

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號：PED1080099

學門專案分類：教育

執行期間：2019/08/01～2020/07/31

應用專題式學習於「數位遊戲式學習設計」課程：實作與評量

配合課程名稱：數位遊戲式學習設計

計畫主持人：楊接期

執行機構及系所：國立中央大學網路學習科技研究所

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期：2020 年 9 月 11

應用專題式學習於「數位遊戲式學習設計」課程：實作與評量

一. 報告內文

1. 研究動機與目的

本計畫的主要動機來自於在傳統的教學現場中經常遇到一些需要改善的問題，例如學生對於上課內容不感興趣，最終導致學習成效低落，這可能是因為傳統的教學情境多是以教師為中心，而學生處於被動的學習方式，在此種以講授為主的教學方式下，學生雖然被灌輸豐富的基礎學理和專業知識，但這樣的教學方式會導致學生較難整合所學到的知識並加以運用，因此需要有創新的教學模式或策略，將學生由被動學習轉化為主動參與，以提升其學習成效。

關於學生的學習成效評量，傳統教學中多以專業的學科領域知識做為評量學生學習成效，因此學生通常只能學習到單一的能力。為了使學生在未來職場上能具有國際競爭力，培養學生具備多元的能力是相當重要的，例如團隊合作、溝通協調、問題解決、與多元資訊等能力，進而把所學習到的專業學科知識內容，應用於實際的情境中。

此外，對於理工科系背景的學生而言，較容易缺乏人文素養與思維，學生常用偏向理工單一領域的思考模式處理與解決問題，然而當學生畢業後進入職場時，可能會面臨需要解決與自己所學不同領域的問題，因此在課程中融入跨領域的教學策略是相當重要的。

綜上所述，本計畫試圖解決教學現場中的問題，將專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程，並探討此課程的實作成果與學習成效，目的是希望能將學生由被動學習轉化為主動參與，以提升其學習成效，並藉由專題實作的過程，培養出多元的能力，例如團隊合作、溝通協調、問題解決、多元資訊等能力，且藉由專題實作進行中需同時連結不同領域的內容，以培養出學生的跨領域素養與思維。

2. 文獻探討

專題式學習(Project-based Learning)是使用專題來組織學習的一種學習模式(Thomas, Mergendoller, & Michaelson, 1999)，而專題是由一連串真實且複雜的任務組成，為具有挑戰性的問題，且需要學生發想設計、問題解決、決策擬定或進行研究活動，讓學生有機會進行較長期，以學生為中心的活動，且最終能完成實作的成品或呈現報告(Gubacs, 2004)。因此，專題式學習是以解決專題實作過程中遇到的問題作為學習的主軸，讓學生能進行跨學科領域的「做中學」，並透過主動參與、親自尋找資訊或學習技能，進而應用以完成專題，因此透過專題式學習能對知識內容產生較長遠的記憶(Frank, Lavy, & Elata, 2003; Thomas, 2000)。

專題式學習是根基於建構主義理念的一種學習方式，提供學習者具複雜性且真實性的專題計畫，讓學生藉此找出主題、設計題目、規劃行動方案、收集資料、執行問題解決、建立決策行動、完成探究歷程、並呈現作品的學習方式(Markham, 2011)。因此，透過專題式學習可以減少學習後知識僵化的現象，藉由安排複雜且真實的專題任務，統整不同學科領域知識的學習，學習者經由一連串的探究行動，以及合作學習的情境，學習問題解決以及知識活用的技能(Lee, Huh, & Reigeluth, 2015; Perrenet, Bouhuijs, & Smits, 2000)。專題式學習利用高真實性的內容、真實性評量、學習者導向的學習活動，提供學習者擬真而複雜的專題計畫與引導問題。學習者不僅合作進行探究與問題解決，並以具體的作品呈現其學習結果，培養專題管理、研究、資訊組織、呈現與傳達、自我反思、團體合作與資源工具應用等多項能力，以及主動參與的學習精神(Aubusson, 2005)。

在專題式學習的過程中，教學者的角色轉變為引導者或提供建議的輔助者，因此學習者知識的學習及能力的培養並非直接來自於教學者，而是發生在投入專題任務的過程中，以及在學習者參與一連串真實問題所習得的經驗中(Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial, & Palincsar, 1991)。在專題式學習的活動中，學生能夠專注於一個專題，在團隊中與他人共同合作完成專題，增進自己的知識和技能，發展專家知識，改進研究技能，培養高層次思考與對專題的參與感(Sasson, Yehuda, & Malkinson, 2018)，學習如何使用資訊科技，透過自我評量和同儕評量學習鑑賞評析的能力，並建立學習歷程檔案，此即專題式學習的主要目標所在(Chang, & Tseng, 2011; Moursund, 1999)。

