教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

核定編號/Project Number：MOE-114-TPRED-0020-006Y1

學門專案分類/Division：教育

計畫年度：■114 年度一年期　□113 年度多年期

執行期間/Funding Period：2025.08.01 – 2026.07.31

跨領域協作深化師資生數位教材設計的專業學習

數位教材製作

計畫主持人(Principal Investigator)：劉明洲 教授

協同主持人(Co-Principal Investigator)：巫俊采 副教授

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：（學校名／系所名）

國立東華大學教育與潛能開發學系

成果報告公開日期：V 立即公開 □延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2026 年 9 月 13 日

AI 使用聲明

一、規範指引

因應人工智慧技術快速發展，若成果報告撰寫有使用任何人工智慧或類似技術輔助，應遵循以下指引：

1. 透明與揭露：計畫主持人應在成果報告中清楚說明 AI 工具的使用目的、方式與範圍。
2. 負責與誠信：計畫主持人應對 AI 工具產生的內容負責，確保正確性、真實性與完整性，避免不當行為（如造假、變造、抄襲），並且對工具來源進行適當引用。
3. 使用 AI 工具撰寫成果報告如涉有違反學術倫理行為，將依「專科以上學校學術倫理案件處理原則」及「教育部補助大專校院教學實踐研究計畫作業要點」第 13 點處理。

備註：以上指稱之 AI，泛指生成式人工智慧工具，包括大型語言模型或多模態模型工具，例如但不限於 ChatGPT、Gemini、Google Notebook LM、Novel AI、Microsoft Copilot 等。

……

二、倫理聲明

■ 本成果報告撰寫若使用 AI 工具，均合乎學術誠信原則；所有報告內容經本人核對無誤，本人對報告內容負最終且完全之學術與法律責任。

跨領域協作深化師資生數位教材設計的專業學習

壹、緒論

一、研究背景與動機

（一）數位教材對教學現場的益助

教學媒體(Instructional Media)是指在教學上應用任何形式資料、資源和設備，以傳遞教學內容而達到教學的效果（張霄亭，1991）。Heinich 等人(2002)將教學媒體分為(1)非放映性媒體(Nonprojected Media):如紙本資料、板書以及實物教具等；(2)放映性視覺媒體(Projects Visuals):像是投影片(slides)、電子教科書；(3)聽覺媒體(Audio):如唱片、卡帶等；(4)動態媒體(Motion Media):如動畫、影片等；(5)電腦媒體；(6)多媒體系統:如擴增實境(Augmented Reality)、虛擬實境(Virtual Reality)等；(7)電訊傳播:如直播平台、虛擬教室等，上述幾項教學媒體各有其優勢與限制。舉例來說，電子教科書具有經濟性、接近性（accessibility)、功能性三個優點，使得教師可以輕易地引起學習動機，促使學習者的自主學習，並運用豐富的資訊連結與知識統整功能，提供學習者擴展知識理解的範疇，進而帶動高層次思考與創造力的培養(蔡東鐘，2015)。此外，黃偉哲(2024) 在摺紙教學中運用數位媒體設計動態圖像（Motion Graphics）技法，開發一動態模擬教學系統。學習者可透過此系統進行模擬摺紙之步驟及強化比例、角度知識別，相較於傳統摺紙教材之平面化呈現方式，此系統以動態圖像一步步模擬呈現，清楚且可分步驟觀看，強化學習者之空間概念及識別。

由以上文獻可以得知數位教材融入教學對學生有正向的影響，所以研究者在「數位教材製作」課程中，讓師資生（Pre-service teachers', PSTs）能結合課堂所學之教育理論或教學設計原則，並與嶺東科技大學數位媒體設計系修習「數位教具開發實務」課程共同創造出獨一無二的數位教材、教具，甚至發展教學案例。本課程的作品產出將能為中小學提供另類的教學資源，研究者預期這些資源不僅能提升教學效果，還能激發學生的學習動機及興趣。創作出的數位教材和教具能涵蓋多媒體元素，幫助中小學生更有效地理解學科內容，並適應數位化學習環境。更重要的是，這些教學案例也能成為後續教學資源的參考範例，為教師的設計教學活動設計提供創意靈感，促進更多數位化教材的應用。

（二）師資生數位教學素養的養成

目前教育部正大力推行「中小學數位學習精進方案」，惟「數位內容充實」及「學習載具與網路提升」兩個子計畫與本課程有高度的關聯性。前者旨在以多元的方式開發教材，發展學科及非典型課程的數位內容，以輔助教師實施數位教學及學生運用數位學習平臺、工具與資源；後者則偏重學習載具(如:平板電腦)、無線網路的升級。其實兩者是相輔相成的，共同構築中小學校園數位學習與教學的完整環境。有鑑於此，在師資職前教育階段若能培養師資生具備數位教材開發與應用之能力，不僅能符應當前的教育趨勢，更有助於師資生在進入教育現場後，快速地銜接與適應數位教學。

根據教育部（2022）所制定之師資職前教育課程基準，國民小學師資職前教育課程應修畢包含教學基本學科、教育基礎、教育方法、教材教法與教學實習課程等「教育專業課程」至少 38 學分以及「專門課程」10 學分。然而，敝校師資培育中心所開設的「教育專業課程」中，有關數位教學或教材製作之課程卻相對匱乏，導致師資生較難從學校正式課程中習得數位教材設計的原則與製作的技能，而是透過「科技輔助自主學習工作坊」、「科技融入教學研習」等非正式課程來增能。王俊傑(2024)也提出師資生應具備的數位教學素養，包含了解主流數位學習工具、學習數位工具融入教學之方式與理論依據以及設計結合數位輔助教學之教案等能力。因此，「數位教材製作」課程的重點在於培養師資生在數位教學理論與實務之間建立緊密聯繫，並透過實際操作提升數位教材設計與製作的能力。研究者認為，現今教職「僧多粥少」的情況下，師資生必定要具備長才方能使自己具備優勢。這門課程對師資生而言別具意義，一方面促進學生的專業成長，讓師資生能更好地將媒體科技與學科知識做整

合。另一方面，並非所有師資生未來都有意願進入教育現場，若在大學期間培養學生數位教材製作或學習數位教具開發之能力，或許能使學生跨足產業界，為其提供多元職涯發展的機會。

（三）跨領域協作學習的重要性

教育部（2012）師資培育白皮書，說明了新時代良師應具有關懷(care)、洞察（insight)、熱情(passion)、批判思考力(critical thinking)、國際觀（perspective)、問題解決力（problem solving)、合作能力(cooperation)、實踐智慧(practical wisdom)、創新能力（innovation）等九項核心能力。其中，「洞察」、「問題解決力」、「合作能力」與「創新能力」在跨領域的數位教材製作課程中尤為重要。舉例來說，教師在製作數位教材前，必須針對不同學科的特點與學習需求進行分析，以設計出適合的教材。而數位教材製作的過程中可能會遭遇軟硬體技術問題、科技與學科間整合等問題，所以更需要不同學科領域的專家密切合作，共同創造既符合學習需求又具有吸引力的教材內容。製作教學媒體時應結合課程內容、教學設計、媒體三方面的專業人員，成為一個製作小組。其中課程內容專家通常為該科教師或學有專精人士，熟悉教材內容與學習者的特質；教學設計專家熟悉訊息設計原則與學習策略，將敘述性的抽象性文字轉換為具體生動的媒體表現；媒體專家則精通於媒體製作的技術層面（李宗薇，1994)。研究者深信，跨領域的合作可使師資生從不同學科中汲取靈感，創新地結合技術與學科內容，從而增強學生的學習興趣，並使教材展現出與眾不同的教育價值。

此外，教育部（2014）發布十二年國民基本教育課程綱要，總綱核心素養的內涵包含自主行動、溝通互動以及社會參與三大面向和九個細項(簡稱三面九項)，再次彰顯「規劃執行與創新」，以及「團隊合作」的重要性。又以表 3 所呈現之核心素養項目與本課程有高度相關。

