

# 數位遊戲虛擬環境下協作式學習對國小學生的色彩混合學習之影響

## Impacts of Collaborative Learning in Virtual Environment of Digital Game on Color Mixed Learning Activities of Elementary School Students

楊俊輝<sup>1</sup> 卓宜萱<sup>2\*</sup> 楊晰勛<sup>3</sup> 黃國豪<sup>4</sup>

YEO, JUN HUI<sup>1</sup> CHO, I HSUAN<sup>2</sup> YANG, HSI HSUN<sup>3</sup> HWANG, GWO HAUR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國立雲林科技大學 數位媒體設計研究所 研究生

<sup>1</sup> Department of Digital Media Design of  
National Yunlin University of Science and Technology Graduate Student

E-mail : [42zhazha@gmail.com](mailto:42zhazha@gmail.com)

<sup>2</sup> 國立雲林科技大學 數位媒體設計研究所 研究生

<sup>2</sup> Department of Digital Media Design of  
National Yunlin University of Science and Technology Graduate Student

E-mail : [green25875565@gmail.com](mailto:green25875565@gmail.com)

<sup>3</sup> 國立雲林科技大學 數位媒體設計研究所 副教授

<sup>3</sup> Department of Digital Media Design of  
National Yunlin University of Science and Technology Associate Professor

E-mail : [jimmy@yuntech.edu.tw](mailto:jimmy@yuntech.edu.tw)

<sup>4</sup> 國立雲林科技大學 前瞻學士學位學程 副教授

<sup>4</sup> Bachelor Program in Interdisciplinary Studies of  
National Yunlin University of Science and Technology Associate Professor

E-mail : [ghhwang0424@gmail.com](mailto:ghhwang0424@gmail.com)

### 摘要

協作式學習可以改善傳統美術課程中講述或示範教學中部分學生分神或是無法引發興趣的問題。但是，協作式學習可能會發生與同儕分工不均或互不相讓的狀況，因而造成協作上的困擾與糾紛，並且學生可能在學習活動中分開各自工作，而不是彼此協作。一些研究發現數位遊戲的虛擬環境可以促進協助互動減少糾紛。所以，本研究提出了一種數位遊戲虛擬環境的教學模式，實踐於開發協作學習系統。為了檢驗所提出的方法之有效性，本系統在小學美術課的色彩混合概念學習活動中進行實驗。參與者為 41 名國小四年級學生，他們被隨機分配到實驗組和對照組。實驗組學生採用數位遊戲虛擬環境的協作學習模式，而對照組學生採用壓克力顏料真實環境的協作學習模式。結果發現實驗組學生的學習成效進步幅度顯著優於控制組的學生，控制組會因為學生對於某些問題有所偏好，分工時僅挑選自己擅長的問題。從而造成學生難以正確回答學習過程中被其他同儕獨立解決的問題。實驗組中具主導地位的學生會透過控制虛擬環境中的角色示範，並且協助進度弱後的同伴，因為他們希望將數位遊戲虛擬學習環境中的樂趣傳遞給同伴，以及協作處理學習活動中的課題。

**關鍵字：**數位遊戲式學習；協作式學習；虛擬環境；美術教育

### Abstract

Collaborative learning can improve the problem that traditional art courses can distract students or cause interest. However, collaborative learning may result in

uneven division of labor, which may cause confusion and disputes in collaboration. Students may work separately in their learning activities rather than collaborating with each other. Some studies have found that the virtual environment of digital games can facilitate interaction and reduce disputes. Therefore, this study proposed a digital game-based learning mode for developing a collaborative learning system. To examine the effectiveness of the proposed approach, an experiment was conducted in a color mixing learning activity of an elementary school using the developed system. The participants were 41 fourth grader students, those students were random assigned to the experimental group and control group. The experimental group used the collaborative learning for the virtual environment of digital games, while the control group with the collaborative learning for the real environment of acrylic pigments. The experimental results of this study were found that the digital game-based collaborative learning approach benefited the students in terms of promoting their learning performance. This makes it difficult for students to correctly answer questions that are resolved independently by teammates during the learning process. The leading students in the experimental group will demonstrate the teaching by controlling the roles in the virtual environment and assist the companions with weak progress. Because they want to pass the fun of the digital game virtual learning environment to their peers, and collaboratively solve with the question in the learning activities.