為了改善傳統教學中以教師為中心的教學方式，及受限於既定的教學材料，在專題式學習的過程中，更重視培養學生「解決問題」的能力，且連結各知識領域，也強調學生主動參與。具體來說，專題式學習有以下特性(Krajcik, Czerniak, & Berger, 1998)：

- 驅動問題：這是專題式學習的第一步，也就是驅動一個有意義的問題，而這個問題必須是要可實行的，讓學生可以設計操弄研究來回答這個問題，這個問題必須是有價值性的，包含豐富的學科內容，也可細分為數個小問題。另外這個問題必須是真實世界的重要問題，讓學生能夠在情境脈絡下的環境中學習。當然這個問題是能提供學生進行有意義的學習，也就是問題的設計必須有趣且能提高學習者的動機。且這個問題還必須有持續性，讓學習者保持高興趣與長時間的研究。
- 探究活動：整個專題式學習過程中，先由提出問題、修正問題，在經過對想法的思辨與預測後，進行設計研究計畫與實驗，再完成相關學習環境與資料收集工具，接下來蒐集資料分析數據並依據結果下結論與討論。
- 學生作品發表：在專題式學習中學生必須將如何解答驅動問題的學習成果公開展示，並接受他人的批評與指教。這種發表方式可以提升學習者的學習動機與成就感，更可利用這個機會訓練學生表達、澄清與解釋能力的發展，透過學習者與參與者間的討論，彼此都能對問題有更深入的了解。
- 學習社群：專題式學習雖然可以個人為學習單位，但通常是以小組合作為學習單位的學習模式，無論採取何種學習單位，在專題式學習過程中都必須與他人互動，因此合作學習在專題式學習中是個很重要的要素。
- 使用科技認知工具：專題式學習主張用科技提供生動的表徵，不僅能增進學習者興趣，同時也能輔助其操弄、建構並修正表徵或獲取訊息，如多媒體的應用，將科技教室轉換為學習者主動建構知識的環境，這樣建構的學習環境是以科技支援建構主義的精神及理想。

雖然已有許多研究證明專題式學習是好的教學法，因為專題式學習讓學生參與探索與真實世界結合的問題，進行有意義的學習，然而並非教師設計的專題學習都會有很好的成效，有很多設計上的細節是必須注意的。Solomon(2003)提出實施專題式學習活動，必須要包含以下的元素：

- 專題應有標準，有清楚目標、且跨學科內容。
- 學生應選擇主題、設計專題、組織工作與展示成果。
- 學生應學習合作技能，如團隊研究、群組決定、依賴其他人的工作，提供、接受、整合回饋。
- 專題提供連結真實世界，問題影響學生生活或社群，使用真實的方法，如研究與實驗。
- 專題應合併非傳統方法的工作時間，以更多的時間促進實驗自由度去實驗、學習、嘗試錯誤與機會進行更深度的研究。
- 評估應在學生學習過程，如學習、溝通過程，以同儕互評，教師評估，自我反思與社群回饋。

由上述的文獻探討可知，專題式學習適用於學習內容較為抽象、工作任務較為複雜、且學習範圍是跨學科領域的學習，因為這些學習主題需要較長時間的教導，不易在短時間內習得。本計畫所實施的「數位遊戲式學習設計」課程的學習目標符合這些特性，因此本計畫將專題式學習導入此課程的學習活動中，透過團隊專題實作的學習方式，讓學習者能主動參與，並藉由專題實作開發數位遊戲式學習系統的過程，培養出多元的能力及跨領域能素養與思維。

3. 研究問題

依據本計畫的研究動機與目的，本計畫導入專題式學習於「數位遊戲式學習設計」課程，並探討以下研究問題：

1. 專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程後，學生的學習成效為何？
2. 專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程後，學生的核心能力(溝通及團隊合作、問題解決、資訊開發、及跨領域學習能力)是否有改變？
3. 專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程後，學生對專題實作課程進行方式的看法、專題實作過程的溝通及團隊合作、以及專題實作過程中所遇到的困難與解決策略為何？