表 3 與本課程有高度相關之總綱核心素養項目

核心素養面項	核心素養項目	項目說明
自主行動	A3 規劃執行與創新	應變具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的彈性適應力。
溝通互動	B1 符號運用與溝通表達	具備理解及使用語言、文字、數理、肢體及藝術等各種符號進行表達、溝通及互動的能力，並能了解與同理他人，應用在日常生活及工作上。
社會參與	C2 人際關係與團隊合作	具備友善的人際情懷及與他人建立良好的互動關係，並發展與人溝通協調、包容異己、社會參與及服務等團隊合作的素養。

註:本表參考 108 課綱資訊網（自行繪製)。

基於上述文獻所探討之內容可獲知，不同領域的學生要如何共同編製一個數位教材、一份數位教學教案，就有賴雙方明確的分工和合作。而「跨領域」主要是由兩個不同的概念所構成，一個是「跨」，強調如何將具備不同專業知識領域的人整合一起，產生更佳的學習效果；另一個是「領域」，代表專業知識，不同領域擁有其獨特的知識基礎（黃琇屏，2023)。其意義是讓不同學科領域的專家共同合作解決問題，並試圖超越各自學科範圍，創造新概念、知識或理論，實現共同目標（Boon & Van Baalen, 2019)。然研究者在本課程之所以採用「協作學習」(collaborative learning）而非「合作學習」(cooperative learning）一詞，是因為「數位教材製作」課程欲讓跨領域的學生主動創作數位教材與教案，教師在課程中僅負責搭建「鷹架」(scaffolding)，並提供建議，強調學習者共同建構知識，互相分享、交流觀點，使學習過程更具開放性，成員之間會有頻繁的討論、反思；而「合作學習」偏向教師預先規劃、分工來完成特定任務，每個成員負責不同部分，最後整合成一個完整的成果（兩者之比

較見表 4)，並非本課程的精神所在。

表 4 協作學習與合作學習之比較

	協作學習	合作學習
學習角色	以學生為中心	以教師為中心
學習動機	內在動機	外在動機
知識學習	知識建構	知識傳授
學習型態	較寬鬆，信任學生自行建構	較規範，由教師控制與安排

註:本表參考翁仲賢、郭重吉(2023)。(自行繪製)

所以跨領域的協作學習的意義旨在培養師資生運用自身學科專長與他校學生之專業結合，並透過多元視角解決複雜的問題。協作的過程中，或許能提升師資生的領導與管理能力，並增強溝通與人際互動技巧。此外，協作學習也能帶來責任感與成就感，讓師資生對於團隊目標和個人角色更加認同，藉由跨領域的合作拓展職涯發展的可能性。

二、研究目的

本課程旨在透過跨領域協作學習提升師資生數位教學素養。欲達成的具體目標有如下所列:

1. 產出典範數位教材或教具、教學案例供教育現場使用。
2. 探討師資生在數位教材製作過程中的挑戰、解決策略與專業成長情形。
3. 分析師資生參與動機、集體效能、課程滿意度以及自我效能之變化與關聯。

貳、 文獻探討

一、多媒體學習理論與學習原則

美國心理學家 R. E. Mayer (2001)提出的「多媒體學習認知理論」與「多媒體學習原則」(principles of multimedia learning) 是現代教育學者與教育實務工作者進行多媒體教材內容設計與分析時重要的參考指標。其所討論的內涵著重於兩大面向：(1) 人類如何從圖文之中學習；(2) 設計怎樣的多媒體才能促進人類學習。因此，如何「設計」多媒體教材，並將之發展成為「適合人類學習模式」的學習素材，是教學者在運用多媒體教材進行課程教學時的應思考的議題。Mayer 的理論中提到三個關鍵的認知假設，說明學習者在多媒體情境中的學習過程：1.雙通道假設（Dual-channel assumption），認為學習者對視覺感官訊息（如文字、圖像、動畫）和聽覺感官訊息（如旁白、音效）會經由不同的接收通道處理；2. 有限容量假設（Limited-capacity assumption），指出學習者在同一時間內，通過單一感官通道接收訊息時，存在容量限制；3.主動處理假設（Active-processing assumption），強調學習者會主動選擇教材中呈現的聽覺訊息（如音效和旁白）與視覺訊息（如文字、字幕、靜態圖像和動畫），透過專注與選擇的歷程，使用耳朵和眼睛的感官通道接收這些訊息。學習者隨後將接收到的訊息組織成系統化的心理表徵，並主動與長期記憶（包括先備知識和經驗）相整合，形成訊息與記憶相互連結的互動關係。依據上述的三個認知假設，Mayer 進一步提出十項多媒體學習原則。除個人化原則（Personalization Principle）及聲音原則（Voice Principle）外，研究者彙整文獻（Abrams & Christ, 2004; Mayer, 2001；林吟霞等，2015），將與本研究數位教材製作較相關的八項原則，以下表 5 詳細說明。

表 5 與本研究較相關的八項多媒體學習原則

1.一致性（Coherence）	移除與主題無關的訊息，避免干擾學習者的注意力和記憶容量。
2.信號提示（Signaling）	強調教材結構和重點內容的提示，有助於吸引注意力和理解。
3.冗餘（Redundancy）	僅使用旁白與動畫能減少視覺通道負荷，提高學習成效。

4.形式（Modality）	使用旁白代替字幕，避免視覺通道過載，有助於提升學習效果。
5.空間鄰近（Spatial Contiguity）	將相關文字與圖像放置在靠近的位置，能減少認知負荷並提高學習效率。
6.時間鄰近（Temporal Contiguity）	同時呈現文字與圖像，可幫助學習者建立更有效的心智連結。
7.分散注意力（Split-attention）	相鄰呈現圖像與文字，避免注意力分散，提升資訊處理效果。
8.分割（Segmentation）	將教材內容分段呈現，讓學習者有更多時間理解並整合資訊。

由此可見，欲設計有效的多媒體教材，語文與視覺模型之間的連結和整合品質是至關重要。倘若能掌握上述教材製作原則，或許能減少學習者之認知負荷，同時促進其主動參與內容的理解與建構，從而實現深層的學習效果。

二、科技教學內容知識的建構與整合

數位科技的快速發展與進步改變了教與學的型態，也凸顯了科技知識（Technology Knowledge, TK）的重要性。現今教師若只具備內容知識（Content Knowledge, CK）與教學知識（Pedagogical Knowledge, PK）恐怕不足以因應教育趨勢(李宏盈，2020)。過往有以專家模式（Expert Model）做為師資培育課程的教學設計，即資訊科技專業業師擔任講師，以獨立於學科背景知識之外的方式進行，純粹以增進職前教師資訊科技應用能力為教學目標。但職前教師只能瞭解資訊科技的種類、操作等基礎知識，卻不曉得如何實際融入於教學情境中，甚至可能造成教師認為其資訊科技能力與教學知識是彼此獨立的(Parkinson, 1998)。在教學設計與實施上，本應將科技、教學與學科內容做結合，得以展現 TK、CK 與 PK 在教學實務中的價值。而為協助教師於教學中能夠有效整合三者，以解決多元複雜的教學活動，Mishra 與 Koehler（2006）即依據教學內容知識（PCK）修改後提出的「科技教學內容知識」(Technology Pedagogy and Content Knowledge, TPACK)，其交互建構的知識觀如圖 1 所示。

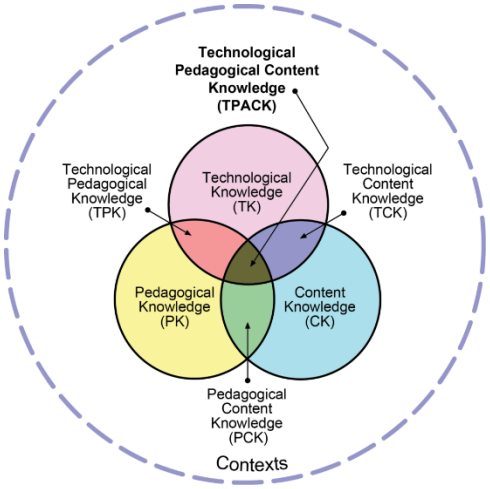


圖 1 TPACK 知識觀

（圖片來源: https://tpack.org/）

TPACK 是由三種知識交織組成，使教學者除了瞭解學科內容、教學方法與科技工具外，還須清楚了解什麼樣的資訊科技能搭配其教學，思考如何運用合適的科技工具呈現學科內容，設計符合學習者需求的教學方案（陳國泰，2018）。Harris 等人（2017）認為 TPACK 的研究將需要更聚焦在教師學習與實作的部分，包含如何將知識以實務操作方式加以呈現，及引發特定科技融入教學的認知理解過程。

