

# 以雙層測驗數位遊戲增強藝術鑑賞能力與學習成效之應用

## Application of Two-Tier Test Digital Games to Enhance Art Appreciation Ability and Learning Effectiveness

邱敏棋<sup>1\*</sup>, 黃國禎<sup>2</sup>, 夏綠荷<sup>3</sup>, 李建輝<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 台中科技大學多媒體設計系

<sup>2</sup> 台中教育大學教育資訊與測驗統計研究所  
及

台灣科技大學數位學習與教育研究所

<sup>3</sup> 勤益科技大學體育室

<sup>4</sup> 嶺東科技大學智慧製造科技系  
及

台中科技大學智慧工程博士班

\* minky413@gmail.com

**【摘要】** 為了提高學生的學習動機和學習興趣，學者們嘗試將基於遊戲的學習（GBL）融入課程中，以改善大多使用教科書、演示或影片進行的傳統教學。然而，以往的 GBL 主要採用單層測試，這意味著很難判斷學生是透過理解知識正確回答問題還是僅僅猜測正確答案。此類測試也使得在學習過程中難以提供足夠的回饋和指導。為了解決這個問題，本研究提出使用 RPG Maker 開發的基於雙層次測驗的數位遊戲方法（TT-DGA）。不僅為學生提供更有趣的學習藝術、在遊戲中觀賞世界名家藝術作品的方式，還在學習過程中引入雙層次測驗，幫助學生逐步構建專業的藝術鑑賞知識。為了探討這種方法的效果，本研究共招募了 62 位選修藝術課程的大學生。該課程採用準實驗設計，一班是實驗組，採用 TT-DGA 學習，另一班是對照組，採用傳統遊戲方法（C-DGA）。結果發現，TT-DGA 能夠顯著提高學生的藝術鑑賞、學習動機、學習態度和心流體驗的學習成績，雙層次測驗可以幫助學生自我檢查，確認對知識理解的準確性，糾正錯誤觀念，DGBL 使藝術課程變得更加有趣。

**【關鍵字】** 教學,學習策略改善,課堂教學,教學問題,互動學習環境

**Abstract:** To boost student motivation and interest, scholars have integrated game-based learning (GBL) into curricula to enhance traditional teaching. Previous GBL methods, mainly using single-tier tests, made it difficult to distinguish between genuine understanding and guessing, limiting feedback and guidance. This study proposes a digital game-based approach (TT-DGA), developed with RPG Maker, incorporating two-tier tests to support knowledge building in art appreciation. Sixty-two university art students participated, with an experimental group using TT-DGA and a control group using a traditional game method (C-DGA). Results showed TT-DGA significantly enhanced art appreciation, motivation, attitudes, and flow, helping students self-assess and correct misconceptions, making DGBL a more engaging tool for art education.

**Keywords:** Teaching, learning strategies, Improving classroom teaching, Pedagogical issues, Interactive learning environments

### 1.前言

藝術史課程通常透過教科書、演示或影片介紹作品特徵和歷史，但過於理論化的內容使學生難以產生學習熱情(Black & Browning, 2011)。研究者認為，基於遊戲的學習（GBL）能提升學習表現和動機（Hutson & Olsen, 2021），成為藝術教育的理想輔助工具（Parks, 2008）。GBL 將遊戲融入學習中，增強學生注意力與記憶力，促進多學科學習效果(Hwang et al., 2013)，情境體驗和回饋更能帶動心流體驗和積極學習行為(Hamari et al., 2016)。然而，GBL 應用在課

程中也面臨挑戰(Almeida et al., 2015), 尤其是傳統測驗無法區分理解或猜測得分(Deng et al., 2020), 使診斷誤解和提供回饋成為重點(Troussas et al., 2020)。雙層次測驗被證實能有效診斷學習困難(Tsai & Chou, 2002), 並在適時回饋下防止學生失去學習動機。本研究提出基於雙層測試的數位遊戲, 將抽象的藝術史知識轉化為互動學習, 引導學生在遊戲中觀察藝術作品、識別風格, 以提升藝術鑑賞能力, 並探討其學習成效。為全面檢視遊戲的學習成效, 本研究探討以下問題。

- (1) 使用兩層基於測試的數位遊戲方法(TT-DGA)學習的學生在藝術學習成績上與使用傳統數位遊戲方法(C-DGA)的學生有顯著差異嗎?
- (2) 使用 TT-DGA 學習的學生的學習動機與使用 C-DGA 的學生有顯著差異嗎?
- (3) 使用 TT-DGA 學習的學生的學習態度與使用 C-DGA 的學生有顯著差異嗎?
- (4) 使用 TT-DGA 學習的學生與使用 C-DGA 學習的學生在心流體驗上是否有顯著差異?