4. 研究設計與方法

本計畫針對「數位遊戲式學習設計」課程，開發相關學習教材，並導入專題式學習於課程學習活動中，且進行多元評量以驗證學生學習成效。本研究採單組前後測設計，並使用量化與質化並用的研究方法，藉由成效評分、問卷、及訪談等多元評量研究工具，以探討學生在「數位遊戲式學習設計」課程中導入專題式學習後之學習成效。

4.1 研究對象

本計畫之研究對象為參與 108 學年度上學期「數位遊戲式學習設計」課程之 25 位學生，其中包含 12 位男生及 13 位女生，學生的科系包含 23 位學生來自網路學習科技研究所及 2 位學生來自資訊工程學系，學生的國籍包含 12 位本國生及 13 位外籍生。由修課對象的組成可知，本課程參與的學生大部分是資訊背景的學生，但在性別上則男女大約各占一半的人數，且在國籍上本國生與外籍生也大約各占一半，有許多不同文化背景的外籍生參與。因此，在進行專題的小組分組時，考量將不同性別及國籍的學生分成同一組，以促進學生進行跨領域交流及團隊合作溝通能力。

4.2 研究工具

本計畫採用量化與質化並用的研究方法，使用的研究工具分為三大類：成效評分、問卷、及訪談，說明如下：

成效評分包含課堂小組討論評分及專題實作成果評分二部分，其中課堂小組討論評分包含每週課程講授後，學生需要針對所講授的內容進行小組討論，並整理成報告。而專題實作成果評分部分則包含提案報告、期中系統報告、期末系統報告、及系統實際操作等四次的專題實作成果檢核，目的在檢驗學生在整個學習過程的成效，而非只重視最終的成果。在提案報告中，學生需要針對期末所要進行的專題，提出一個提案，內容包含專題方向、設計理念、系統開發功能說明、及預期進度等；在期中系統報告中，學生需要針對系統開發的期中進度進行報告，內容包含目前進度、所遭遇到的困難、相關解決方案、及預期進度等；在期末系統報告中，學生必須完成專題實作成品，報告其系統

設計理念、相關學習理論、系統開發過程、系統優缺點分析、並實際展示所開發的系統；在系統實際操作中，學生必須將所開發的系統提供給其他學生實際操作，即學生會分別操作所有其他組別學生所開發的遊戲式學習系統。

問卷部分主要是進行核心能力問卷的施測，以檢視學生在專題式學習方法導入後，學生的核心能力是否有所改變。本計畫參考過去研究針對不同核心能力評量的評分工具，發展出一個適用於本計畫的核心能力問卷，並進行前測與後測，透過量化的核心能力問卷，以及前測與後測的結果分析比較，以了解學生在專題式學習方法導入之後的核心能力是否有所改變。問卷主要的向度包含以下幾項核心能力：具備溝通及團隊合作能力、具備問題解決能力、具備資訊開發能力、及具備跨領域學習能力。

訪談部分為實施半結構式訪談，以作為分析與詮釋量化數據背後的質性資料的三角檢證。訪談重點聚焦於以下幾點：學生對專題實作課程進行方式的看法、專題實作過程的溝通及團隊合作、以及專題實作過程中所遇到的困難與解決策略等。透過訪談的方式，詢問學生以上問題，以了解學生對專題實作課程整體的心得與回饋、與團隊成員在專題實作過程中如何進行溝通與團隊合作，並分析學生在實施專題式學習活動後所獲得的能力，以及在過程中所遭遇到的困難及在面臨困難時是如何應變或發展相關的解決策略等。

4.3 研究流程

本計畫的研究流程如圖 1 所示，本研究使用的研究工具包含三大類，即成效評分、問卷、及訪談等。成效評分部分，包含課堂小組討論評分及專題實作成果評分(包含提案報告、期中系統報告、期末系統報告、及系統實際操作等，分別在對應的報告後實施)。問卷部分，主要是為了檢核學生的核心能力，分為前測及後測，分別在第一節課及最後一節課實施，目的是為了分析學生在專題式學習方法導入課程之後，學生的核心能力是否有所改變。訪談部分為實施半結構式訪談，以一對一的方式進行，每位學生訪談時間約 20 到 30 分鐘。