**Keywords :** Digital Game Based Learning, Collaborative Learning, Virtual Environment, Artistic Education

## 壹、前言

協作式學習策略可以讓學生在一起共同討論與精熟學習教材，並完成指定的作業（陳海泓，2012）。學生透過與別人合作，聆聽別人的想法可以讓我們發展出不同種類的知識，解決從未接觸過與複雜的問題（袁海球，2004）。蔡芳卉（2017）指出分組協作學習可以改善過去傳統美術課程中使用講述或示範教學，會讓部分學生分神或是無法引發興趣而不肯花心思投入學生的問題發生。

但是，學生可能在進行協作式學習時會分開工作，而不是彼此協作（Lou, Abrami & d'Apollonia, 2001），同時協作式學習也會出現不平等的搭便車現象，有一些學生不想做出任何貢獻，更有可能依靠其他成員來完成協作工作（Kreijns, Kirschner & Jochems, 2003）。並且協作式學習也會發生與同伴分工不均或互不相讓的狀況，造成協作上的困擾與糾紛（陳靖玟、賴苑玲，2015）。這些在協作式學習時出現的問題最終會降低學生的學習成績與動機（Gillies & Boyle, 2010）。有研究發現數位遊戲中虛擬環境可以促進相互依賴並減少衝突（Mishori, Kureshi & Ferdowsian, 2017），因為數位遊戲中的虛擬環境可以吸引所有參與者共同積極參與（Charles, 2003），並且賴婷鈴和彭素貞（2015）發現遊戲式學習成效優於一般的同儕合作式學習，因為學生在遊戲進行中反覆觀看教材，教材的文字內容和顏色設計能輔助學生記憶和提高複習的機會。Sung和Hwang（2013）建議教

師們可以將教育數位遊戲結合協作式學習並加以應用於課程學習活動中。所以本研究將發展結合數位遊戲虛擬環境下的協作式學習模式並應用於美術課程中。

然而，詹明峰和張鐵懷（2018）透過回顧全球華人計算機教育應用大會（Global Chinese Conference on Computers in Education, GCCCE）所發表的遊戲式學習相關論文進行分析，結果發現較少相關研究專注於學習過程中產生的學習問題進行分析，並且將學習方式從傳統的背誦式轉換為協作能力上。所以，本研究將探討數位遊戲虛擬環境的協作式學習與現實環境下的協作式學習，是否會對學生的學習成效與學習動機造成影響以及學習過程中產生的學習問題。並且，Hwang、Shi與Chu（2011）指出不同的協作式學習模式也會對學生的團隊自我效能產生影響。因為團隊自我效能會影響團隊間的知識分享，並進一步影響團隊績效（黃家齊、蔡達人，2003）。因此本研究將會進一步探討不同的協作式環境是否會影響團隊自我效能。

基於上述文獻，本研究將藉由國小美術科的色彩混合實作課程運用不同環境進行協作式學習。探討的問題為數位遊戲虛擬環境的協作式學習與壓克力顏料真實環境的協作式學習，對於國小學生在色彩混合上的學習成效、學習動機和團隊自我效能是否存在著差異性？

## 貳、文獻探討

### 一、協作式學習

協作式學習讓學生透過在課堂中形成學習小組進行學習。這種方式讓學生不再只是接受教師單方面的授課，他們還可以透過互相討論和互相探索，達到教學相長，相互回饋的教學成效（周翊雯、彭心怡，2017）。透過同儕之間的互動回饋可以讓平時上課專注力及學習動機較薄弱的學生增強學習的動機（林雅雯、江柏叡、曾志隆，2015）。同儕合作學習策略中的互動回饋在課程學習成效上優於教師口語回饋（汪慧玲、沈佳生，2015）。同時，授課老師可以透過協作式學習克服本身回饋資源不足的問題，並間接使學習更加有效益（黃彩玉，2017）。陳俞均（2017）指出可以透過在藝術教學中融入協作式學習，並藉由相互討論、運思與溝通彼此的論點和觀點，最後選擇適當媒材和技法，將最好的創意表現出來。蔡芳卉（2017）指出分組合作學習可以改善過去傳統美術課程中講述或示範教學，總會有部分學生分神，或是無法引發興趣而不肯花心思投入的問題，並且學生在分組合作學習過程中都能主動參與，相當認真地討論問題，互相補充自己所看見的重點，沒有人怠惰閒聊，為了爭取團體榮譽而不敢鬆懈，整個教室營造出積極且正向的學習氛圍。