## 2.文獻回顧

### 2.1.基於數字遊戲的學習

數位遊戲基礎學習 (DGBL) 結合數位科技與遊戲, 創造出學習與娛樂兼具的環境(Cheng & Su, 2012)。在此模式下, 學生透過遊戲挑戰獲得成就感, 從而提升學習動機和成績, 同時發展自主建構知識的能力。研究顯示, 遊戲化評估能有效增強學生的回饋效果, DGBL 已成功應用於多學科, 並融合了自我決定理論(Jones et al., 2022)及目標設定理論(Liu & Jeong, 2022), 尤其在程式設計和數學課程中, DGBL 不僅提高學習滿意度和興趣, 還促進了成績和心流體驗(Chang et al., 2020)。本研究採用Tay等人(2022)的「遊戲」定義, 設計包含分數、徽章及即時回饋的RPG遊戲, 並以雙層測試策略協助學生學習藝術鑑賞知識並獲得適當回饋。

### 2.2.雙層次測驗

傳統考試中難以分辨學生是因掌握知識還是猜測得分。為解決此問題, 研究者提出雙層次測驗, 包含兩輪多選題, 用於評估學生的誤解或替代概念(Treagust, 1988)。此方法被認為是有效的診斷工具, 可用於引導學生(Arslan et al., 2012)。第一層測試修正描述性知識, 第二層則深入探究學生選擇答案的原因, 找出理解錯誤的根源(Chu et al., 2010)。相較其他方法如訪談, 兩層測試效率更高, 能及時提供回饋(Lin, 2016)。近年來研究表明, 兩層測試能針對錯誤概念提供多種回饋方式, 帶來顯著教學效益。總之, 兩層測試在不同學科中已取得良好效果, 但在數位遊戲學習中應用較少。本研究旨在建構基於兩層測試的數位遊戲系統, 並探討其在藝術課程中的成效。

### 2.3 心流體驗

Csikszentmihalyi (1975) 提出的「心流理論」指出, 遊戲挑戰能引導玩家進入心流狀態, 讓他們全神貫注於遊戲並投入學習。當學生達到心流狀態時, 他們更有動力完成學習任務, 心流因此對學習有正面影響。若遊戲機制提供明確目標和即時回饋, 學生將專注於遊戲, 享受心流體驗並增強學習成效(Fong et al., 2015)。研究也顯示, 心流狀態可增強學生自信與興趣, 提高遊戲參與度(Chen & Hsu, 2020), 並且心流體驗與學業成績呈正相關(Hung et al., 2015)。然而, 大部分研究集中於基礎教育, 對高等教育和藝術領域的探討較少(Wiggins, 2016)。本研究檢視學生在數位遊戲基礎學習(DGBL)中的心流體驗, 以探討其是否能在遊戲中獲得沉浸式藝術體驗。

## 3.基於雙層式測驗的數位遊戲方法 (TT-DGA)

本研究利用日本Enterbrain公司1992年開發的角色扮演遊戲工具RPG Maker, 開發了TT-DGA學習環境。除了讓學生透過有趣的遊戲學習藝術欣賞知識外, 還檢查學生的學習狀況, 協助學生在遊戲中進行自我調節學習。此外, 學生的學習進度以及兩級測驗的結果都記錄在資料庫中, 以便老師掌握個別學生的學習情況。系統結構如圖1所示。

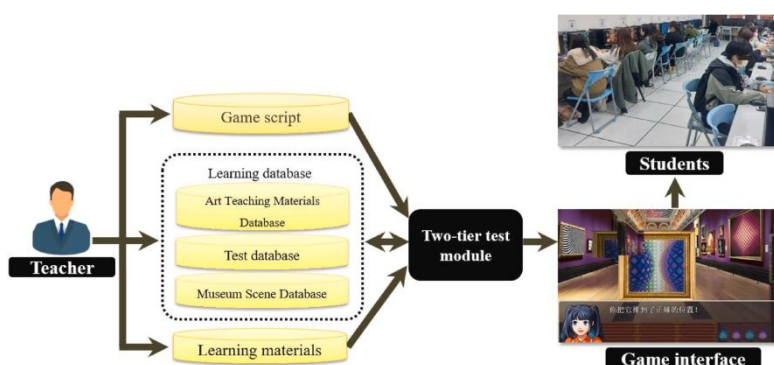


图 1 系統結構

### 3.1 關卡設計

各關卡介紹如圖 2，當學生進入遊戲主介面時，有虛擬角色介紹各關卡的學習任務，引導學生熟悉各關卡的操作介面與任務方向。隨後，學生們在美術館的虛擬場景中體驗遊戲，並進行藝術品欣賞的學習活動。每個關卡都有石像、寶箱或寶石，讓學生點擊後了解不同的藝術史資料。完成學習任務後，他們獲得金幣。