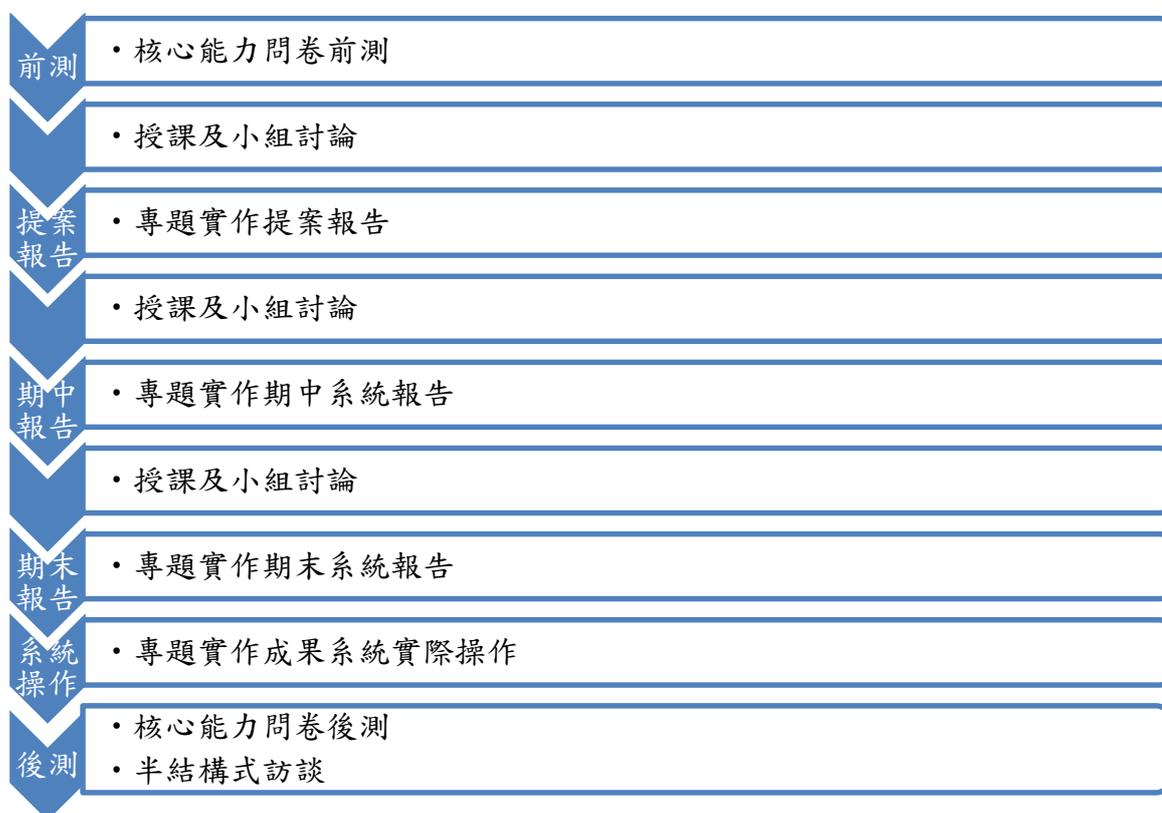


圖 1. 本計畫研究流程

4.4 資料處理與分析

本研究於課程結束後，將所收集到的問卷資料加以整理，並採用李克特五點量表方式進行評分，從高到低以 5 到 1 標示評量值（5=非常同意、4=同意、3=無意見、2=不同意、1=非常不同意），並使用 SPSS 統計軟體進行相關資料分析，本研究中所使用的統計分析方法主要包括：描述性統計分析及成對樣本 t 檢定分析。描述性統計分析則針對變項資料，進行平均數與標準差等描述性統計分析；而成對樣本 t 檢定分析則用來比較學生在授課前與授課後之核心能力的差異，以檢視學生在專題式學習方式下的核心能力改變情形。此外，訪談資料將以歸納法進行分析，將收集到的資料進行編碼並進行分類。訪談資料分析的步驟為：將訪談之錄音檔轉為逐字稿，並仔細閱讀內容；描述和概括資料的現象和特點，並建立不同類別；持續修正所得資料的現象和特點，並進行再分類。

5. 教學暨研究成果

5.1 教學過程與成果

5.1.1 教學過程

本計畫所實施的課程為「數位遊戲式學習設計」，本課程的教學目標除了讓學生了解數位遊戲式學習研究的發展及數位遊戲式學習系統的設計原則之外，並導入專題式學習於課程中。透過專題實作的方式，學生必須進行小組團隊合作，與小組成員共同實作開發出一個數位遊戲式學習系統的實作成品。

