

虛擬實境融入小學五年級自然教學學習成效與接受度之研究：以「認識聲音三要素」單元為例

A Study on the Learning Effectiveness and Acceptance of Virtual Reality Integration in Fifth-Grade Students' Science Learning: Case Studies of 'Understanding the Three Elements of Sound' Units

張博裕¹, 何芳語², 林秋斌², 吳靜怡^{3*}, 王政弘⁴

¹台灣清華大學 教育與學習科技學系研究所

²台灣清華大學 學習科學與科技研究所

³台灣清華大學 竹師教育學院

⁴台灣高雄大學 工藝與創意設計學系

* wji295802@gmail.com

【摘要】近年來，虛擬實境（Virtual Reality, VR）技術已成為教育創新的重要方向，透過構建逼真的虛擬學習環境，幫助學生更直觀地理解抽象概念和複雜知識。本研究使用準實驗之研究設計比較 VR 科技與傳統教學方法對國小五年級學生在「認識聲音三要素單元」中的學習成就差異，並探討學生對使用 VR 學習的接受度。本研究使用準實驗之研究設計，結果顯示（1）使用傳統樂器之學生在前測和後測間有顯著進步，而使用 VR 科技則未顯著進步。（2）低分組學生在不同教學方法下均有顯著進步。VR 接受度方面，學生對新技術的接受度隨使用經驗增多而提升。

【關鍵詞】 虛擬實境、情境學習、科技接受模式

Abstract: In recent years, Virtual Reality (VR) technology has become a significant direction for educational innovation. By creating immersive virtual learning environments, VR helps students better understand abstract concepts and complex knowledge intuitively. This study employed a quasi-experimental design to compare the learning achievements of fifth-grade students in the "Three Elements of Sound" unit using VR technology versus traditional teaching methods and to explore students' acceptance of learning with VR. The quasi-experimental results indicated that: (1) Students using traditional musical instruments showed significant improvement between the pretest and posttest, while those using VR technology did not exhibit significant progress. (2) Low-performing students showed significant improvement under both teaching methods. Regarding VR acceptance, students' acceptance of the new technology increased as their experience with it grew.

Keywords: Virtual Reality, Situated Learning, Technology Acceptance Model

1. 緒論

近年台灣教育現場推動虛擬實境（VR）教材與智慧學習情境，促進學生個性化學習及自主學習能力。透過 5G 技術的高畫質與低延遲特性，元宇宙教育逐漸興起，特別是 VR 技術，可模擬互動環境，幫助學生理解抽象概念，為數位教學提供創新契機。

然而，在常態分班下，教師難以同時滿足不同學習層次學生的需求。虛擬實境有潛力支持差異化教學策略，透過沉浸式學習環境提升學生學習成效。情境學習理論提供理論基礎，Brown、Collins 和 Duguid (1989) 指出，學習需在具體情境中主動操作才能內化知識，而

McLellan (1994) 進一步認為虛擬情境亦能實現互動式學習環境，VR 能為學生提供豐富的探索機會，提升學習興趣與成效。

本研究聚焦 VR 於國小自然教育中應用，特別是在聲音單元中的效果。傳統教學常因抽象性與情境限制導致學習困難，如聲音單元則因抽象概念難以理解。VR 技術能模擬真實環境，解決這些教學瓶頸，增強沉浸感與互動性；並比較傳統教學與 VR 教學效果，探討 VR 是否能提升學生學習成效，並分析不同成就學生之學習表現，期望提供創新的教學設計與實施方法，為未來教育實踐提供參考。

2. 文獻綜述

2.1. 情境學習理論與應用

Brown、Collins 與 Duguid (1989) 提出「情境認知」概念，認為知識存在於學習活動的脈絡中，學習者須主動與情境互動以理解知識並創建個人知識體系。黃宛婕 (2012) 進一步強調情境的重要性，總結了情境學習理論的四大核心：1.設計情境脈絡以培養問題解決能力；2.強調主動探究式學習，將教學生活化；3.推動合作學習，形成學習社群；4.善用科技輔助教學，拓展學習深度與廣度。隨著科技發展，情境學習理論也適用於虛擬情境。McLellan (1994) 認為，學習環境不僅限於真實情境，虛擬實境亦能提供互動式學習環境。