另外，分工不公平造成的的困擾與糾紛問題也常發生在協作式學習中（陳靖玟、賴苑玲，2015）。因為協作式學習會出現不平等的搭便車現象，有一些學生不想做出任何貢獻，更有可能依靠其他成員來完成協作工作（Kreijns, Kirschner & Jochems, 2003），這些行為最終會造成那些活躍的學生放棄為該團隊做出努力（Hütter & Diehl, 2011）。為了改善傳統協作式學習出現的問題，有許多學者（Sung & Hwang, 2013; Huang & Wu, 2012）提出了數位遊戲協作式學習模式。相較於傳統協作式學習，遊戲式學習可以提升學習態度並產生正面的影響，因為遊戲過程

中獲得成就感和滿足可以促進學習成效並對學習態度並產生正面的影響（賴婷鈴、彭素貞，2015）。

## 二、數位遊戲協作式學習

數位遊戲式學習 (digital game-based learning, DGBL) 是指學生在課程中透過數位遊戲進行學習，學生可以透過解決遊戲中模擬的問題，並學習如何克服挑戰或和同伴競爭，最終提高學習成效與學習動機（王維聰、王建喬，2011），電腦和其他數位技術可以為協作式學習提供一些支援（Jeong & Hmelo-Silver，2016）。遊戲式學習的特性非常適合用來發展協作能力（詹明峰、張鐵懷，2018），而且透過電腦對學習進行輔助可以為學生提供溝通媒介、教學鷹架以及促進協助互動（Stahl, Koschmann & Suthers, 2006）。錢富美、李裕民、吳幸玲和任慶儀（2016）針對國小四年級學生進行基於Google Earth的小組遊戲競賽式學習發現有70%以上的學生表示喜歡此種學習方式，有81%的學生認為有助於課文內容的理解。賴婷鈴和彭素貞（2015）發現遊戲式學習成效優於一般的同儕協作式學習，因為學生在遊戲進行中反覆觀看教材，教材的文字內容和顏色設計能輔助學生記憶和提高複習的機會

## 參、研究實施與設計

### 一、研究對象

本實驗的參與者是來自台灣中部某國小 41 位四年級學生（27 名男生，14 名女生），為了研究的有效性，學生將被隨機分配為實驗組與對照組，其中實驗組 20 人，對照組 21 人。實驗組將在上課期間接受基於數位遊戲的協作式學習，而對照組將接受傳統顏料混合的協作式學習，他們由同一位老師進行授課。

### 二、研究架構與流程

依據第一章所述之研究目的與研究問題，本研究主要欲探討「數位遊戲虛擬環境」與「壓克力顏料真實環境」在國小色彩混合概念協作式學習活動對國小學生的色彩混合概念、學習動機與團隊自我效能之影響。本研究之設計架構包含三個變項，如圖 1 所示分別說明如下。