學生在專題中所開發的遊戲式學習系統必須融入遊戲與學習的特徵，讓玩家在遊戲的過程中達成學習目標。為了讓學生有較大的空間可以自由發揮，本課程並無特別限制遊戲式學習系統的學習內容，而是由各組自行討論後決定，例如：學習英文、成語、認識校園植物的學習等。此外，遊戲的類型也沒有限制，學生可設計刺激的動作遊戲、或是靜態的問答題遊戲。

在每週上課時，除了講授數位遊戲式學習的研究發展、趨勢及原則之教學內容外，每次上課都會進行課堂小組討論活動，此安排一方面可以讓學生反思本週上課內容，一方面也可讓學生經由小組討論將上課內容連結到專題實作中。透過這樣的教學方式，學生可以清楚了解學習目標，因此在上課時會專心聽老師上課，因為他們必須於課程的學習內容中找到與專題實作連結的內容主題。

為了檢驗學生的學習成效，學生需要在課堂中進行三次的專題報告(包含提案報告、期中系統報告、及期末系統報告)，分別檢視學生在製作專題過程之進度與成果。在課程的最後一節課，另外安排了專題實作成果系統的實際操作，藉由讓所有學生實際進行系統操作，以檢視學生的最終專題實作成果。

藉由以上將專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程的教學設計，希望可以將學生由被動學習轉化為主動參與，透過小組的專題實作達到集體創思，並解決在過程中所遭遇的困難，藉此培養學生溝通及團隊合作、問題解決、資訊開發、與跨領域學習等能力。

5.1.2 核心能力問卷調查結果

表 1 為核心能力問卷調查結果，由表中可看出學生在核心能力問卷的四個向度上，均在前測及後測分數的比較上呈現顯著差異，且後測分數顯著大於前測分數，表示在專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程後，學生在核心能力問卷的四個向度上均有顯著進步，更明確的說，學生在溝通及團隊合作能力、問題解決能力、資訊開發能力、及跨領域學習能力上均顯著進步，以上結果顯示，專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程對學生的核心能力有很大的改變。

表 1. 核心能力問卷調查結果

核心能力		平均數	標準差	t 值
溝通及團隊合作能力	前測	3.12	1.12	23.91***
	後測	3.71	1.11	
問題解決能力	前測	3.05	1.24	10.21***
	後測	3.56	1.60	
資訊開發能力	前測	2.83	1.89	7.78***
	後測	3.35	1.18	
跨領域學習能力	前測	3.22	1.10	12.27***
	後測	3.67	0.78	

5.1.3 學生實作成品

實作成品：勇者的奇幻漂流

此遊戲式學習系統的設計概念包含：以 RPG 的方式進行遊戲設計、融入故事情節將學生帶入遊戲中的情境、關卡設計引導學生解決遊戲關卡中的問題，從遊戲過程中學習。透過將遊戲的特性結合學習內容，呈現出一種有趣的形式，讓學習者在遊戲過程中感到有樂趣和愉快，帶給學習者強烈進行遊戲的動機。遊戲中呈現具體的目標任務，可明確指引學習者進行遊戲及學習。再加上融入故事情節的幻想性等特性，可提高學習者的學習興趣和內在動機。學習者會為了獲得成就感，在面臨挑戰時，能願意不斷的嘗試。



圖 2. 實作成品介面：勇者的奇幻漂流

實作成品：城堡守衛者 (Guardian of Castle)

此遊戲式學習系統的設計概念主要是因為現在學生學習英文的方式多以閱讀及寫作為主，但在聽說能力上相對比較弱，因此希望可以透過城堡守衛者遊戲式學習系統讓學生多加練習英文的聽與說，以增進其英文聽與說的能力。遊戲設定的對象為低年級的學生，學習內容為適合低年級學生的單字，單字庫裡面有單字的說明及唸法，可訓練學生聽力，而在遊戲過程中，學生需要說出單字的發音，系統則是利用語音辨識的功能來判斷發音是否正確，藉此可讓學生進行發音的練習。此外，遊戲中透過排行榜的機制吸引學生參與遊戲中的競爭活動。