顏嘉慰 (2016)、何品萱 (2021) 與鄭博元 (2022) 等多項研究顯示虛擬實境結合情境學習理論在教育中的潛力，這些研究證明虛擬實境能提升情境學習效果，增強學生的互動與參與，並在不同教育領域展現顯著成效。

2.2. 科技接受模式的定義與應用

Davis (1989) 提出科技接受模式 (Technology Acceptance Model, TAM)，提供一理論框架，解釋影響用戶接受與使用科技的因素。該模型以「認知有用性」(PU) 與「認知易用性」(PEOU) 為核心，認為當用戶認為某科技有助於提高工作績效 (PU)，且易於使用 (PEOU) 時，其使用態度更為正向，進而影響使用意圖與行為。

TAM 的主要構面有：1.外部變數：如個人特質、科技特性等；2.認知有用性 (PU)：用戶相信科技能提高績效的程度；3.認知易用性 (PEOU)：用戶認為科技易於使用的程度；4.使用態度：用戶對科技的正面或負面感受；5.行為意圖：衡量使用科技意願的強度。

Sagnier et al. (2020)、Fussell & Truong (2020) 與 Cabero-Almenara et al. (2022) 等多項研究驗證 TAM 在虛擬實境教育應用中的有效性。此外，蔡佳君 (2023) 研究高中生 VR 手勢控制技術的接受度，發現 PU、PEOU、使用態度與使用意圖均呈顯著正相關，且不受性別與經驗影響。林芝聿 (2023) 研究元宇宙沉浸式教育，發現系統品質影響 PU 與 PEOU，且 PU 與使用態度顯著影響使用意圖。TAM 在虛擬實境教育應用中的研究顯示，PU 是影響使用意圖的主要因素，PEOU 與系統品質則對使用態度與行為意圖有重要影響。這些結果證實 TAM 可作為理解 VR 教育應用中用戶接受行為的有效工具。

2.3. 數位學習在國小自然教育的應用

數位學習在國小自然教育中具有重要作用，特別是透過虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 技術，能夠提供學生多元且沉浸式的學習經驗。透過 VR 技術，學生可進行虛擬實驗、參觀生態系統或模擬自然災害，提升對抽象概念的理解 (Zhao et al., 2022; Nelson et al., 2020)。

在聲音單元的學習中，學生常存在迷思，例如誤認聲音高低與振動快慢的關係。鍾緯珊 (2018) 將 STEM 課程融入聲音與樂器教學，發現能增強學生的學習態度、問題解決能力。虛擬實境教學方面，朱奕儒 (2022) 指出，VR 探究式學習有效提升學習成就及臨場感。盧振興 (2023) 則發現 VR 聲音教材能增強學習興趣，但學習成效與設備限制有關。

3. 研究方法

3.1. 研究對象及分組

本研究以台灣新竹縣某國小為研究場域，五年級共有 8 個班並採用進行 S 型分班，班級間智力及學業成績分佈大致相同。研究樣本以組別為單位，分為實驗組與控制組。實驗組由已有 120 分鐘之虛擬實境使用經驗的一個班級，五年 A 班。控制組則隨機由其中一個班級的學生組成，五年 B 班，每班學生組成皆為 29 位，男生 15 位、女性 14 位）。

3.2. 研究工具

本研究針對國小五年級自然課程進行教學活動設計與成效評量，藉此比較有無 VR 科技的介入，對於學生的學習成效是否產生影響。進行認識聲音三要素成就測驗與虛擬實境頭盔運用於自然教學之接受度量表編制。