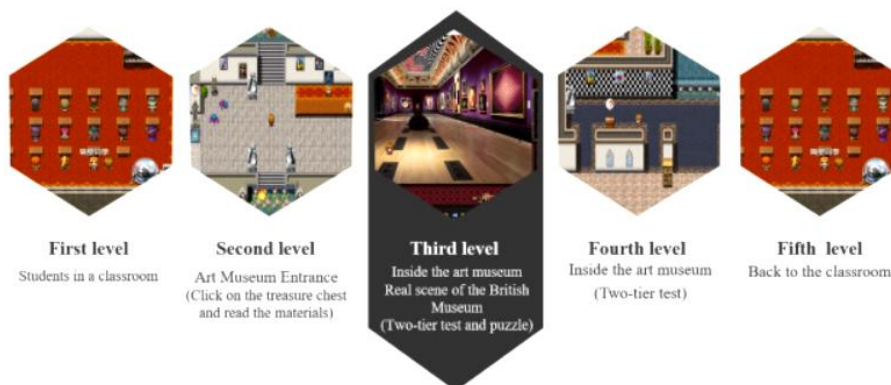


图 2 各關卡介紹

在第一階段，學生在課堂上聆聽虛擬講師的介紹，隨後進入第二階段，閱讀相關資料學習藝術欣賞的基本知識。在遊戲中的第三和第五關，學生可以選擇透過答題擊敗怪物來檢視自己的學習成果。雙層次測驗依據 Chu & Chang (2014) 的模型設計，由系統提供兩層問題：第一層測試學生對藝術品的理解，第二層則要求他們解釋選擇背後的原因，幫助深入思考並避免猜測。導師設計的題目不僅確保學生透過理解而非幸運通過測驗，還能及時識別和糾正學生的誤解。比如，在遊戲的某個任務中，第一層問題要求學生觀察藝術品的主題特徵並辨識風格；在第二層問題中，學生需解釋設計原則的應用，並與所學知識相聯繫。回答正確可獲得 100 金幣，否則將失去 25 金幣。此雙層次測驗方法促使學生結合所見及學習進行更深入的思考。

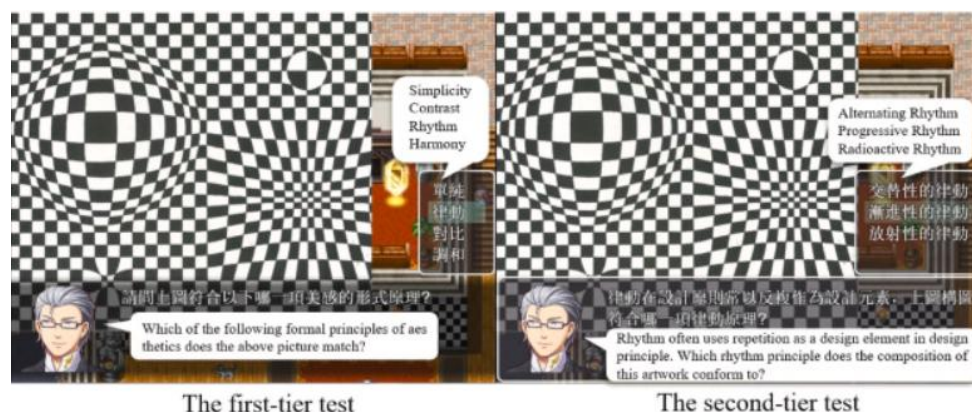


图 3 雙層次測驗畫面

第四層，虛擬數位遊戲中嵌入了大英博物館的真實場景，讓學生在真實的藝術博物館中獲得身臨其境的體驗。在此級別中，學生需要完成藝術品的滑動拼圖。若在限定時間內完成任務，將可獲得 100 金幣。