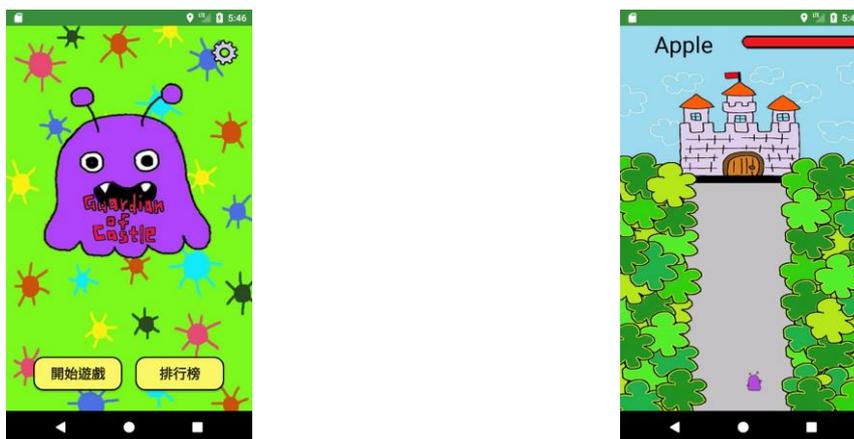


圖 3. 實作成品介面：城堡守衛者

5.2 教師教學反思

經過本計畫的執行，大致上都依照原先的規劃順利進行，且達到預期設定的目標。然而，在計畫的執行過程中發現一些需要改善或加強的方向，說明如下：

專題的設定：本計畫將專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程，而專題的設定為學生必須與小組成員共同實作開發出一個數位遊戲式學習系統，且必須同時融入遊戲與學習的特徵於所開發的數位遊戲式學習系統中。但是，為了讓學生有較大的空間可以自由發揮，在專題的執行過程中，學生可自由選擇遊戲開發平台與遊戲類型，也可自行決定要整合至遊戲中的學科與學習內容。結果，學生最後開發出來的專題實作成果有各式各樣的遊戲類型及不同種類的學習內容，導致在評量學生的專題實作成果時不容易比較其差異。因此，後續計畫應思考在專題的設定及專題實作成果的評量上，提供一個較為客觀的標準或方向。

團隊小組的安排：本計畫在進行專題的團隊小組分組時，採用異質性分組的方式，將不同性別及國籍的學生分成同一組，目的是為了促進學生進行跨領域交流及團隊合作溝通能力。這樣的分組方式雖有其好處，但小組成員的背景可能也是影響團隊合作是否成功的重要因素。例如，雖然在本計畫中大部分的學生都具資訊背景，可是在系統開發的能力上還是有不同程度的差異，而本計畫在分組時並未特別考量學生的系統開發能力，因此造成有一些組別的學生較無系統開發的經驗，導致他們在進行專題系統開發的過程發生了許多問題。因此，後續計畫應思考團隊小組的安排可能的影響因素。

核心能力的定義：本計畫探討將專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程後，學生的核心能力是否有改變，而核心能力在本計畫中包含：溝通及團隊合作能力、問題解決能力、資訊開發能力、及跨領域學習能力等。但是在小組進行專題合作的過程，可能還需要其他重要的核心能力，例如進行決策及時間管理等能力。因此，後續計畫應思考探討其他種類的核心能力是否受到影響。

5.3 學生學習回饋

本課程學生的學習回饋可從訪談結果中得知，主要包含課程進行方式、溝通及團隊合作、及問題解決等部分，分述如下：

課程進行方式：本課程每週三小時，通常前半段以授課為主，而後半段是學生進行討論的時間，此種課程進行方式可以保留充裕的時間供學生討論上課的重點，且因為教師先授課後才讓學生討論，可以讓學生更聚焦在課程的學習上。從訪談資料可看出，學生對此種課程的進行方式持正面的看法。

- 我覺得這是我上過的課程中最 free 的那一種，能夠以輕鬆的態度來面對老師所教的內容，我覺得這樣反而可以讓我在討論中更能表達自己的想法。
- 我不喜歡傳統的上課方式一直坐在位子上聽老師上課，因此我很喜歡本課程提供的小組討論方式，我比較喜歡和組員面對面互動討論，可以互相激發靈感，且因為會需要彼此討論，所以反而可以讓我整理好更完整的思緒。

溝通及團隊合作：本課程的專題實作需要由學生進行小組團隊合作並同開發出一個遊戲式學習系統，因此在專題實作的過程中學生需要多次與團隊小組成員進行溝通與合作，才能順利完成專題。從訪談資料可看出，學生透過專題實作團隊合作過程中的溝通與集體創思，可激發更多的想法，並學習溝通及團隊合作的能力。