總而言之，TPACK 強調科技、教學法與內容知識的相互交融。在跨領域協作中，團隊

成員來自不同專業背景，能共同探索如何將科技融入教學內容，透過創新的教材設計增強學生的學習效果，並開發出兼具學術價值與實用性的教材。在 TPACK 這樣的框架中，師資生更能學習如何有效選擇與整合科技工具，以支持不同學科的教學需求。因此，研究者所教授之「數位教材製作」課程欲先透過「教育部推動數位學習績優徵選計畫」之教學案例分析及設計思考等方式，幫助其將理論知識轉化為可行的數位教材設計方案。接著，師資生將與具備多媒體製作專業背景的「他校學生」合作，共同開發創新數位教材。最後一階段，再讓各小組實際運用數位教材或教具進行試教演練，並從教學實務中發現問題，藉以改進。

三、協作學習概念應用於課程設計

團體成就之達成不僅依賴成員間知識與技能之分享，也需要交互作用、協同合作的動力（Bandura, 2000）。研究者在緒論中已提及合作與協作的意義稍有不同，Shah（2009）也將「協作」與其他四個以 C 開頭的相關詞彙進行區分，並以膠囊作為比喻來說明協作的結構與內涵。在這個膠囊模型中，核心是溝通（communication），其負責訊息的傳遞與交流，是協作的基礎。緊接核心的是貢獻（contribution），這層代表團隊成員在非正式關係下彼此協助，以達成個人目標。再外一層為協同（coordination），指團隊成員之間建立連結並協調行動以實現和諧合作。更外層則是合作（cooperation），描述團隊成員在共同的興趣驅動下，分工參與計畫、分享資源並攜手達成共同目標。而最外層的協作（collaboration），則是團隊成員從不同視角提出見解與貢獻，透過集體智慧共同創造解決方案，其效益超越了個體努力的總和。綜上所述，協作是一個多層次的過程，需要有效的訊息交換、相互貢獻、成員間的協調、興趣與資源的共享，並接納不同觀點，最終達成共同創造解決方案的目標。

吳美美與 Foster(2009)利用研究方法課程，讓學生分組協作，進行文獻蒐集、檢索、評閱、組織、整合，最後做成海報並發表。研究發現，學生在協作搜尋資料時常面臨的困難與障礙包括 1. 缺乏共同目標：團隊成員對任務方向沒有共識；2. 知識不對等：成員間的專業背景或知識水準差異過大；3. 主題理解差異：對研究主題的認知和解釋分歧。在概念聚焦階段，則因太重視完成作業的速度，忽略對內容意義的理解與討論，還有分工過於細緻，影響整體協作效率。因此，研究者認為在團隊協作的過程中，或許可以使用專案管理工具（如 Trello 平臺），促進跨領域成員間的溝通與資訊共享。

此外，王旭明(2023)的研究以新創之「團隊協作四部曲」(見表 6)融入大學設計思考課程。研究顯示，團隊協作四部曲確實有助於提升團隊合作能力，在「同儕盡力」、「信任同儕」、「資訊提供」、「溝通順利」、「當責己任」等題項均有前、後測之顯著差異，對團隊效能也同樣呈現肯定態度。尤其是在合作歷程的團隊協作介入，所產生的「同儕盡力」與「當責己任」的認同度都是相當良好的。前者是學生在參加小組合作的學習活動時，覺得同組同學也會一樣盡力；後者則是學生知道自己在小組中應負責的工作內容。研究結果也呼應了過去研究所提及的協作能夠幫助解除合作中的「搭便車者」問題，進而創造更多正向的美好合作經驗。分階段引導小組完成專案以作為課程的核心協作框架，也給研究者極大的啟發。像是在期初若是先安排兩校學生線上「相見歡」建立默契、設定目標及任務分工。再來透過設計思考或腦力激盪等活動，促進小組內的資訊交換與共識建立。最後，製作數位教材與教具，並安排定期進度檢討會議，並透過展示成果、同儕回饋與自我反思改進作品。

四、自我效能與集體效能之意涵

以本課程為例，同學們必須跨校組隊進行數位教材製作。學生是否能順利完成教師指派之任務則有賴個體與團體的密切配合，而個人完成任務的動機或行為都會受到自我效能的影響。所謂的自我效能(self-efficacy)是指個人完成某一特定工作的能力之自信心程度，其會影響人所做的選擇、投下多少心力在一特定任務上，以及面對困難或挫折時能堅持多久(Bandura, 1991)。研究者從過往的文獻中發現自我效能會影響到個體的信心、知識的分享、行為意圖及認知的能力(Cabrera, 2002；Gist & Mitchell, 1992)。Bandura(2000)將自我效能理

論延伸推廣至團體層面，並相對應地將存在於團體層次的效能信念稱為集體效能。集體效能係指團體成員對其所屬團體能力之判斷，亦即其所屬團體得否成功地完成特定目標之團體共享信念（group's shared belief）。集體效能為影響團體行為與表現之關鍵因素，集體效能感較高的團體往往能表現出正向的合作行為，亦能獲得較佳的團體表現（巫博瀚等，2008）。

Baker（2001）的研究發現，集體效能與自我效能具有顯著的關連存在。此外，相信自己有能力是一個很重要的特質，因為一旦個體有較高的自我效能，將能激發各種正向的行為與結果（Bandura, 1997）。不過，研究者認為，個體參與動機可能會影響集體效能，而集體效能又可能影響師資生日後實施數位科技融入教學之自我效能、課程滿意度，故欲透過問卷前後測了解師資生在這四個向度間的變化與關聯。

表 6 團隊協作四部曲教學法

說明	團隊協作四部曲教學法			
四部	「團隊建立」	「團隊默契」	「團隊契約」	「團隊領導」
目的	強化異質認識	強化內隱協調性	強化認同共識	強化角色任務
教學設計	以異質條件進行分組，包含學系，年級，性別，或修課經驗等條件，分成 6 人一組。	透過小組成員互動與認識，以及競賽活動，創造小組團隊合作經驗，並建立彼此默契。	以表單引導建立團隊契約，包含團隊內各式成員，身份角色及其權利與義務。	透過特定標的推舉團隊領袖，並領導階段性任務，與賦予領導權。
教學知情意目標	勇於認識他者，走出自我舒適圈。	培育默契，願意成為團隊，面對挫折，共同承擔。	確立自己在團隊中的角色與任務條件。	確認任務目標與榮耀個人角色。

資料來源：王旭明(2023)。

參、研究設計與實施

一、教學設計與規劃

本研究之參與對象即 114 學年第一學期修習「數位教材製作」課程的同學，教學設計是一個分析教學問題、設計解決方法、對解決方法進行試驗、評量試驗結果、修改評量的過程（張祖忻等，1995）。又以 Branch (2009)提出的 ADDIE 模式較廣泛應用於數位學習課程的發展。所謂的 ADDIE 模型包含分析（Analysis）、設計（Design）、發展（Development）、實施（Implementation）以及評鑑（Evaluation）等五個階段。研究彙整現有的文獻（陳怡伶，2024、劉璟頤，2016、黃國禎等，2012），並分點詳述五階段主要的工作任務。

1.分析（Analysis）

確定學習者需要學習的內容，設定學習目標，並全面了解教學系統；包括分析學習者特性、課程內容、教學工具及上課環境等。

2.設計（Design）

規劃學習方式，選擇適合的媒體和工具；涵蓋課程大綱的擬定、課程架構的規劃，以及教學活動、學習評量等初步構想。

3.發展（Develop）

將設計的藍圖轉化為實際的教學材料，並整合教學系統；包含撰寫教學活動設計、介面設計與回饋機制的規劃等。

4.實施（Implement）

實施教學並準備教材展示的環境，有組裝教材、上線測試、平台整合、教學者訓

練、助教訓練、學習者訓練、學習服務支援等。

5.評鑑（Evaluate）

評估學習成果與教材品質，並檢測教學系統的效能；內容涵蓋對課程內容與教學效果的全面評估。

ADDIE 課程設計模式提供了結構化的教學流程，使設計者能夠按步驟進行課程規劃，確保課程的完整性與一致性。同時，此模式也具備高度靈活性，讓設計者根據具體需求與情境進行調整，更好地適應不同的學習場景。此外，每個階段均設有明確的目標與任務，幫助設計者專注於解決特定問題與挑戰，從而提升設計的效率與成效（Gustafson & Branch, 2002）。