### 3.2 遊戲機制

Gibson 等人 (2015) 指出，如果遊戲中包含積分、排行榜和徽章等元素，將使學習具有競爭力，從而提高學生的參與度、學習成績和地位認可。因此，本研究參考相關學者的建議，採用金幣、積分、徽章、排行榜作為遊戲機制 (Alaswad & Nadolny, 2015)。表 1 描述了硬幣積分系統。該系統鼓勵學生閱讀藝術史材料和觀看視頻，參與並完成學習任務，並通過給予虛擬金幣作為排行榜排名的基礎來正確回答問題。

## 4. 研究設計

在台灣的一所大學藝術課程中進行了一項準實驗研究，透過測量參與者的藝術欣賞知識以及他們的學習動機、態度和心流體驗來評估基於兩層測試的數位遊戲方法的有效性。

### 4.1 參加者

本研究共招募了 62 位在台灣中部選修藝術課程的大學生（平均年齡 21 歲）。大多數參與者都是初學者，沒有藝術和設計知識。實施了準實驗設計。隨機分配一個完整班級 30 名學生作為實驗組，並採用 TT-DGA 進行學習。另一班的 32 名學生為對照組，採用 C-DGA 進行學習。兩組均由同一位導師授課。

### 4.2. 實驗流程

前三週，老師向全體學生介紹了課程和相關知識，包括藝術風格、歷史背景、藝術家等。第 4 週對兩組進行學習成績預測試和預問卷。隨後，全體學生利用電腦進行了為期兩週的 DGBL，完成系統內內建的互動學習任務。兩組都收到相同的訊息和學習內容；但實驗組採用兩層測試，對照組則採用常規的一層測試和回饋。實驗結束後，兩組學生完成了學業成績後測、後問卷調查和訪談。實驗流程如圖 4 所示。

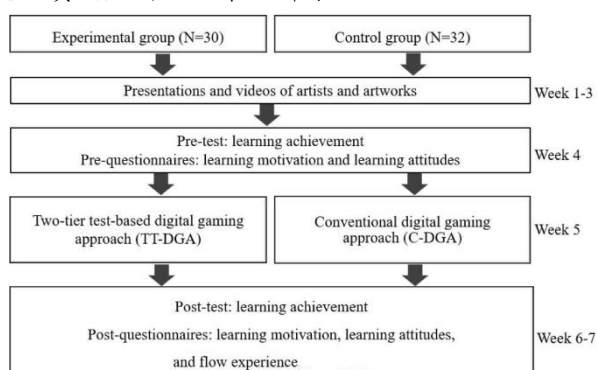


圖 4 實驗流程

### 4.3 測量工具

本研究共招募了 62 位在台灣中部選修藝術課程的大學生（平均年齡 21 歲）。大多數參與者都是初學者，沒有藝術和設計知識。實施了準實驗設計。隨機分配一個完整班級 30 名學生作為實驗組，並採用 TT-DGA 進行學習。另一班的 32 名學生為對照組，採用 C-DGA 進行學習。兩組均由同一位導師授課。學習成績的前後測驗由兩位擁有 20 多年美術教學經驗的老師設計。兩項測驗涵蓋不同的學習範圍，旨在檢視學生對未來主義、光學藝術和新造型主義的認識。測驗由 20 題影像選擇題組成，滿分 100 分。學習動機問卷設計採用 Pintrich 等人 (1991) 所設計的問卷。它由六個項目組成，採用 5 點李克特量表，從非常不同意(1) 到非常同意(5)，Cronbach 的 alpha 值為 0.80。學習態度問卷改編自 Hwang 等人 (2013) 所設計的問卷。它由七個項目組成採用 5 點李克特量表。Cronbach 的 alpha 值為 0.88。心流體驗問卷採用

Pearce 等人 (2005) 所設計的問卷。它由八個項目組成，採用 5 點李克特量表，Cronbach 的 alpha 值為 0.96。

## 5. 結論

### 5.1 學習成就

Levene 變異數齊性檢定的結果 ( $F = 1.505$ ,  $p = 0.225 > 0.05$ ) 顯示無顯著水平，顯示滿足組內變異數齊性的假設。然後進行單向 ANCOVA。如表 1 所示，排除前測成績的影響後，兩組的學業成績有顯著差異 ( $F = 4.535$ ,  $p = 0.037 < 0.05$ )。實驗組的調整平均值和標準差分別為 83.47 和 16.42，而對照組的調整平均值和標準差分別為 72.38 和 21.17。結果表明，採用 TT-DGA 的學生在藝術品鑑賞方面的學業成績優於採用 C-DGA 的學生，且效應值較大 ( $\eta^2 = 0.071$ )。