- 我覺得討論的時候是學到最多東西的，因為在討論的過程，會有很多被組員拒絕的點子之類的，如果自己覺得是可行的點子就要想辦法與組員溝通以達成共識，或是要再想其他的點子，我覺得這個過程讓我學到最多。
- 透過小組的討論再去深入探討，就會發現有很多點子是可以刺激我們原本想不到或是做不到。

問題解決：學生在專題實作的過程中會遇到許多問題，因此需要設法解決面臨到的困難與挑戰。從訪談資料可看出，在製作專題實作遊戲的過程中，學生雖會面臨到困難與挑戰，但會試著在有限的的能力與時間之下解決相關問題，竭盡所能地將專題實作成品完成。

- 我們這組決定使用 Java 來進行系統開發，不過我對於 Java 程式語言的了解不多，所以做到一半時，有考慮要不要換別的程式語言來實作，但想過之後認為，使用 Java 來開發可以讓我學到更多東西，所以決定繼續使用 Java 做下去，雖然後來在 debug 的時候花了很多的時間，但我認為很值得。
- 我們本來希望可以擴充資料庫，可是後來發現在開發上是有困難的，後來我們決定選擇使用其他方式去開發，最後順利完成系統。

6. 建議與省思

教學實踐研究計畫不同於以往的教學計畫或研究計畫，而是結合教學與研究，因此必須同時兼顧教學與研究。本計畫將專題式學習導入「數位遊戲式學習設計」課程，探討此課程的實作成果與學生的核心能力之影響，並通過訪談的方式，了解學生在專題實作的過程中所獲得的能力，以及所遭遇到的困難與解決策略。

整體而言，本計畫雖已達成預期目標，但仍有需要改善的地方，例如針對學生專題實作成品的評量，需要發展一套實作成品評量的標準，以客觀的方式評量學生的專題實作成品。除了評量學生在認知面向的學習成效之外，也可設計相關問卷量測學生對於專題實作課程的動機與態度，藉此評量學生在情意面向上的成效。此外，未來計畫也可詳細紀錄學生在整個專題實作的過程，以分析學生在專題實作中的學習歷程，如此才能較全面性的了解在課程中導入專題實作的成效。

未來將持續在課程中提供更多專題實作的機會，讓學生透過專題實作的過程，學習團隊合作、問題解決，及跨領域知識的整合能力，成為未來具競爭力的人才。

二. 參考文獻

1. Aubusson, P. (2005). Evolution from a Problem-Based to a Project-Based Secondary Teacher Education Program: Challenges, Dilemmas and Possibilities. In G. Hoban (ed.), *The Missing Links in Teacher Education Design*, 37-55.

2. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning : Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychology, 26*(3&4), 369-398.
3. Chang, C. C., & Tseng, K. H. (2011). Using a web-based portfolio assessment system to elevate project-based learning performances. *Interactive Learning Environments, 19*(3), 211-230.
4. Frank, M., Lavy, I., & Elata, D. (2003). Implementing the project-based learning approach in an academic engineering course. *International Journal of Technology and Design Education, 13*(3), 273-288.
5. Gubacs, K. (2004). Project-based learning: A student-centered approach to integrating technology into physical education teacher education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 75*(7), 33-37.
6. Krajcik, J. S., Czerniak, C., & Berger, C. (1998). *Teaching children science: A project-based approach*. McGraw-Hill College.
7. Lee, D., Huh, Y., & Reigeluth, C. M. (2015). Collaboration, intragroup conflict, and social skills in project-based learning. *Instructional Science, 43*(5), 561-590.
8. Markham, T. (2011). Project Based Learning. *Teacher Librarian, 39*(2), 38-42.
9. Moursund, D. (1999). *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
10. Perrenet, J. C., Bouhuijs, P. A. J., & Smits, J. G. M. M. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in Higher Education, 5*(3), 345-358.
11. Sasson, I., Yehuda, I., & Malkinson, N. (2018). Fostering the skills of critical thinking and question-posing in a project-based learning environment. *Thinking Skills and Creativity, 29*, 203-212.
12. Solomon, G. (2003). Project-Based Learning: A Primer. *Technology and Learning, 23*(6), 20-27.
13. Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.
14. Thomas, J. W., Mergendoller, J. R., & Michaelson, A. (1999). *Project-based learning: A handbook for middle and high school teachers*. Novato, CA: The Buck Institute for Education.