因此，在為期十八週的「數位教材製作」課程(課程規劃見表 7)，研究者欲採用 ADDIE 模式讓國立東華大學教育與潛能開發學系(以下簡稱教育系)的師資生將與嶺東科技大學數位媒體設計系的學生協同合作開發數位教具、教材，並將其運用至具體的教學情境中。學期初，考量學生對數位教材與教法之概念可能不太熟悉，因此研究者將先介紹數位教學相關理論以及數位教材製作的幾項原則，同時說明教材與教具的運用時機。在兩校學生皆擁有數位教材、教具製作之基礎後，方能跨校組隊，共同發想數位教材、教具製作主題、針對學習者擬定學習目標等。到了學期中，有三週的時間讓兩校學生各自完成任務，授課教師與學生將適時地上線遠距報告當前進度，以及討論所遇到的困難與解決策略，且要進一步修正，使小組成果至臻完善(ADDIE 模式應用於本課程設計如圖 2)。

表 7　114 學年第一學期數位教材製作課程規劃

階段	週次	課程內容	備註
破冰	1	課程簡介與說明、數位教材觀摩	
	2	數位教學理論與教材設計原則概述	第一次分組
	3	認識 Unity 與 PlayingCards 平台	
	4	9/29 教師節補假	
	5	10/6 中秋節放假	
	6	初步認識教育遊戲構想書	
構想	7	數位教材構想	
計畫	8	設計思考在教學設計的應用	上傳小組討論紀錄
	9	各組進行數位教材製作	繳交數位教材企劃書
	10	Edpuzzle 練習	確定專題方向
問題	11	數位教材專題實作: 需求分析、可行性評估	
解決	12	數位教材專題實作: 創意發展	
	13	雛形系統建置	
	14	使用者測試與評估	
成果	15	系統優化與專家回饋	
產出	16	成果展示、分享	
	17	課程回顧	繳交成果報告
	18	自主學習	

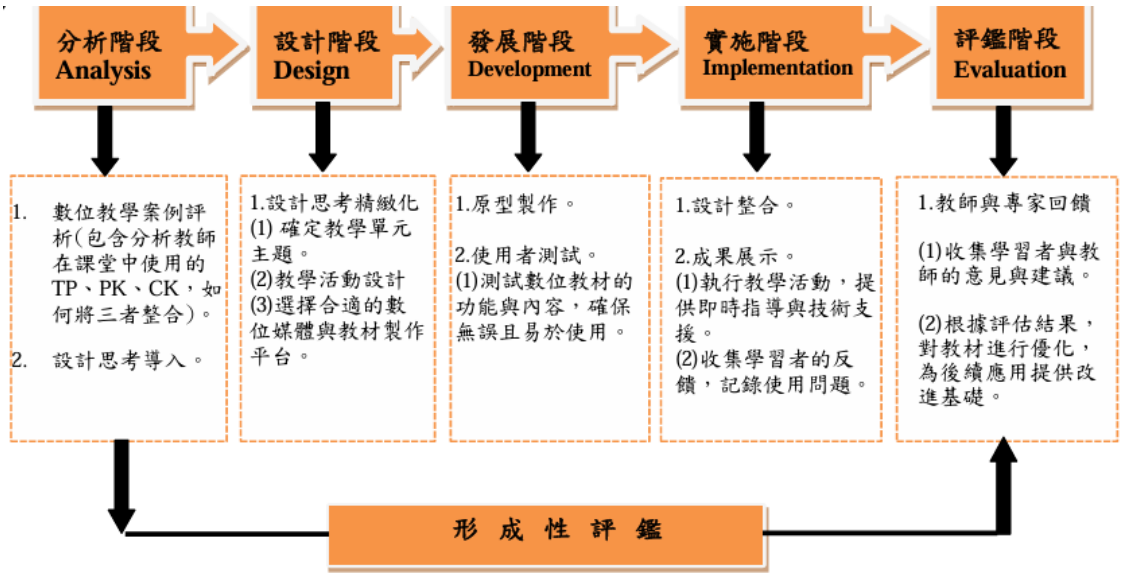


圖 2　ADDIE 模式應用於本課程設計
圖片來源:參考呂瑞蓮(2018)，自行繪製。

二、研究方法與工具

本研究採用「質量混合」的研究方法，除了透過調查研究法，也將參酌學生的課程參與情形、小組對話紀錄做為資料蒐集的管道。研究工具如下所列:

（一）調查問卷

本研究為探究師資生在一學期的跨領域協作數位教材製作課程，個人對課程的參與動機、自我效能之變化情形，前測問卷將分為課程與團隊的「參與動機」、以及「自我效能」等兩向度；後測問卷將新增「課程滿意度」及「集體效能」等兩向度。滿意度著重個人在課程設計、內容、師資與學習環境等方面之感受。問卷皆採李克特五點量表（Likert Scale）計分方式，分數從 1 到 5 分別為非常不同意、不同意、普通、同意、非常同意。第一部分「參與動機」量表共 11 題，其中，第 1~6 題為內在動機；7~11 題為外在動機。然本量表為研究者自編，因此信效度有待檢驗。又本研究採敘述性統計分析，基本上預試樣本數佔母群體的 20%即可（Gay, 1992）。第二部分為團隊合作的「集體效能」，共 6 題，係採 Jargalsaikhan (2018)編制之「大學生團隊知識分享學術問卷」之「集體效能」量表，Cronbach's α 值為.855。第三部分調查學生對課程的「課程滿意度」，改編自林俊瑩、劉佩雲、高台茜（2015）大學教學評鑑量表中的「學習成效」向度中分為知識、能力及態度等三個面向，在內部一致性信度 Cronbach's α 介於.88~.89。最後是科技融入教學之「自我效能」量表，研究者從羅慶璋（2015）「教師科技融入科學教學的自我效能信念」量表中選取合適的題項共 11 題，原量表的 Cronbach's α 值為 0.969。以上四個構面的 Cronbach's α 皆高於.8，DeVellis(1991)認為，問卷的 Cronbach's α 值若介於.60-.65 之間，信度是可疑的；.65-.70 是信度可接受的最小值；.70-.80 表示信度尚可被接受；.80-.90 表示信度相當好；α 值若大於或等於.9 則代表內部一致性信度非常高。

（二） 小組對話記錄

為深入瞭解學生於跨領域協作數位教材製作歷程中的學習經驗、合作互動及專業成長情形，本研究蒐集各組 Line 群組對話紀錄及同儕互評資料作為質性分析素材。

Line 群組對話紀錄主要用於分析學生於跨校合作過程中的溝通互動情形，包括工作分配、意見討論、問題協商、衝突解決及決策歷程等，以瞭解團隊合作模式及集體效能的展現情形。同儕互評則透過組員彼此評估團隊合作態度、任務投入程度、溝通協調能力及貢獻情形，作為了解學生合作歷程與團隊互動品質的重要依據。質性資料分析採內容分析法（content analysis），研究者反覆閱讀各項資料，依研究目的進行資料整理、編碼與歸類，歸納學生於跨領域協作歷程中的學習表現、合作挑戰、問題解決策略及專業成長等主題，並與量化研究結果進行交互檢證，以提升研究結果之完整性與可信度。

肆、研究結果與討論

一、師資生在學習動機、自我效能向度之改變情形

將學生填答的結果進行成對樣本 t 檢定（見表 8），可以獲知學生在課程介入前後之「內在動機」、「外在動機」以及「自我效能」之平均數皆有所提升，且「內在動機」一面向達顯著差異。

表 8 問卷前後測差異分析

面向	類型	平均數（M）	標準差（SD）	t 值
內在動機	前測	11.83	1.76	-2.89**
	後測	12.40	1.69	
外在動機	前測	12.13	2.44	-1.98
	後測	12.76	1.84	
自我效能	前測	16.46	1.54	-0.57
	後測	16.73	2.42	