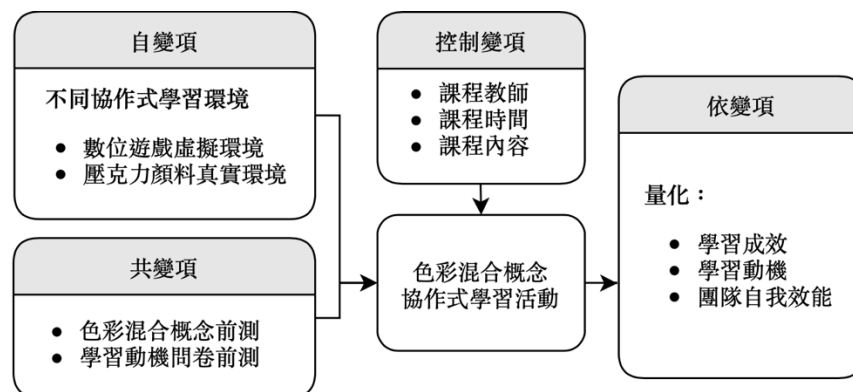


圖 1. 研究架構

對照組與實驗組在進行色彩混合概念與學習動機的前置測驗前，會進行 20 分鐘的色彩混合概念基礎教學。接著在 15 分鐘的基礎教學中，他們將被教導關於三原色混色的基礎色彩學習。基礎教學結束後，他們將接受 15 分鐘的色彩混合概念與學習動機的前置測驗。然後他們會被分配至不同的協作式學習環境中，這些協作式學習都會進行 60 分鐘，並且學習內容都是一致的。學習內容中學生被要求必須共同協作完成 16 項由三原色、三間色與複合色組成的實作課題，實驗組的學生小組將使用數位遊戲學習材料。另一方面對照組的學生小組會透過畫筆與壓克力顏料進行色彩混合練習。

同時，為了讓實驗組和控制組的學生在協作式學習的過程中能有效參與協作行為，實驗組只會提供一組原色染料箱、出貨台、布料箱子與染料加工台(研鉢、杵、砧板與刀具)，實驗組的兩位學生會透過兩隻操作器共同在一台電腦載具上運行數位遊戲教具完成色彩混合課題。而控制組提供一組原色顏料、調色板、洗筆筒與水彩畫紙，控制組的兩位學生會透過兩隻水彩筆共同在一張水彩畫紙完成色彩混合課題。實驗組和控制組的學生都會在協作式學習中獲得色彩混合配方比例的提示，實驗組是透過數位遊戲環境中的視窗提示，而且控制組則是獲得紙本提示。而任務解決的正確性上，實驗組是透過數位遊戲教具中程序透過自動反饋的方式告知，而控制組則是透過課程中 4 位課程助教與一位課程老師給予口頭反饋的方式告知，課程老師與課程助教都會在協作式學習過程中主動巡視學生的進度並告知問題。最後，本研究會在協作式學習活動結束後要求學生進行 15 分鐘的色彩混合概念與學習動機的后置測驗。接著本研究要求學生進行 10 分鐘關於團隊自我效能的問卷調查。研究流程如圖 2 所示。

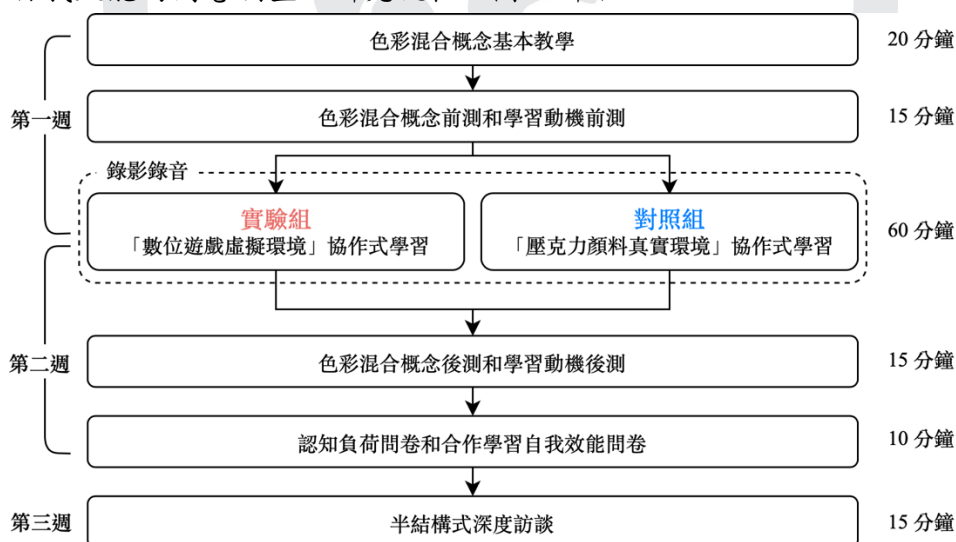


圖 2. 研究流程

### 三、研究工具

本研究中應用的研究工具包含用於檢測不同協作式學習策略學習成效的色彩混合概念測驗、學習動機評估問卷 Wang 和 Chen (2010) 以及團隊自我認知的評估問卷 Hwang、Shi 和 Chu (2011)。