表 1

兩組學習成就的共變數分析 (ANCOVA) 結果

| Variance | Group | N  | Mean  | SD    | Adjusted mean | Std. error F | $\eta^2$    |
|----------|-------|----|-------|-------|---------------|--------------|-------------|
| 學習成就     | 實驗組   | 30 | 84.00 | 16.42 | 83.47         | 3.62         | 4.54* 0.071 |
|          | 控制組   | 32 | 71.88 | 21.17 | 72.38         | 3.50         |             |

\*  $p < 0.05$

### 5.2 學習動機

根據 Levene 變異數齊性檢驗，內在動機 ( $F = 1.611$ ,  $p = 0.209 > 0.005$ ) 和外動機 ( $F = 2.141$ ,  $p = 0.149 > 0.05$ ) 滿足迴歸斜率同質性假設。因此，可以採用雙向 ANCOVA。如表 2 所示，兩組之間的內在動機 ( $F = 8.575$ ,  $p = 0.005 < 0.05$ ) 和外動機 ( $F = 4.357$ ,  $p = 0.041 < 0.05$ ) 之間有顯著差異。實驗組內在動機的調整平均值為 4.67，對照組為 4.17。另一方面，實驗組的外動機調整後平均值為 4.52，對照組為 4.12。結果表明，與採用 C-DGA 的學生相比，採用 TT-DGA 進行學習的學生具有更好的內在和外動機，內在動機的效應值較大 ( $\eta^2 = 0.127$ )，外動機的效應值中等 ( $\eta^2 = 0.069$ )。

表 2

兩組學習動機的共變數分析 (ANCOVA) 結果

| Variance | Group | N  | Mean | SD   | Adjusted mean | Std. error F | $\eta^2$    |
|----------|-------|----|------|------|---------------|--------------|-------------|
| 內在學習動機   | 實驗組   | 30 | 4.65 | 0.48 | 4.67          | 0.12         | 8.58* 0.127 |
|          | 控制組   | 32 | 4.19 | 0.80 | 4.17          | 0.11         |             |
| 外在學習動機   | 實驗組   | 30 | 4.42 | 0.68 | 4.52          | 0.14         | 4.36* 0.069 |
|          | 控制組   | 32 | 4.11 | 0.83 | 4.12          | 0.13         |             |

\*  $p < 0.05$

### 5.3 學習態度

Levene 變異數齊性檢定的結果 ( $F = 0.006$ ,  $p = 0.939 > 0.05$ ) 未顯示顯著水平，顯示滿足組內變異數齊性的假設。然後進行單向 ANCOVA。如表 3 所示，實驗組的學習態度顯著高於對照組 ( $F = 10.02$ ,  $p = 0.002 < 0.05$ )。實驗組和對照組的調整平均值分別為 4.62 和 4.12。結果表明，TT-DGA 比 C-DGA 更能提升學生的學習態度，且效果值較大 ( $\eta^2 = 0.145$ )。

表 3

兩組學習態度的共變數分析 (ANCOVA) 結果

| Variance | Group | N | Mean | SD | Adjusted mean | Std. error F | $\eta^2$ |
|----------|-------|---|------|----|---------------|--------------|----------|
|----------|-------|---|------|----|---------------|--------------|----------|

|      |     |    |      |      |      |      |        |       |
|------|-----|----|------|------|------|------|--------|-------|
| 學習態度 | 實驗組 | 30 | 4.62 | 0.49 | 4.62 | 0.11 | 10.02* | 0.145 |
|      | 控制組 | 32 | 4.12 | 0.71 | 4.12 | 0.11 |        |       |

\* $p < 0.05$

#### 5.4 心流體驗

獨立樣本  $t$  檢定的結果顯示，兩組的心流經驗有顯著差異 ( $t = 2.72^*$ ,  $p = 0.009 < 0.05$ )，如表 4 所示。實驗組的調整平均值和標準差分別為 4.59 和 0.55，而對照組的調整平均值和標準差分別為 4.16 和 0.69。結果顯示，學生採用 TT-DGA 進行學習時並沒有失去興趣。相反，這些挑戰讓他們更沉浸和參與 GBL。Cohen 的  $d$  值為 0.69，顯示中等效應大小 (Cohen, 1992)。

表 4

兩組心流體驗的共變數分析 (ANCOVA) 結果

| Variance | Group | N  | Mean | SD   | $t$   | $d$  |
|----------|-------|----|------|------|-------|------|
| 心流體驗     | 實驗組   | 30 | 4.59 | 0.55 | 2.72* | 0.69 |
|          | 控制組   | 32 | 4.16 | 0.69 |       |      |