*p<.05、**p<.01、***p<.001；n=30

研究者將學生「自我效能」量表前後測得分加總，並分為高分組（總分排名前 73%）與低分組（總分排名後 27%），總分 36 分（含）以上稱為高分組；總分 31 分（含）以下則屬於低分組。「自我效能」低分組學生共有 10 位（圖 3 編號 5、6、8、17、20、21、24、25、26、30），進一步分析這 10 位學生「集體效能」得分，發現有 7 位學生也是屬於低分組，意即得 16 分（含）以下。

「自我效能」高分組學生共有 9 位（圖 3 編號 1、2、7、10、11、12、18、19、29），進一步分析這 9 位學生「集體效能」得分，其中，有 6 位學生也是屬於高分組，意即得 19 分（含）以上。編號 1、2、19、23 同為第十組，除了 S23，其他三位同學的「自我效能」及「集體效能」得分都是屬於高分組。

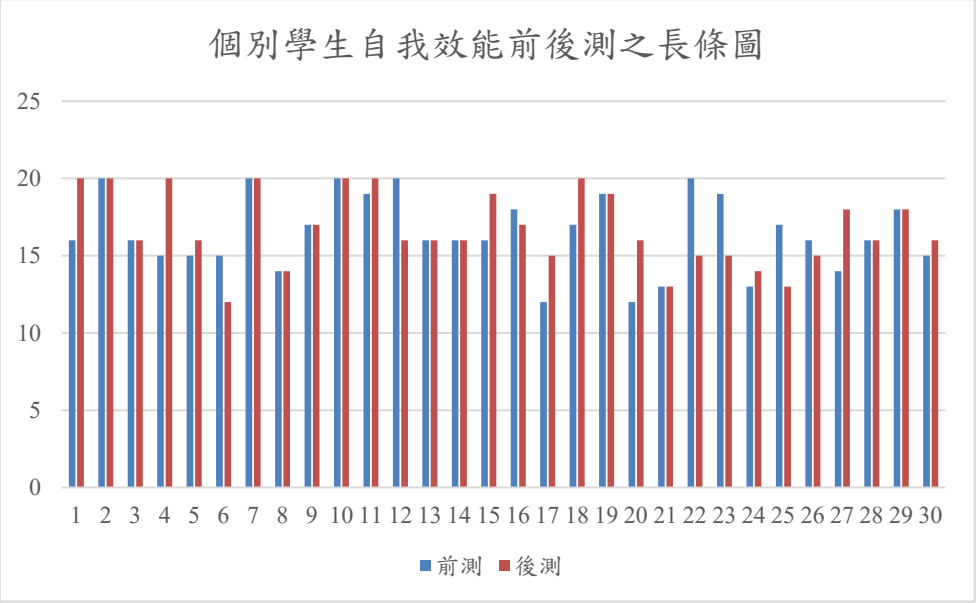


圖 3 個別學生之自我效能前後測長條圖

第十組的學生們與科大端協作開發「水果派對」遊戲，遊戲目的在於讓學生選出水果的正確英文拼音，以及透過圖卡結合 AR 認識水果的英文單字。群組的運作模式是科大端一位組長代表與東華大學的同學們溝通，組長會再將雙方討論的結果與建議帶回到科大端之群組，以利後續的修正。第六組（小組成員：S25、S26 以及 7 名某科大學生），S25、S26 在「自我效能」及「集體效能」得分都是屬於低分組。

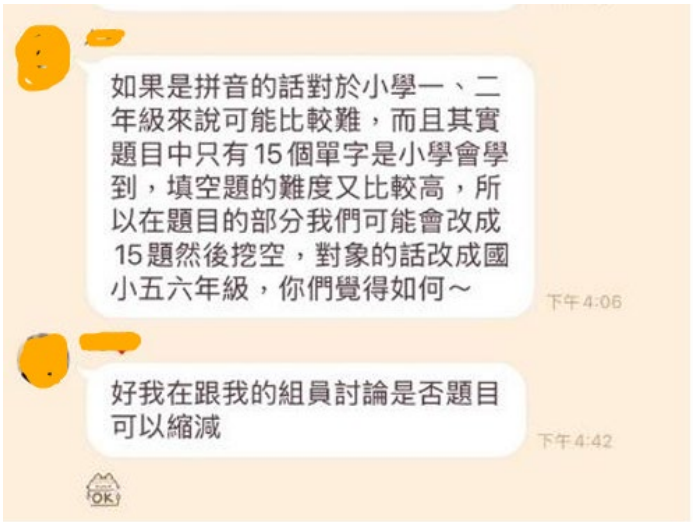


圖 4 與科大端學生之對話截圖

動機量表分為「內在動機」與「外在動機」兩面向，各有 3 題，滿分皆為 15 分。師資生參與本課程的內在動機平均數從前測的 11.83 分提升至 12.40 分，且有顯著差異；外在動機平均數從前測的 12.13 分提升至 12.76 分。此外，從個別學生長條圖可觀察到，多數學生於後測的內在動機分數高於或等於前測分數，顯示課程介入具有普遍性的正向影響。然而，仍有少數學生未出現提升或呈現下降趨勢，反映課程效果可能受到個體差異因素影響。

「內在動機」高分組學生共有 11 位（圖 5 編號 1、2、4、7、9、11、17、18、23、25、27），屬於高分組，意即前後測得分加總為 26 分（含）以上者。進一步分析這 11 位學生在「外在動機」面向之得分，其中，有 7 位學生也是屬於「外在動機」高分組（圖編號 2、7、9、11、18、23、25），較特別的是，學生編號 22，「內在動機」得分並不屬於高分

組，但「外在動機」卻是。S22 提到：「這個課程可以體驗到要怎麼去跟不同領域的人溝通跟討論，既不容易成為一個提出無理要求的甲方，又不會變成做什麼都感覺很無力的乙方。」S22 也建議，東華端與科大端若是可以在相同的時段開課，會使雙方的溝通更加順暢：「是不是兩邊課程的時間設計可以在同一個時間點上課，這樣我們應該會比較容易找到人，同時也有機會可以兩邊用電話或是視訊交流。」

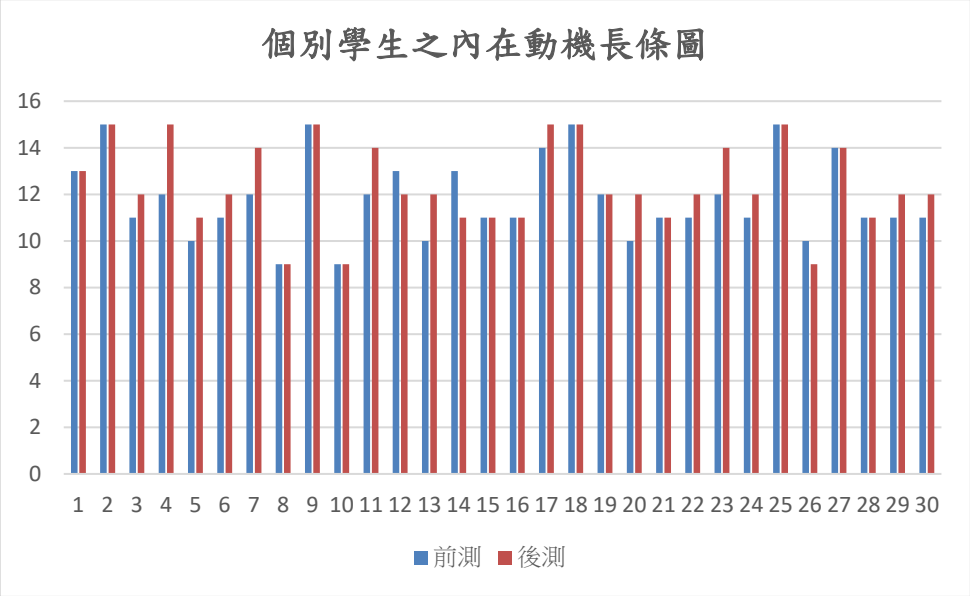


圖 5 個別學生之內在動機長條圖

二、師資生在數位教材製作過程中的挑戰、解決策略

雖然整體師資生對於跨領域協作數位教材的「自我效能」、「內在動機」以及「外在動機」皆有所提升，且「內在動機」有顯著差異，但進步的情形卻因組別而有不同差異。其中，第五組在「集體效能」以及「課程滿意度」皆為十組中得分最高的組別（圖 6）。該組成員為東華端的 3 位學生和科大端 1 位學生，開發出結合 AR 技術且學習目標明確「自然環境大富翁」（圖 7），獲得各組的高度肯定，該組「自我效能」的平均得分也增長最多(圖 8)。