#### (一) 色彩混合概念數位遊戲-《小麥的染色坊》

本研究開發了基於數位遊戲虛擬環境的協作式學習系統。本系統中總共包括 5 個主要以森林為場景的關卡。遊戲主角是一位原住民女孩，必須完成遊戲中所指定的任務訂單，透過天然染布訂單任務的執行，讓學生在過程中熟悉色彩混合的概念。本研究開發之系統的學習內容基於色彩混合的概念，其包含三原色、三間色與複合色概念的 16 個不同色彩混合學習課題。學生透過加工不同的天然染劑對布料進行色彩混合，並完成精靈客戶提出的訂單需求，如圖 3 所示。



圖 3. 布料染色流程

學習系統為學生提供色彩混色實驗的虛擬環境並學習色彩混合內容。學生透過反覆嘗試與加工不同的天然染劑對布料進行染色，與同組同伴進行討論以提出解決方案，如圖 4 所示。



圖 4. 染色工坊介面

## (二) 色彩混合概念測驗 ( Concept of Color Mixing Test, CCMT )

本研究參考包含三原色、三間色與複合色概念，並參閱市面上的色票參考書擬定出 CCMT，依據三原色混色概念發展出測驗題 16 題，每題配分為 6.25 分，共計 100 分。CCMT 試題交由兩位設計系之大學教授與兩位國小資深美術教師進行審題，建立專家效度。接著，請台灣中部某國小四年級 26 位常態編班的國小學生進行預測，結果顯示庫李信度  $KR20=0.76$ ，難度  $0.19\sim0.98$ ，平均難度  $0.49$ ，鑑別度  $0.32\sim0.77$ ，平均鑑別度  $0.45$ ，顯示此測驗卷具有良好的信度、難度與鑑別度。

### (三) 學習動機評估問卷

本研究所採用之學習動機評估問卷，係由 Wang 和 Chen (2010) 所設計之課程學習動機量表。經修正、題型編排並進行預測，邀請兩位數位學習專業之大學教授針對內容進行信度評估，並請台灣中部某國小四年級 26 位常態編班的國小學生進行預測。信度統計分析結果，其信度考驗之 Cronbach's alpha 係數為.91，顯示此量表具有良好的信度。

### (四) 團隊自我效能評估問卷

本研究所採用之群體自我效能評估問卷，係由 Hwang、Shi 和 Chu (2011) 所設計之團隊自我效能量表。經修正、題型編排並進行預測，邀請兩位數位學習專業之大學教授針對內容進行信度評估，並請台灣中部某國小四年級 26 位常態編班的國小學生進行預測。信度統計分析結果，其信度考驗之 Cronbach's alpha 係數為.82，顯示此量表具有良好的信度。

## 肆、研究結果

### 一、虛擬與真實協作式學習環境對學生的學習成效之差異性分析

為了排除學生先備知識造成的影響，本研究使用獨立樣本 t 檢定分析學生對於色彩混合概念的前測成績。色彩混合概念前置測驗獨立樣本 t 檢定分析結果顯示實驗組的學生 (M=28.75, SD=20.91) 與控制組的學生 (M=31.25, SD=19.56) 學習成效在實驗開始前並無顯著差異 ( $t=0.395, p=.695>.05$ )。實驗結束後，基於不同協作式學習策略學生的色彩概念前後測驗透過共變異數分析 (ANCOVA) 進行分析。在進行 ANCOVA 分析學生的學習成績之前，對兩組的前置測驗進行同質性檢驗 ( $F=1.61, p>.05$ )，表示 ANCOVA 可以用於分析兩組的後置測驗成績。表 1 分析結果顯示體驗實驗組的學生色彩混合概念成績優於體驗控制組的學生 ( $F=0.395, p=.001<.05$ )。