\* $p < 0.05$

## 6. 結論

本研究提出基於雙層測試的 TT-DGA，以即時診斷和回饋促進學生自主學習藝術風格。結果顯示，實驗組使用 TT-DGA 後在學業成績、學習動機、學習態度和心流體驗方面皆優於對照組。TT-DGA 不僅澄清學生誤解、促進知識建構，還提高了學習成效，拓展了雙層測試在藝術教育的應用。TT-DGA 中的數位遊戲式學習 (DGBL) 增加了趣味和挑戰，激勵學生參與學習，並對學習態度產生正面影響，讓學生更積極迎接挑戰。心流體驗方面，TT-DGA 增強了沉浸感，證實心流與學習成效呈正相關。限於小樣本與應用範疇，建議未來擴展至 K-12 學生並加入協作學習，以提升學習成效。此研究提供了新穎的遊戲式雙層測試法，為藝術教育的動機、態度與心流體驗帶來新視角。

## 誌謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 113-2410-H-025-042-。

## 參考文獻

- Almeida, F., Bolaert, H., Dowdall, S., Lourenço, J., & Milczarski, P. (2015). The WalkAbout framework for contextual learning through mobile serious games. *Education and Information Technologies*, 20(3), 415 - 428. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9292-6>
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667 - 1686. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>
- Black, J., & Browning, K. (2011). Creativity in digital art education teaching practices. *Art Education*, 64(5), 19 - 34. <https://doi.org/10.1080/00043125.2011.11519140>
- Cheng, C. H., & Su, C. H. (2012). A Game-based learning system for improving student' s learning effectiveness in system analysis course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 669 - 675. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.122>
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Chu, H. C., Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Tseng, Judy. C. R. (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. *Computers & Education*, 1618 - 1627.
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98 - 101. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10768783>
- Deng, L., Wu, S., Chen, Y., & Peng, Z. (2020). Digital game-based learning in a shanghai primary-school mathematics class: A case study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(5), 709 - 717. <https://publons.com/publon/10.1111/jcal.12438>.
- Fong, C. J., Zaleski, D. J., & Leach, J. K. (2015). The challenge - skill balance and antecedents of flow: A meta-analytic investigation. *The Journal of Positive Psychology*, 10(5), 425 - 446. <https://doi.org/10.1080/17439760.2014.967799>
- Gibson, D., Ostashevski, N., Flintoff, K., Grant, S., & Knight, E. (2015). Digital badges in education. *Education and Information Technologies*, 20(2), 403 - 410. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9291-7>
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170 - 179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Hung, C. Y., Sun, J. C. Y., & Yu, P. T. (2015). The benefits of a challenge: Student motivation and flow experience in tablet-PC-game-based learning. *Interactive Learning Environments*, 23(2), 172 - 190.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121 - 130. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.008>
- Hutson, J., & Olsen, T. (2021). Digital humanities and virtual reality: A review of theories and best practices for art history. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 491 - 500. <https://doi.org/10.46328/ijte.150>
- Jones, M., Blanton, J. E., & Williams, R. E. (2022). Science to practice: Does gamification enhance intrinsic motivation? *Active learning in higher education*. <https://doi.org/10.1177/14697874211066882>.
- Lin, J. W. (2016). Development and evaluation of the diagnostic power for a computer-based two-tier assessment. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 497 - 511. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9609-5>
- Liu, Z., & Jeong, A. C. (2022). Connecting learning and playing: The effects of in-game cognitive supports on the development and transfer of computational thinking skills. *ETR&D-Educational Technology Research and Development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10145-5>
- Parks, N. S. (2008). Video games as reconstructionist sites of learning in art education. *Studies in Art Education*, 49(3), 235 - 250. <https://doi.org/10.1080/00393541.2008.11518738>
- Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 745 - 771. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.02.019>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). MI: National center for research to improve postsecondary teaching and learning. ERIC Document Reproduction Service No, 338122.

- Tay, J., Goh, Y. M., Safiena, S., & Bound, H. (2022). Designing digital game-based learning for professional upskilling: A systematic literature review. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104518>, 104518.
- Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2020). Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education. *Computers & Education*, 144, Article 103698. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103698>
- Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157 - 165. <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2002.00223.x>
- Wiggins, B. E. (2016). An overview and study on the use of games, simulations, and gamification in higher education. *International Journal of Game-Based Learning*, 6 (1), 18 - 29. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016010102>