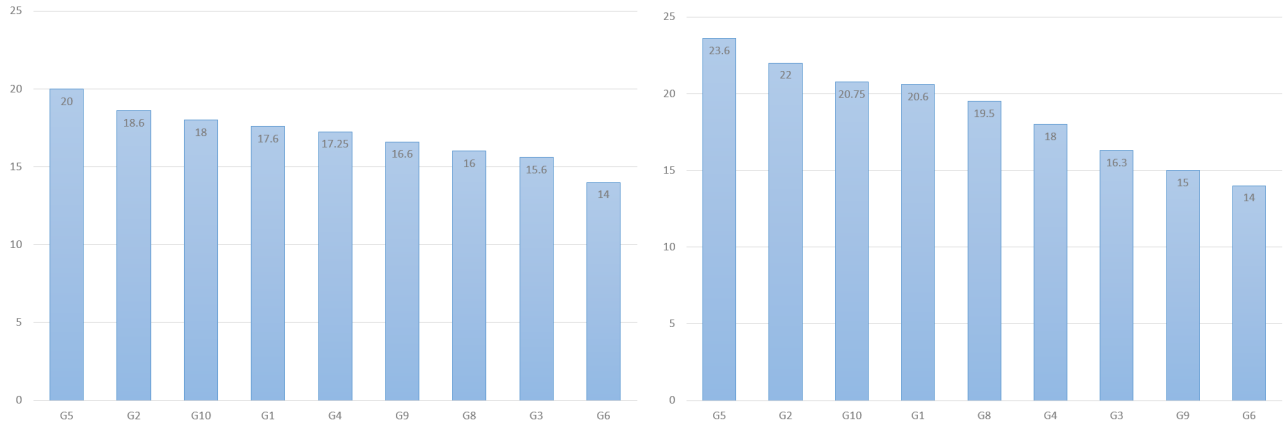


圖 6 集體效能（左）與滿意度（右）長條圖

仔細分析該組的互動歷程發現，起初，東華端學生先在群組分享市面上的數類大富翁手機遊戲，並將需求告訴科大端學生，科大端學生也立即向東華端學生確認數位教材主題並表達較擅長設計的遊戲種類。在雙方互動的過程中，東華端的某位組員會主動提出線上討論的時間，且每一位組員皆有回覆訊息。科大端學生大致完成遊戲開發後，會請組員試玩並給予回饋，再進一步修正。



圖 7 第五組製作之「自然環境大富翁」數位教材

然而，第六組在「集體效能」以及「課程滿意度」是十組中得分最低的組別，「自我效能」的平均得分也減少最多。該組以「PlayingCards.io」平臺設計一款名為「藍色捍衛 保育特攻隊」的線上版大富翁遊戲，目標有二，一為認識海洋系統的複雜性與脆弱性；二為識別海洋污染來源及其對生物的長遠影響。該組雖有分工，像是科大端完成實體教材製作、程式撰寫等工作；東華端則負責卡牌內容及玩法發想、主持會議與統籌等任務，但是科大端的學生在 LINE 群組的回應似乎較消極，科大端 7 位學生實際上只有 1 位學生積極地與東華端 3 位學生討論。

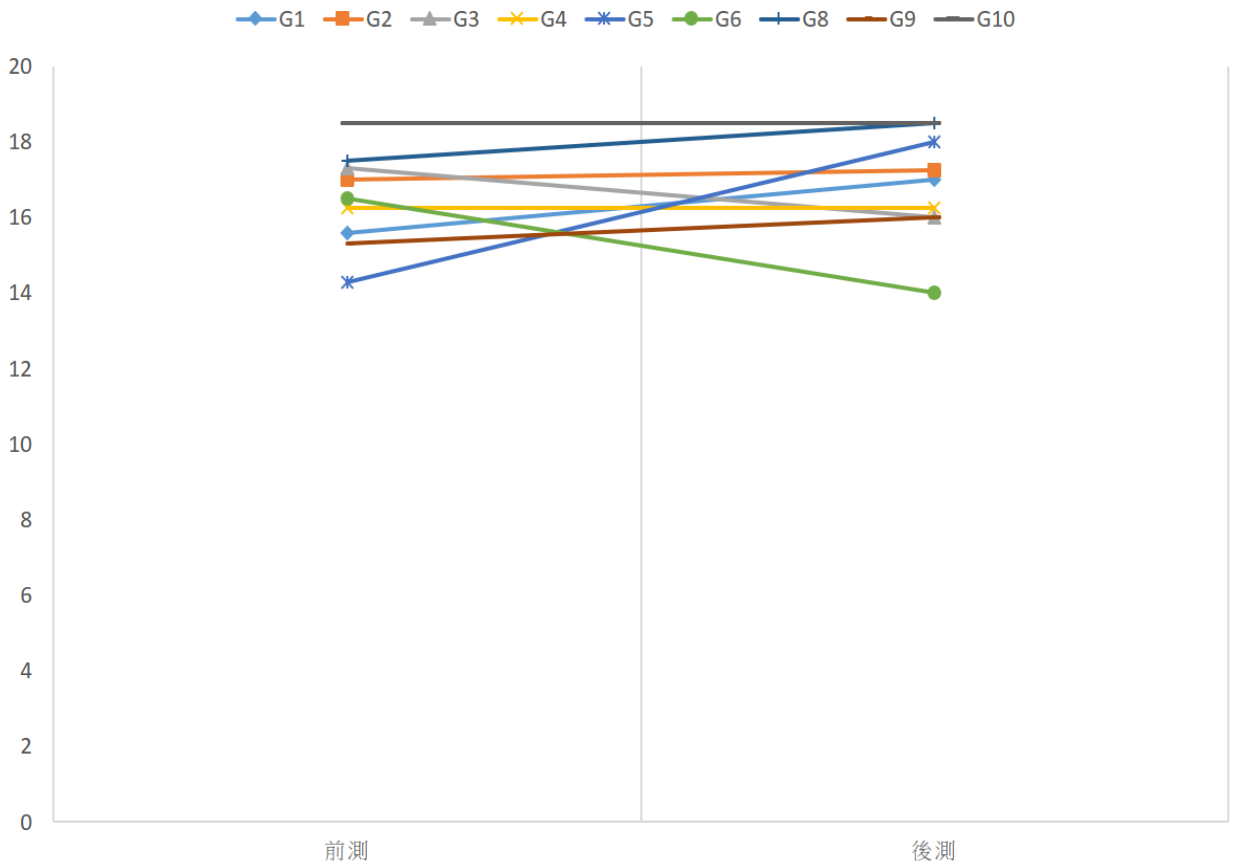


圖 8 自我效能前後測折線圖

開發數位教材後期，東華端的學生另外建立一個新群組（沒有科大端的學生），運作的方式就是東華端的學生們先自行討論，彙整資訊後再傳到原本的群組（對話截圖見圖 9）。研究者從該組與科大端學生的互動中獲知，其他組員雖有任務，例如撰寫程式、卡牌設計等

工作，但在未充分瞭解雙方的需求下，會導致「多人參與、各行其是」的結果。



圖 9 小組對話截圖

三、學生回饋與課程滿意度調查

期末時，教師調查學生對於本課程之滿意度（圖 10），30 位學生平均分數為 18.93 分，中位數及眾數皆為 20 分（滿分 25 分）。根據學生的回饋內容分析，課程整體呈現高度創新性與實作導向特色，學生普遍肯定其跨域合作、AI 工具學習及數位教材實作經驗，但也集中反映出跨校協作機制、課程設計協調與分工公平性等結構性問題。以下從課程優點、缺及深層教育意涵進行整理與探討。

