

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PHE1090176

學門專案分類/Division：民生

執行期間/Funding Period：109/8/1-110/7/31

結合擴增實境技術與桌遊，談「AR 遊戲式學習」融入吧檯經營實務課程之行動研究
吧檯經營實務(1)(2)

計畫主持人(Principal Investigator)：劉曉琪

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：致理科技大學休閒遊

憩管理系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：110 年 8 月 31 日

一. 報告內文

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

(1)研究動機

近年來，台灣教育界提出「翻轉教育」的概念，其目的是解決傳統教學的缺點:無趣、缺乏互動及策略思考，在此基礎下，愈來愈多的教育研究者開始將「遊戲式學習」(Game Base Learning,GBL)應用在教學上，遊戲式學習係指以桌上型卡牌遊戲或電腦遊戲，透過適當的教學說明幫助學生建立鷹架，並給予學生遊戲目標，激發學生的認知及後設認知思考，並擬定策略來完成遊戲，進而達成教學目標，這種將遊戲結合翻轉教育的方式，又可稱作「微翻轉教育」，相較於傳統教育及翻轉教育，遊戲式學習更能激發學生的學習動機(Tüzün, Yılmaz-Soylu, Karakuş, İnal, & Kızılkaya, 2009)及策略思考，若能將遊戲時間控制在 20 至 25 分鐘左右，更能有效提升學生學習的專注度，而不至於產生傳統教學的問題:老師在台上講 10 分鐘後，學生的專注力便大幅下降。

隨著數位科技發展，各種多媒體互動技術也開始受到關注，例如最近炙手可熱的擴增實境(Augmented Reality, AR)，開始廣泛應用在遊戲、醫療及商業軟體上，如之前風靡全球的「Pokémon GO:精靈寶可夢」遊戲，即是透過定位技術及 AR 演算法，讓使用者能在 3D 環境中操控虛擬與現實；AR 的應用不僅僅侷限在商業上，在教學端亦開始有教師將 AR 融入於教學中，AR 應用於教學上擁有的優點包括:提升學習新鮮感、增加互動性及提升空間認知，同時可以提升學生的「心流」體驗(Flow)，透過擴增實境將 3D 畫面呈現於平板或手機上，讓學生對於學習的概念不再只是文字，而是轉變為可觀察的形體，研究指出 AR 應用於學科上，能夠加強學生的空間認知概念(Martin-Gutierrez et al., 2010; Lin, Chen,& Chang, 2015)，在提升學習動機(Salinas & Pulido, 2017)及降低學習焦慮(Chen, 2019)也都有良好的成效。將 AR 融入於教材時，同時能讓教學者產生新的教學策略，即便是沒有電腦經驗的學習者也能透過這種方式進行學習(Billinghurst, 2003)。

過去幾年，遊戲式學習愈來愈受到教學者的重視，尤其在中小學的教學現場，各種教育遊戲結合分組討論的教學模式如雨後春筍般出現，且多以國文、英文、數學及歷史偏基礎科目的課程作為遊戲式學習的標的，惟在高等技職教育環境中，課程搭配遊戲式學習的案例則相對較少；勞動部勞動力發展署技能檢定中心舉辦的「全國技術士技能檢定」一直是技職教育體系中相當重要的一環，以乙級飲料調製技術士檢定為例，檢定內容可分為學科及術科，過去教師在教學現場，多偏重術科實務操作教學，對於學科的準備則多半要求學生以背誦題庫方式進行，惟此種教學方式對於學生知識的建立及後設認知思考的幫助十分有限，以致於學生在不了解酒類知識的狀況下，只能死背酒譜，無法將知識與技能連結，間接造成學習動機及成效低落，觀察全國乙級飲料調製技術士證照之通過率(圖 1-1)，近 5 年平均通過率僅約 36.87%，發現學習成效不彰的狀況。因此本研究期望透過「AR 遊戲式學習」融入課程，透過遊戲目標的設定，並提供線索讓學習者參與問題的解決歷程，並搭配分組討論與學習單，激發學生學習動機，並解決學習成效不佳之問題。