針對這現象，本研究透過訪談與對教學錄影的觀察發現控制組會因為學生對色彩課程內容中的問題有偏好 (林磐聳、鄭國裕, 2002) 和擅長 (謝宗翰、潘裕豐, 2011)，並進而與學習同伴進行分工。而造成控制組較少進行協作行為與溝通，讓控制組學生難以正確回答那些學習過程中被同儕獨立解決的問題。而實驗組的學生則傾向與分享解決方案與教導同伴，因為通常具主導地位的學生是那些喜歡數位遊戲的學生，並且他們希望將在數位遊戲中虛擬環境的樂趣可以傳遞給同伴 (Kong, Kwok & Fang, 2012)，並控制自己的虛擬角色給予進度弱後的同伴引導與示範。

表 1. 色彩混合概念測驗共變異數分析結果

組別	人數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤差	F
控制組	21	33.03	20.36	32.57	3.63	13.14***
實驗組	20	51.00	17.39	51.48	3.72	

\*\*\* $p<0.001$

### 二、虛擬與真實協作式學習環境對學生的學習動機之差異性分析

為了排除學生既有對課程的興趣動機造成的影響，本研究使用獨立樣本  $t$  檢定分析學生對於學習動機的前置評估問卷。學習動機問卷獨立樣本  $t$  檢定分析結果顯示實驗組的學生 ( $M=3.76, SD=0.84$ ) 與控制組的學生 ( $M=3.30, SD=0.71$ ) 學習動機在實驗開始前並無顯著差異 ( $t=1.911, p=.063>.05$ )。實驗結束後，基於不同協作式學習策略學生的學習動機前後問卷評估透過共變異數分析進行分析，在進行 ANCOVA 分析學生的學習動機之前，對兩組的前置測驗進行同質性檢驗 ( $F=1.61, p>.05$ )，表示 ANCOVA 可以用於分析兩組的學習動機後置問卷結果。表 2 分析結果顯示實驗組學生體驗數位遊戲協作式學習後，該組學生的學習動機優於使用傳統協作式學習的對照組學生 ( $F=10.122, p=.003<.05$ )。

針對這現象，發現實驗組提供了學生更輕鬆的課程體驗。透過進行訪談與教學錄影的觀察發現，當學生在遊戲中虛擬環境發生有趣的角色互動(互相撞擊與一起加工染料)時，可以讓他們在協作行為更為積極。並且相較於控制組，實驗組減少了更多分工與協作時的爭吵行為發生，具主導地位的學生會積極鼓勵並協助進度弱後的同伴，因為他渴望和同伴一起進行遊戲過程 (Manninen, 2014)。但是控制組學生會出現分工時的溝通不良 (謝欣穎、林菁, 2013) 與分工後出現的不合作行為與「癱腳 (lame)」 (Pang, Lau, Seah, Cheong & Low, 2018) 現象發生爭吵。同時發現基於數位遊戲的虛擬環境可以有效減少弄髒衣物或身體的焦慮感與注意力，因為它可以有效降低國小學生透過畫筆與顏料弄髒自己與同伴的校服以及教室環境的風險，間接減少被老師責罵的次數，讓學生可以更加開心的沉浸在學習活動中。

表 2. 學習動機問卷共變異數分析結果

組別	人數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤差	F
控制組	21	3.44	0.89	3.55	0.15	10.122***
實驗組	20	4.41	0.69	4.29	0.16	

\*\*\* $p<.001$

### 三、虛擬與真實協作式學習環境對學生的團隊自我效能之差異性分析

為瞭解學生接受不同協作式學習方式後，其團隊自我效能是否存在差異性。本研究將學生團隊自我效能的問卷結果進行獨立樣本  $t$  檢定。分析結果顯示體驗實驗組的實驗組學生 ( $M=4.25, SD=0.90$ ) 在團隊自我效能評估結果與控制組的對照組學生 ( $M=3.80, SD=0.81$ ) 無顯著差異 ( $t=1.670, p=.103>.05$ )。這個結果顯示不同的協作式環境對學生團隊自我效能不會造成影響，因為實驗組與控制組的學生都認為自己有積極參與到團隊合作(協作與分工)中並且最終一起完成學習課題。