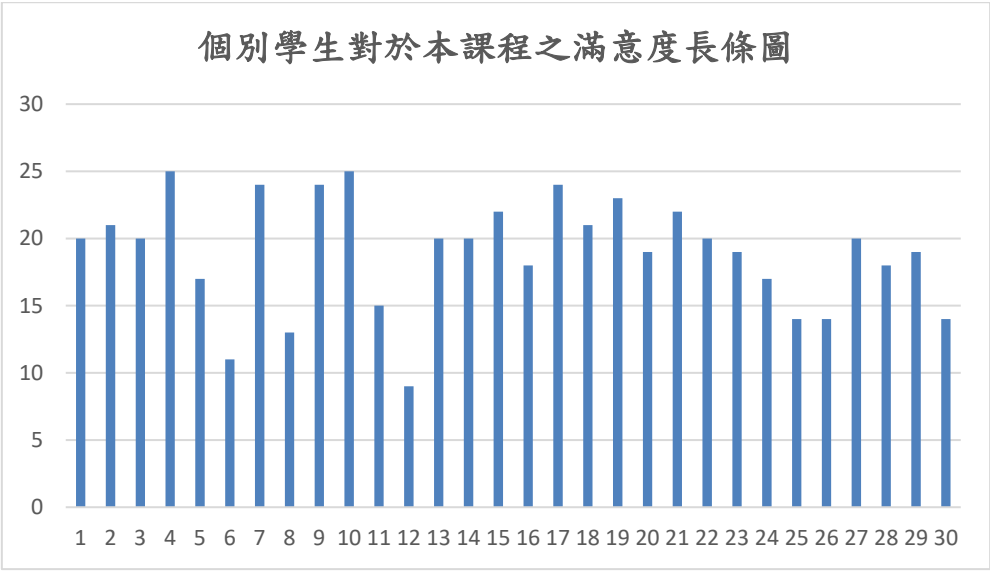


圖 10 本課程之滿意度

（一）強化數位教材設計與 AI 工具應用能力

學生普遍認為課程有效提升數位工具操作與數位教材設計能力。像是學生 S6：「謝謝老師叫我們非常多的 AI，受益良多。每次下課後都很期待下週老師又要教我們用哪個 AI。」也呼應學生 S6「內在動機」之得分，從前測 11 分，隨著課程每週推進，逐漸激發其熱切地

學習意願，所以後測微幅成長 1 分。

值得注意的是，學生的回饋並非停留在「學會操作」，而是強調這些工具對未來實務的可再運用性，有學生指出這些 AI 工具已被延伸使用於其他作業。如學生 S17 所述：「很滿意老師分配給我們的組員，還有課堂介紹了許多實用的 AI，我做其他課的作業時也經常用到，尤其是老師跟我們說 Gemini 免費會員，真的超好用！」這意味著課程達成了較高層次的學習遷移（transfer of learning），使學生將所學內化為持續可用的專業能力，而非一次性的課堂技能。

從師資培育角度來看，這是極具價值的成果。未來教師若能熟悉生成式 AI 與數位教材設計，更能因應當前教育現場的數位轉型需求。

（二）學生獲得跨領域與跨校協作的獨特經驗

本課程創造一個接近真實職場的協作情境。在教育現場中，教師經常需要與資訊人員、行政人員、家長甚至外部單位共同合作，因此學生能在課堂中提前面對專業語言差異、工作思維差異、任務理解落差、協作節奏不同等挑戰，這是一種高度真實的「情境化學習（situated learning）」。許多學生提到自己學會了如何表達想法、與不同專業背景者協商、在分歧中尋求共識以及調整溝通方式。學生 S4 分享：「在這門課中，我們這組雖然『只有一位組員』（意即科大端只有一位組員較積極參與）卻都有辦法幫我們完成，甚至會提出自己的想法，並做出更多細節的成果。」這樣的情況或許是促使 S4 提升「自我效能」的契機，其從前測的 15 分，後測提升為 20 分。

此外，也有學生提到在跨校協作的歷程中，因為需要經常與不同科系的組員討論，所以表達與思考的機會也自然增多，像是 S25 提及：「上課過程中需要表達想法、聽別人的意見，讓我慢慢學會怎麼把話說清楚，也比較敢開口和別人交流。」更難得的是，學生能反思自己與組員的互動過程，並提出有效的溝通策略，例如學生 S1 提到：「和對方的溝通還需要再加油，我應該要多練習使用三明治溝通法與他人說話。」

（三）提升學生之自我效能與成就感

本課程提供實作機會，讓學生能投入遊戲企劃內容並在期末與不同組的同儕分享，提升許多學生的自信心。學生 S7 回饋：「雖然我對程式語言還是不太熟悉，不過看到對方的作品呈現除了很喜歡，對於教材內容設計我自己也很滿意。和對方溝通很好，大家都很有想法，而且計劃書和簡報設計，經過我調整後變得很完善。」研究者對照 S7 之「自我效能」與「集體效能」得分，發現其都是屬於高分組，這也意味著展現出較高的個人能力信念與團隊合作信念，能夠在面對陌生的技術挑戰時，仍維持正向投入的學習態度。儘管其自陳對程式語言掌握度有限，但並未因此降低參與意願，反而能聚焦於自身較具優勢的教材內容設計、企劃整合與成果優化工作，並透過與組員的有效互動完成任務。

這與 Albert Bandura 所提出的自我效能理論相符，即高自我效能者即使面對困難，也較傾向將挑戰視為可克服的任務，而非能力不足的威脅。

學生 S14 和 S28 在「自我效能前、後測」與「集體效能」得分皆為 16 分學生 S14 提到：「透過這門課，可以做出一個遊戲，蠻有趣的，一直以來都是我想要做的東西，所以體驗感不錯，而且真的有成功展出。」

學生 S28 分享：「我都沒有缺席，跟別校溝通時都有好好討論，沒有放著不管。對老師教學的內容跟程式都有好好的做練習。另外，我覺得自己在數位運用上有進步，但不敢說自己變成很厲害、很會使用的人，之後我也願意多多嘗試把老師這學期教我們的運用在未來。」

兩位學生的回饋顯示，高效能學生並不必然表現出高度自信，而可能呈現不同型態：一種如學生 S14，以成果實現帶來強烈成就感；另一種如學生 S28，透過持續參與與反思形成穩定的能力信念。此結果說明，本課程的實作導向設計與跨校協作歷程，能夠為學生提供多

元的成功經驗來源，進而促進其數位教材設計自我效能與集體效能的提升。

伍、結論與建議

一、結論

（一）跨領域協作數位教材製作有效提升師資生之學習動機，尤其對內在動機具有顯著成效

研究結果顯示，學生在修習課程後，內在動機、外在動機及自我效能皆呈現提升，其中以內在動機達顯著差異。表示課程透過真實專題、跨校合作及數位教材實作，成功提高學生主動投入學習與解決問題的意願。學生不再只是完成課堂作業，而是因作品能實際應用於教育現場而產生學習價值感與成就感，進一步促進持續學習的內在驅力。

（二）跨校協作歷程中，動機、自我效能與集體效能呈現正向連動趨勢，共同影響學習成效

本研究發現，學生的參與動機、自我效能與集體效能在跨校協作歷程中呈現相互連動的趨勢。量化結果顯示，自我效能較高的學生，多數亦具有較高的集體效能；而自我效能較低者，其集體效能亦多偏低。質性資料進一步發現，互動良好的小組通常具備共同目標、積極溝通、適切分工與持續回饋等特徵，學生較能主動投入課程、克服合作困難，並從作品完成過程中獲得成就感。相對地，當跨校合作缺乏有效溝通、參與程度不均或需求未充分整合時，容易降低學生對團隊合作及個人完成任務能力的信心，進而影響課程滿意度與學習表現。整體而言，本研究顯示良好的團隊合作歷程有助於強化學生的集體效能與自我效能，並促進其持續投入跨領域學習。

