	Great Negative	Some Negative	No Impact	Some Positive	Great Positive
O N/A (Not Applicable)					
Students' math preexisting knowledge	O	O	O	O	O
Students' computer skills	O	O	O	O	O
Students' English skills	O	O	O	O	O

21. How often did you use each of the following DimensionM supplemental products?

	Not at all	A few times	Sometimes	Often	Very Often
O N/A (Not Applicable)					
Educator Portal	O	O	O	O	O
Online Instructional Modules	O	O	O	O	O
Teacher-Directed Lesson Plans	O	O	O	O	O
Inquiry-Based Lesson Plans	O	O	O	O	O
MS PowerPoints	O	O	O	O	O
Handouts	O	O	O	O	O
Quizzes	O	O	O	O	O

22. Please rate the value of each of the following DimensionM supplemental products.

	No	Little	Some	Significant	Great
O N/A (Not Applicable)					
Teacher Portal	O	O	O	O	O
Online Teaching Modules	O	O	O	O	O
Teacher-Directed Lesson Plans	O	O	O	O	O
Inquiry-Based Lesson Plans	O	O	O	O	O
MS PowerPoints	O	O	O	O	O
Handouts	O	O	O	O	O
Quizzes	O	O	O	O	O

23. To what degree do you believe the math games used in this study correlate to district benchmark and state FCAT exams?

1 No Correlation	2 Little Correlation	3 Some Correlation	4 Correlation	5 High Correlation

24. What factors affect the use and integration of math games and/or other innovative programs in your class?

26. Have you witnessed any differences in game play based on gender, please explain?

27. Does one gender appear more or less comfortable with playing the math video games?

28. When you think about using DimensionM™ with students, what is your ONE greatest concern?

29. Do you believe that you could significantly improve students' math scores next year using DimensionM™ games and supplemental products? In other words, now that you've had experience using DimensionM™ games and supplemental products, do you think you can significantly improve students' math scores? Yes | No? Why or Why not?