## 伍、研究結論與建議

根據上述的研究分析結果，不同協作式學習策略融入國小色彩混合課程的探討，可獲得如下之結論。基於數位遊戲虛擬環境協作式學習的學生在學習成效與學習動機顯著優於基於壓克力現實環境協作式學習的學生。因為實驗組的學生進行更多的協作行為與溝通，並且傾向分享解決方案與教導同伴，減少因為同伴獨

立解決問題，自己不知道解決方案的情況。實驗組中有趣的虛擬角色互動，讓具主導地位的學生會積極鼓勵並協助進度弱後的同伴，減少了分工時的溝通不良或分工後出現的不合作行為與「癱腳 (lame)」進而吵架的情況。並且基於數位遊戲的虛擬環境可以有效減少弄髒衣物、身體以及教室環境的焦慮感與注意力，間接減少被老師責罵的次數，讓學生可以更加開心的沉浸在學習活動中。同時本研究也發現基於數位遊戲虛擬環境協作式學習的學生在團隊自我效能與壓克力現實環境協作式學習的學生無顯著差異。因為參與的學生認為他們在不同協作式學習策略中他們都有效地完成團隊合作（分開工作與協同工作）並繳交作業單。

雖然實驗著在學習成效上的進步程度顯著優於控制組，但是還是位於不及格狀態(平均 51 分，滿分 100 分)，本研究發現學生的錯誤主要是發生在由紅色與藍色混合而成的紫色題組與三原色混合而成的褐色組別。這區段的顏色也是人眼較難區分的色彩波長段 (MacDonald, 1999)，本研究建議未來可以透過題結合對比色的方式加強色彩的對比度，從而提升學生對色彩辨別上的能力，因為人眼的視覺系統是以對立的方式解釋顏色 (Hering, 1878)。

本探究提出的實驗組策略在提高學生的學習成績方面顯示出顯著的效果，但需要注意使用這種方法的一些限制。因為實驗組的執行與開發成本較高。並且在設計時需要十分謹慎，因為學生有可能會過於遊玩而忽略學習。本研究在研究中發現不同協作式學習的學生在課程活動中的協作行為全然不同，尤其是針對單一問題的協作行為（分開工作與協同工作），本研究建議可以在未來的研究中透過量化的方式更進一步探討這個現象。同時，因為傳統實作課程對於學生學習不同概念是必要的，所以本研究建議可以結合數位遊戲系統與傳統實作課程，改善傳統實作課程在協作式學習的問題並延伸實作課的可能性，尤其在一些具抽象性質的實作課程，如資訊教育與生態教育。

#### 誌謝

本研究經費承蒙科技部補助，計畫編號為 MOST 108-2511-H-224-002，謹此致謝。

#### 參考文獻

- 周翊雯、彭心怡 (2017)。合作學習法的教案設計-以司馬遷< 伯夷列傳> 為例。 **全人教育學報**，15，27-52。
- 林雅雯、江柏叡、曾志隆 (2015)。應用合作學習於國中數學課程之前實驗研究。 **臺灣數學教師**，36 (2)，13-25。
- 林磐聳、鄭國裕 (2002)。色彩計劃。 **現代設計叢刊**，4，55-61。
- 汪慧玲、沈佳生 (2015)。不同型態回饋策略在合作學習情境下對感覺統合課程學習成效之研究。 **幼兒保育學刊**，12，37-51。
- 王維聰、王建喬 (2011)。數位遊戲式學習系統。 **科學發展**，467，46-51。
- 蔡芳卉 (2017)。分組合作學習在美感教育課程上之應用。 **臺灣教育評論月刊**，6 (4)，143-147。
- 袁海球 (2004)。透過網上學習社群發展協作學習和知識建構。 **教育資料與圖書館學**，41 (4)，531-543。
- 詹明峰、張鐵懷 (2018)。遊戲學習分析架構。 **數位學習科技期刊**，10 (3)，1-20。