認識聲音三要素成就測驗以符合學習目標之試題，經預試測驗後編制成，共計 16 題，並由一名自然領域學科專家和指導教授提供意見及修正，形成正式試卷。

VR 頭盔運用於自然教學之接受度量表以科技接受模型 (Fred D. Davis, 1989) 之五大構面編制，分為外部變數、知覺有用性、知覺易用性、使用態度、行為意願等。量表內容皆為自行編製，由一名自然領域學科專家和指導教授提供意見及修正。其中包含基本資料，受試者對於自然科目及新科技的接受度、對於 VR 有沒有用、對於 VR 是否容易使用、使用 VR 後的態度以及對於 VR 的使用意願等。該量表採用李克特氏五點量表，選項分別為「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」，依序為 1 到 5 分，共計 20 題。

4. 結果分析

研究數據結果分為兩大部分，第一部分為實驗組之實驗組與控制組之成就測驗前後測；第二部分為虛擬實境頭盔運用於自然教學之接受度量表前測與後測。研究數據主要採用 SPSS 19.0 版本進行統計分析，主要採用的分析方式為成對樣本 t 檢定、獨立樣本 t 檢定與詹森內曼 (Johnson - Neyman) 法分析，顯著水準 α 值設為 0.05。透過該檢驗方式了解實驗組與對照組學生的成就測驗與虛擬實境頭盔運用於自然教學之接受度是否有達顯著之差異。

4.1. 成就測驗

實驗組與控制組學習成就前測差異性分析中，使用獨立樣本 t 檢定分析前測分數，並以 Levene 檢定驗證實驗組與控制組在教學實驗前的學習成就是否同質。結果顯示，Levene 檢定 $F = 0.002$, $p = .965$ ，大於顯著水準 0.05，符合變異數同質性假設；t 檢定， $t = 2.170$, $p = .035$ ，小於 0.05，顯著差異表示未滿足共變組內迴歸係數同質性假設，無法進行共變數分析。故本研究改用詹森-內曼法 (Johnson-Neyman) 檢驗交互作用，結果顯示，若前測分數 < 6.54 表示兩組後測分數顯著差異，即 VR 組高於傳統組，顯示 VR 教學更有效；若前測分數 > 8.17 表示兩組後測分數顯著差異，即傳統組高於 VR 組，顯示傳統教學更有效；若前測分數 6.54 至 8.17 表示兩組後測分數無顯著差異，如圖 1 所示。

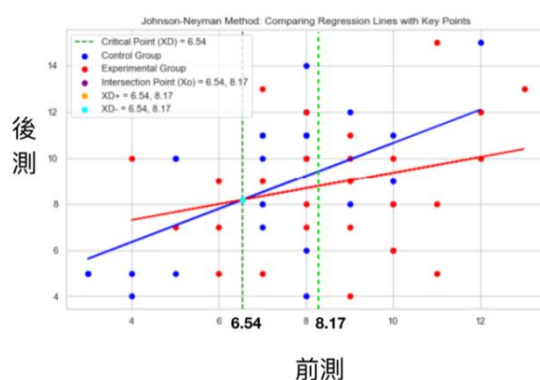


圖 1 詹森內曼法分析結果

實驗組之學習成就前測與後測分析中，進行成對樣本 t 檢定之統計分析。通過分析結果，比控制組在實驗教學前後的學習成就提升程度是否存在顯著性差異，為數據嚴謹性，將分為全班、低分組與高分組分別探討，在實驗組中，全班的前測平均分數：8.63，後測平均分數：

8.89, 提升 0.26 分, $p = .659$, 大於 0.05, 未達顯著差異; 低分組的前測平均分數: 6.00, 後測平均分數: 8.50, 提升 2.5 分; $p = .023$, 小於 0.05, 達顯著差異, 顯示 VR 教學對低分組有效; 高分組的前測平均分數: 11.11, 後測平均分數: 11.33, 提升 0.22 分; $p = .695$, 大於 0.05, 未達顯著差異。

在控制組中, 全班的前測平均分數: 7.27, 後測平均分數: 8.69, 提升 1.42 分; $p = .012$, 小於 0.05, 達顯著差異, 顯示傳統教學有效; 低分組的前測平均分數: 4.14, 後測平均分數: 6.29, 提升 2.15 分, $p = .037$, 小於 0.05, 達顯著差異, 顯示傳統教學對低分組有效; 高分組的前測平均分數: 10.00, 後測平均分數: 10.29, 提升 0.29 分, $p = 0.726$, 大於 0.05, 未達顯著差異。從分析結果可得, 二種不同的教學法中, VR 教學對低分組成效顯著, 但未對全班或高分組顯著提升; 傳統教學對全班及低分組均有顯著成效, 但對高分組無顯著效果。