30. What recommendations do you have for improving DimensionM™ products and services?

31. Do you have any additional questions or comments?

參考

- Bixler, B. (2006). 動機及其與教育遊戲設計的關係。發表於NMC的論文。俄亥俄州克利夫蘭。2007年10月9日取自<http://archive.nmc.org/events/2006summerconf/materials/Bixler/m&g.pdf>。
- 英國教育傳播與技術機構 (BECTA)。 (2001) 教育中的電腦遊戲頁面。檢索日期：2007年7月23日。<http://partners.becta.org.uk/index.php?section%40rh&rid%413599>
- Cameron, B., & Dwyer, F. (2005). 線上遊戲、認知與回饋類型對促進不同學習目標延遲達成的影響。期刊
互動式學習研究, 16(3), 243-258。
- Campbell, DT, & Stanley, JC (1963). 研究的實驗與準實驗設計。波士頓：麻薩諸塞州霍頓米夫林公司。
- Charles, D. 與 McAlister, M. (2004)。在 M. Rauterberg (編輯) 中, 將遊戲理論中關於隱形遊樂場的想法融入線上教育數位遊戲 (第 598-601 頁)。ICEC 2004 LNCS 3166 -2007 年 7 月 23 日取自[http://www.springerlink.com.ucfproxy.fcla.edu/\(cociu55ql21e55wlk1aomj\)/app/home/contribution.asp?referrer=45wlk1aomj/app/home/contribution.asp?544](http://www.springerlink.com.ucfproxy.fcla.edu/(cociu55ql21e55wlk1aomj)/app/home/contribution.asp?referrer=45wlk1aomj/app/home/contribution.asp?544) 月。
- Coller, BD 與 Scott, MJ (2009)。使用電子遊戲教授機械工程課程的有效性。電腦與教育, 53(3), 900-912。
- Cooper, H. (1985 年 3 月 31 日至 4 月 4 日)。文獻綜述分類：提交給美國教育研究協會的論文。伊利諾州芝加哥。
- Corsi, TM, Boyson, S., Verbraeck, A., Van Houten, S., Han, C., & Macdonald, JR (2006). 即時全球供應鏈遊戲：一種用於開發供應鏈的新型教育工具
供應鏈管理專業人員。《運輸雜誌》, 45(3), 61-73。
- Dawes, L., & Dumbleton, T. (2001). 教育計畫中的電腦遊戲。檢索日期：2007年7月23日，網址：http://forum.ngfl.gov.uk/images/vtc/Games_and_education/GamesReportfinal.rtf。
- 杜威, J. (1938)。經驗與教育。紐約：科利爾出版社。
- Dempsey, JV, Rasmussen, K. 與 Lucassen, B. (1994)。教學遊戲：對教學科技的啟示。提交於協會年會的論文。
- 教育傳播與科技會議。1994 年 2 月 16 日至 20 日。田納西州納許維爾。
- Dis, FS 與 Calao, J. (2000)。玩電腦遊戲與更好的學習。論文發表於東部教育研究協會。佛羅裡達州克利爾沃特。
- Dynarski, M., Agodini, R., Heaviside, S., Novak, T., Carey, N. 與 Campuzano, L. (2007 年 3 月)。閱讀和數學軟體產品的有效性：第一階段的研究結果
學生群體：提交國會的報告。華盛頓特區：出版物 NCEE 2007-4005。美國教育部。
- Emes, CE (1997)。吃豆人先生正在吃掉我們的孩子嗎？電子遊戲對兒童影響的綜述。《加拿大精神病學雜誌》, 42(4), 409-414。
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2005)。超越萬物於樂：探索電腦遊戲的教育潛力。丹麥：哥本哈根資訊科技大學。檢索日期：2007年7月2日。
www.itu.dk/people/sen/egenfeldt.pdf 未出版的博士論文。
- 美國科學家聯盟。 (2006)。利用電子遊戲的力量進行學習。檢索日期：2007年1月30日，網址：<http://fas.org/gamesummit/>。
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, JE (2002)。遊戲、動機與學習：研究與實踐模式。模擬與遊戲, 33(4), 441-467。
- Halttunen, K., & Sormunen, E. (2000)。透過教育遊戲學習資訊檢索：遊戲足以滿足學習需求嗎？資訊教育, 18(4), 289。
- Harris, J. (2001)。電腦遊戲對幼兒的影響—研究綜述。RDS 專題論文第 72 號。倫敦：研究、發展與統計局。
內政部通訊發展處
- Hays, RT (2005)。教學遊戲的有效性：文獻綜述與探討。海軍航空作戰中心訓練系統部 (編號 :2005-004)。檢索日期：
07.10.07 來自。<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=GetTRDoc?AD=AD441935&Location%40U2&doc%40GetTRDoc.pdf>。
- Holland, W., Jenkins, H., & Squire, K. (2002)。載於 B. Perron 和 M. Wolf (編)，電子遊戲理論。Routledge 出版社。2006 年 2 月 15 日取自<http://www.educationarcade.org/gtt/>。
- Isaacs, W., & Senge, P. (1992)。克服電腦輔助學習環境中的學習限制：歐洲運籌學雜誌, 59, 183-196。