- 謝宗翰、潘裕豐 (2011)。KJ 法教學策略對國小資優生問題解決與創造思考能力之成效研究。**創造學刊**, 2 (1), 111-136。
- 謝欣穎、林菁 (2013) 國小三年級學生在資訊素養融入主題探究的科學探究學習態度表現。**教育傳播與科技研究**, 103, 1-15。
- 賴婷鈴、彭素貞 (2015)。教育遊戲輔助國中七年級學生提升歷史學習成效之初探。**教育傳播與科技研究**, 112, 41-49。
- 鄭麗媛、許建民、劉巧凡 (2018)。合作學習不同教學策略運用對國小學童同儕互動關係與動作技能學習之研究。**臺灣運動教育學報**, 13 (1), 65-80。
- 錢富美、李裕民、吳幸玲、任慶儀 (2016)。合作學習法之「小組遊戲競賽法」與資訊融入之教學設計：以 Google Earth 融入國小社會領域「地區生活的差異」單元為例。**區域與社會發展研究**, 7, 29-59。
- 陳俞均 (2017)。合作學習應用於視覺藝術教學之施教認知-以 [繪畫] 課為例。**藝見學刊**, 13, 57-72。
- 陳海泓 (2012)。KWL, 協作學習和引導探究結合數位教材對大學生學業成就的影響。**區域與社會發展研究**, 3, 29-56。
- 陳靖玟、賴苑玲 (2015)。國小四年級社會學習領域、藝術與人文領域及閱讀課之協作教學行動研究。**區域與社會發展研究**, 6, 63-89。
- 黃彩玉 (2017)。同儕合作學習策略在創造性舞蹈學習成效及人際溝通之研究。**嘉大體育健康休閒期刊**, 16 (1), 86-97。
- 黃家齊、蔡達人 (2003)。團隊多元化與知識分享, 知識創造及創新績效。**臺大管理論叢**, 13 (2), 233-280。
- Charles, D. (2003). *Enhancing gameplay: challenges for artificial intelligence in digital games*. In Proceedings of digital games research conference 2003, University of Utrecht, The Netherlands.
- Hering, E. (1878). *Zur Lehre vom Lichtsinne: sechs Mittheilungen an die Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*. Vienna: Carl Gerold's Sohn.
- Hütter, M., & Diehl, M. (2011). Motivation losses in teamwork: The effects of team diversity and equity sensitivity on reactions to free-riding. *Group Processes & Intergroup Relations*, 14(6), 845-856.
- Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 6-10.
- Hwang, G. J., Shi, Y. R., & Chu, H. C. (2011). A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology*, 42(5), 778-789.
- Gillies, R. M., & Boyle, M. (2010). Teachers' reflections on cooperative learning: Issues of implementation. *Teaching and teacher Education*, 26(4), 933-940.
- Jeong, H., & Hmelo-Silver, C. E. (2016). Seven affordances of computer-supported collaborative learning: How to support collaborative learning? How can technologies help?. *Educational Psychologist*, 51(2), 247-265.

- Kong, J. S. L., Kwok, R. C. W., & Fang, Y. (2012). The effects of peer intrinsic and extrinsic motivation on MMOG game-based collaborative learning. *Information & Management, 49*(1), 1-9.
- Kreijns, K., Kirschner, P. A., & Jochems, W. (2003). Identifying the pitfalls for social interaction in computer-supported collaborative learning environments: a review of the research. *Computers in human behavior, 19*(3), 335-353.
- Lou, Y., Abrami, P. C., & d'Apollonia, S. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of educational research, 71*(3), 449-521.
- MacDonald, L. W. (1999). Using color effectively in computer graphics. *IEEE Computer Graphics and Applications, 19*(4), 20-35.
- Manninen, T. (2004). *Rich interaction model for game and virtual environment design*. Oulu, Finland: Oulu University Press.
- Mishori, R., Kureshi, S., & Ferdowsian, H. (2017). War games: using an online game to teach medical students about survival during conflict 'When my survival instincts kick in, what am I truly capable of in times of conflict?'. *Medicine, Conflict and Survival, 33*(4), 250-262.
- Pang, C., Lau, J., Seah, C., Cheong, L., & Low, A. (2018). Socially Challenged Collaborative Learning of Secondary School Students in Singapore. *Education Sciences, 8*(1), 24.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). *Computer-supported collaborative learning: An historical perspective*. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences*(pp. 409-425). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sung, H. Y., & Hwang, G. J. (2013). A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses. *Computers & education, 63*, 43-51.
- Wang, L. C., & Chen, M. P. (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International, 47*(1), 39-52.