4.2. 虛擬實境頭盔接受度分析

進行虛擬實境頭盔接受度量表前測與後測的成對樣本 t 檢定, 藉此對比實驗組在實驗教學前後之虛擬實境頭盔接受度的提升程度是否存在顯著性差異。其結果顯示: 在外部變數構面, 三種分組之後測中「我喜歡嘗試新的資訊科技工具」為最高分; 在高分組之後測中「我喜歡自然課」與全班及低分組之後測中「上自然課時, 我都很專心。」為此面向之最低分。

透過成對樣本 t 檢定進行統計分析後, 在知覺易用性構面, 得知實驗組之低分組的「我能快速學會使用頭盔中的虛擬實境 (VR) 上自然課」後測分數較前測提升了 0.67 分, 顯著性水準為 .025, 小於顯著水準 .05, 即學習者使用「虛擬實境頭盔」進行學習時, 其對虛擬實境的接受度提升程度達到了顯著差異水準, 平均分數提升了 0.67 分。

5. 結論與討論

在學習成就測驗結果顯示, 低分組學生實驗組與控制組均呈現顯著進步, 顯示對基礎較弱的學生, 無論何種教學方式均有效果; 高分組實驗組與控制組均無顯著進步, 可能需更具挑戰性的教學策略。組內測試中, 實驗組前後測成績未呈現顯著差異, 後測成績未明顯高於前測, 控制組前後成績測呈現顯著差異, 後測成績顯著高於前測。

在虛擬實境接受度的外部變數中。所有分組均對「嘗試新科技工具」表現出最高興趣; 知覺有用性中, 各分組均認為虛擬實境有助於自然課學習; 知覺易用性中, 學生認為能快速掌握 VR 操作, 特別是低分組在易用性接受度方面提升顯著。

虛擬實境對提升學習興趣和專注度具正面影響, 學生對技術操作的熟悉度提高, 接受度則隨經驗增加而提升。然而, 對高成就學生的效益有限, 需進一步優化教學策略以突破現有瓶頸。

參考文獻

- 鄭博元、林佳慶、葉桂君 (2022)。虛擬實境儀器分析實驗輔助學習系統開發與評估: 以 HPLC 為例。載於社團法人台灣工程教育與管理學會 (主編), 工程、技術與 STEM 教育研討會 (頁 86-97)。社團法人台灣工程教育與管理學會。
- 蔡佳君 (2023)。以科技接受模式探討自我效能對 VR 場域手勢控制之影響—以虛擬藝廊軟體為例。國立高雄師範大學碩士論文, 高雄市。
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989) Situated cognition and the culture of learning. *Educational Research*, 18 (1), 32-42.
- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., & Martinez-Roig, R. (2022). The use of mixed, augmented and virtual reality in history of art teaching: A case study. *Applied System Innovation*, 5 (3), 44.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35 (8), 982-1003.

- Fussell, S. G., & Truong, D. (2020) . Preliminary results of a study investigating aviation student's intentions to use virtual reality for flight training. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 7 (3) , Article 2.
- McLellan, H. (1994) . Situated learning: Continuing the conversation. *Educational Technology*, 34 (10) , 7-8.
- Nelson, K. M., Anggraini, E., & Schlüter, A. (2020) . Virtual reality as a tool for environmental conservation and fundraising. *PLOS ONE*, 15 (4) , e0223631.
- Sagnier, C., Loup-Escande, E., Lourdeaux, D., Thouvenin, I., & Valléry, G. (2020) . User acceptance of virtual reality: an extended technology acceptance model. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 36 (11) , 993-1007.
- Zhao, R., Chu, Q., & Chen, D. (2022). Exploring chemical reactions in virtual reality. *Journal of Chemical Education*, 99 (4) , 1635-1641.