- Ke, F., & Grabowski, B. (2007)。遊戲在數學學習的應用：合作或非合作？英國教育科技雜誌, 38(2), 249-259。
- Kebritchi, M. (2009)。影響教師採用教育電腦遊戲的因素：個案研究。《英國教育科技雜誌》。doi:10.1111/j.1467-8535.2008.00921.
- Keller, JM (1987)。ARCS 動機設計模型的發展與應用。教學發展雜誌, 10(3), 2-10。
- Kiili, K. (2005)。教育遊戲中的內容創作挑戰與心流體驗：IT-Emperor 案例。網路與高等教育, 8(3), 183-198。
- Kirriemuir, J. (2005)。基於課程的教育中的電腦和視頻遊戲。倫敦：教育與技能部。
- Klawie, MM (1998)。電腦遊戲和其他互動式多媒體軟體何時能幫助學生學習數學？未發表的手稿。
2007年7月17日取自<http://www.cs.ubc.ca/nest/egems/reports/NCTM.doc>。
- Kolb, DA (1984)。體驗式學習：經驗作為學習與發展的泉源。新澤西州恩格爾伍德克利夫斯：普倫蒂斯-霍爾出版社。
- Kolb, AY 與 Kolb, DA (2005)。學習風格與學習空間：提升高等教育中的體驗式學習。《管理學會學習與教育》, 4。
(2), 193e212。
- Laffey, JM, Espinosa, L., Moore, J., & Lodree, A. (2003)。支持弱勢幼兒的學習和行為：城市教育中的電腦應用。《研究雜誌》
教育技術, 35(4), 423-440。
- Lainema, T. (2003)。提升組織業務流程感知：建構與應用動態業務模擬遊戲的經驗。未發表。
博士論文：芬蘭圖爾庫經濟與工商管理學院。
- Leemkuil, H., de Jong, T., de Hoog, R., & Christoph, N. (2003)。KM QUEST：一款以網路為基礎的協作模擬遊戲。模擬與遊戲, 34(1), 89-111。
- Lim, CP, Nonis, D., & Hedberg, J. (2006)。三維多人虛擬環境中的遊戲：讓學生參與科學課程。英國教育科技雜誌, 37(2), 211e231。
- Lopez-Morteo, G., & Lopez, G. (2007)。電腦輔助數學學習：基於娛樂性學習對象的學習環境。電腦與教育, 48
(4), 618e641。
- McDonald, KK, & Hanafin, RD (2003)。使用基於網路的電腦遊戲來滿足當今高風險考試的需求：一項混合方法研究。《教育科技研究期刊》, 35, 459-472。
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002)。遊戲在教育中的應用報告：TEEM 對遊戲在教育過程中所能發揮的作用的探索。2007 年 7 月 23 日取自http://www.teem.org.uk/publications/teen_gamesined_full.pdf。
- Mitchell, A. 與 Savill-Smith, C. (2004)。電腦遊戲在學習上的應用。檢索日期：2007年7月23日，網址：<http://www.m-learning.org/archive/docs/The%20use%20of%20computer%20and%20video%20games%20for%20learning.pdf>。
- 莫雷諾, R. (2002)。誰最擅長使用多種表徵進行學習？認知理論對多媒體學習中個別差異的啟示。論文發表於世界學術會議。
教育多媒體、超媒體、電信會議。科羅拉多州丹佛市。
- Nunnally, J. (1978)。心理測量理論。紐約：麥格勞-希爾出版社。
- Olson, CL (1976)。關於多元變異數分析中檢定統計量的選擇。心理學公報, 83, 579-586。
- Owston, R., Wideman, H., Ronda, NS, & Brown, C. (2009)。電腦遊戲開發作為一種讀寫活動。電腦與教育, 53(3), 977-989。
- Papastergiou, M. (2009a)。高中電腦科學教育中的數位遊戲化學習：對教育效果和學生動機的影響。計算機與
教育, 52(1), 1e12。
- Papastergiou, M. (2009b)。探索電腦和電玩遊戲在健康和體育教育中的潛力：文獻綜述。電腦與教育, 53(3), 603-622。
- Prensky, M. (2001)。數位遊戲式學習。紐約：麥格勞-希爾出版社。
- 普林斯頓評論 (2008 年 1 月)。橙縣公立學校測驗 1 和 2 的中期心理測量報告。
- Randel, JM, Morris, BA, Wetzel, CD, & Whitehill, BV (1992)。遊戲在教育中的有效性：近期研究綜述。《模擬與遊戲》, 23
(3), 261-276。
- Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., et al. (2003). Beyond nintendo: design and assessment of educational video games for first and second Compadre grudents.
- Sedighian, K. 與 Sedighian, AS (1996)。教育電腦遊戲能否幫助教育者了解兒童學習數學的心理學？論文發表於...
國際數學教育心理學學會北美分會第 18 屆年會。美國佛羅裡達州。
- Smith, R. (2010)。軍事訓練中遊戲的悠久歷史。模擬與遊戲, 41(1), 6e19。
- Van Eck, R. (2006)。數位遊戲式學習。Educause Review, 2(K), 6e22。
- VanSickle, RL (1986)。教學模擬遊戲研究的量化回顧：二十年的觀點。社會教育理論與研究, 14(3), 245-264。
- Vogel, JJ, Vogel, DS, Cannon-Bowers, J., Bowers, CA, Muse, K., & Wright, M. (2006)。電腦遊戲與互動式模擬在學習中的應用：一項統合分析。《期刊》
教育計算研究, 34(3), 229-243。
- Yip, FWM 與 Kwan, ACM (2006)。線上詞彙遊戲作為英語詞彙教學的工具。《教育媒體國際》, 43(3), 233-249。