（三）跨領域協作課程兼具專業培育與真實情境學習價值，但協作機制仍是影響課程成效的重要關鍵

本研究發現，跨校協作課程提供師資生接近教育現場與跨專業合作的真實學習經驗，使學生在教材設計過程中學習與不同專業背景成員溝通協調、整合意見及共同解決問題，進而培養跨域合作、專案管理及問題解決等教師專業能力。然而，不同小組之學習成效亦存在明顯差異。研究結果顯示，協作成效較佳的小組通常具有明確分工、固定討論、即時回饋及共同決策等合作特徵；反之，若跨校雙方課程時段不一致、溝通頻率不足或參與程度不均，則容易造成資訊落差、合作效率降低及團隊效能下降。因此，跨領域協作課程除了重視數位教材成果外，更應建立完善的協作制度、溝通機制與歷程管理方式，以提升學生團隊合作品質與整體學習成效。

二、建議

（一）強化跨校協作機制，提升集體效能

本研究發現，學生的集體效能與自我效能具有高度關聯性。集體效能較高的小組，其成員通常也展現較高的自我效能；反之，當團隊溝通不佳或成員投入程度不均時，學生容易產生挫折感，進而降低其能力信念與學習投入。例如，第六組因跨校成員回應較為消極，導致東華端學生另行建立群組進行討論，不僅增加協作成本，也削弱學生對團隊合作的信心。相較之下，第十組透過組長作為溝通橋樑，有效整合雙方意見，展現較高的集體效能與自我效能。因此，未來課程設計應優先優化跨校協作機制，例如：設置固定同步討論時段建立跨校共用協作平臺、明確規範溝通流程與回應時限、指派跨校聯絡人或組長以及定期檢核團隊合作狀況等策略，透過制度化的協作支持，可降低學生因溝通成本所產生的負向情緒，進而提

升團隊效能。

（二）建立公平且透明的分工機制

研究結果顯示，部分學生對分工公平性與協作參與程度有所疑慮。若學生長期處於高投入、低回饋的狀態，容易降低學習滿意度與團隊認同感。未來課程可導入以下策略：小組契約（group contract）、任務分工表、工作進度追蹤機制、同儕互評制度、個人貢獻度紀錄透過明確化責任歸屬與歷程紀錄，促進學生對合作歷程的信任感與公平。

參考文獻

中文部分:

王旭明(2023)。協作學習理論發展團隊協作四部曲之跨域教學成效評估：以設計思考課程為例。**教育實踐與研究**，36(1)，73-120。

王俊傑(2024)。師資生應具備之數位教學素養。**臺灣教育評論月刊**，13（5），43-48。

李宏盈（2020）。TPACK 與設計思維之關係。**臺灣教育評論月刊**，9（7），65-69。http://www.ater.org.tw/journal/article/9-7/free/07.pdf

李宗薇(1994)。**電腦輔助教學軟體與教育工學**。師大書苑。

巫博瀚、賴英娟、張盈霏（2008）。集體效能理論之探究。**研習資訊雙月刊**，**25** (2)， 93-99。

呂瑞蓮(2018)。應用 ADDIE 模式於數位教材製作之研究-以國立公共資訊圖書館日文舊籍為例。**公共圖書館研究**，8，108-140。

林吟霞、陳昱宏、陳奕璇(2018)。從 R. Mayer 多媒體學習認知理論探討教師使用「兒童文化館」電子繪本之經驗。**課程與教學季刊**，18(1)，31-58。

林俊瑩、劉佩雲、高台茜（2015）。兼顧「學生學習成效」導向的大學教學評鑑量表發展與課程實施效率之評估。**課程與教學季刊**，18(4)，107-135。https://doi.org/10.6384/CIQ.201510_18(4).0005

吳美美、Jonathan Foster（2009）。探究小組協作資訊尋求的成功與困難因素。**教育資料與圖書館學**，47(2)，123-146。https://doi.org/10.6120/JoEMLS.200912_47(2).0293.RS.AM

翁仲賢、郭重吉(2023)。108 課綱中核心素養教學光譜之晦暗與曙光。**臺灣教育評論月刊**，12（3），11-18。

教育部(2012)。中華民國教師專業素養指引-**師資職前教育階段暨師資職前教育課程基準**。（2022 年，5 月 16 日）

教育部(2012)。**中華民國師資培育白皮書**。

陳怡伶(2024)。發展數位化教學方案之歷程研究－以 ADDIE 模式發展數位故事教材。**臺灣教育評論月刊**，13（5），99-107。

陳國泰（2018）。提升中小學教師的 TPACK 之有效策略。**臺灣教育評論月刊**，7(1)，227-235。

張祖忻、朱純、胡頌華（1995）。**教學設計：基本則原與方法**。五南。

張霄亭(1991)。談「教學媒體」的設計。**臺灣教育**，487，6-10。

黃國禎、蘇俊銘、陳年興（2012）。**數位學習導論與實務**。博碩文化。

黃琇屏(2023)。實施跨領域教學的思考。**臺灣教育**，741，33-40。

黃偉哲（2024）。**多媒體數位化教材與傳統教材之學習成效探討，以摺紙課程為例。**〔碩士論文。明道大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 https://hdl.handle.net/11296/5u47c2

蔡東鐘(2015)。電子教科書與傳統教科書對學習影響分析。**教科書研究**，8(2)，39-72。

劉璟頤(2016)。以 ADDIE 模式所設計的新進人員數位教材之概念建構-美妝保養產業為例。**科技與人力教育季刊**，3(2)，39-56。

羅慶璋（2015）。**中學科學教師科技融入教學自我效能量表之建構與研究。**〔博士論文。國立高雄師範大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 https://hdl.handle.net/11296/r2ng7k
Jargalsaikhan, Ganchimeg（2018）。**團隊成員自我效能、集體效能與自主性對知識分享影響之研究：以內在動機為中介變項。**〔碩士論文。大葉大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 https://hdl.handle.net/11296/rqp8nv

外文部分:

Abrams, R. A., & Christ, S. E. (2004). Automatic capture of attention by the onset of motion. *Journal of Vision, 4*(8), 826. https://doi.org/10.1167/4.8.826
Baker, D. F. (2001). The development of collective efficacy in small task groups. Small Group Research, 32(4), 451-474. https://doi.org/10.1177/104649640103200404
Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 248-287.
Bandura, A. (1997). Self-Efficacy*: The Exercise of Control*. New York, NY: W. H. Freeman.
Bandura, A. (2000). Exercise of human agency through collective efficacy. *Current Directions in Psychological Science, 9*(3), 75-78. https://doi.org/10.1111/1467-8721.00064
Boon, M., & Van Baalen, S. (2019). Epistemology for interdisciplinary research - Shifting philosophical paradigms of science. *European Journal for Philosophy of Science*, 9(1), 1-8. https://doi.org/10.1007/s13194-018-0242-4
Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach.* Springer Science & Business Media.
Cabrera, A., & Cabrera, E. F. (2002). Knowledge-sharing dilemmas. *Organization Studies, 23*(5), 687-710. https://doi.org/10.1177/0170840602235001
DeVellis, R. F. (1991). *Scale development: Theory and applications.* Sage Publications, Inc.
Gay, L. R. (1992). *Educational Research: Competencies for analysis and application (4th ed.).* New York, NY: Merrill/Macmillan.
Gist, M. E., & Mitchell, T. R. (1992). Self-efficacy: A theoretical analysis of its determinants and malleability. *Academy of Management Review, 17(2)*, 183-211. https://doi.org/10.5465/AMR.1992.4279530
Gustafson, K. L., & Branch, R. M. (2002). *What is instructional design?* In R. A. Reiser & J. V. Dempsey (Eds*.), Trends and issues in instructional design and technology* . pp. 16-25. Prentice Hall.
Harris, J. B., Phillips, M., Koehler, M. J., & Rosenberg, J. M. (2017). TPCK/TPACK research and development: Past, present, and future directions. *Australasian Journal of Educational Technology, 33*(3), 1-8. https://doi.org/10.14742/ajet.3907
Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2002). *Instructional media and technologies for learning (7th ed.)*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
Mayer, R. E. (2001). Multimedia learning. New York, N.Y.: Cambridge University press.
Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teacher College Record, 108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
Parkinson, J. (1998). The difficulties in developing information technology competencies with student science teachers. *Research in Science & Technological Education, 16*(1),67-78. https://doi.org/10.1080/0263514980160106
Shah, C. (2009). *Toward Collaborative Information Seeking (CIS).* Presented at 1st Intl Workshop.