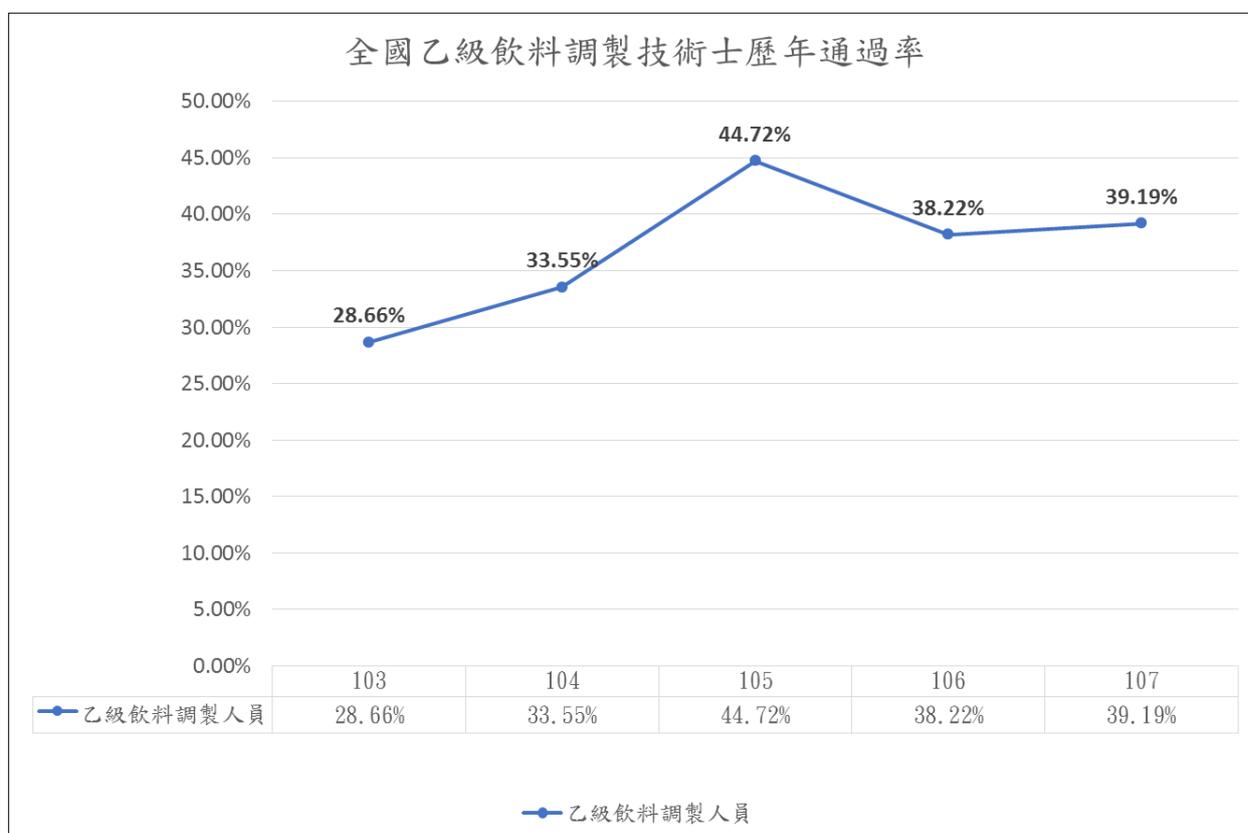


圖 1-1 全國乙級飲料調製技術士證照歷年通過率
資料來源：勞動部勞動力發展署技能檢定中心

2. 文獻探討(Literature Review)

近年來，遊戲式學習 (Game Based-Learning) 已成為教育領域的重要趨勢，遊戲式學習除了可以提升學生內在動機(Tüzün, Yılmaz-Soylu, Karakuş, İnal, & Kızılkaya, 2009)，還能促進學生認知思考(Plass, Homer, & Kinzer, 2015)與反思行為(Hou, 2015)。學習者在遊戲情境中解決問題，能夠體驗探索知識的樂趣(Johnson & Mayer, 2010)，與傳統的教學模式相比，GBL 能使學生產生較高的學習投入(Hamari et al., 2016；Ke, Xie, & Xie, 2016)，並提升學生的學習動機(Papastergiou, 2009)。

國內開始有不少研究者透過遊戲式學習的方式，將桌遊融入課程教材，來提升教學品質與效果，其中以數學科目為主題的桌遊設計不在少數(侯采伶, 2016; 張晟恒, 2017; 王筱妮&梁淑坤, 2018)，有部分研究者則將桌遊應用歷史(張堙森, 2017)、語言(戴育芳&鄭永熏, 2017)等科目，另外，蕭靜欣(2019)設計節慶主題相關的桌遊圖卡，針對國小一年級學生進行學習成效與動機的改善；林鳳儀(2017)則將理化科「光的三原色」的概念融入桌遊，藉此讓學生了解理化概念以及色彩學的認知。國內學者採用桌遊融入教學之研究整理如下表(表 2-1):

表 2-1 桌遊融入課程教學之研究整理表

研究者	研究對象	研究變項	研究目的	研究發現
蕭靜欣 (2019 年)	國小一年級	學習成效 學習動機	讓小朋友更容易了解台灣節慶的認知及相關資訊，採桌遊的方式來完成課程。	用桌遊圖卡的方式設計節慶意象，讓小朋友了解該節慶的主要活動及象徵食物。例如：元宵節有猜燈謎活動，加入猜謎的活動讓小朋友更印象深刻，並配合手做元宵，告訴小朋友元宵含有團圓、平安的意義。
王筱妮、 梁淑坤 (2018 年)	國小三年級	學習成效 學習動機	國小生不喜愛數學，幫助學生不討厭數學及增強數學能力。	利用策略和戰鬥的遊戲方式，讓學生藉由遊戲來增加對數學的興趣，經訪談的結果顯示出學生因為遊戲的有趣增加了對數學

				的喜愛度，並配合遊戲增加了數學的算術能力。
張晟恒 (2017年)	國小一年級	學習成效 學習動機	評估桌遊是否有效提升學生對數學的熱忱並歸納出桌遊的設計方向，並探究使用者對於遊戲學習成效與接受度。	利用簡單的算式圖卡，答對者可獲得分數，計時結束後分數較高者勝利。此遊戲能讓算術較慢的學生為了分數提升競爭力，重複的作答有效的幫助計算能力。
戴育芳、 鄭永熏 (2017年)	國小四年級	學習成效	教育部公布實施國小需上母語的課程，但本土語言的教學成效不佳，想透過桌遊的方式提升學生對母語的自信心。	研究使用的桌遊包含「賓果、語詞對對碰、閩南語心臟病」，讓學生把會說的閩南語說出來，建立自信心再加入新的內容提升成效。用實驗組和對照組的結果顯示，實驗組的口說語調及流利度大有提升，自信心也增加了。
張堃森 (2017年)	原住民國小 高年級	學習成效	國內文化以漢族文化為主導，易導致原住民學習動機低落、學業成就偏低的問題。進一步發現此問題與學校資源欠缺及家庭背景有關聯，想藉桌遊來提升原住民學習動機，並改善傳統教學方法依照原住民無所拘束的特性來教學。	透過桌遊圖卡來配對該縣市發生什麼歷史事件及有什麼歷史人物，並實地訪查讓印象更深。並可加入郊商的部份讓自己成為商人做商品的買賣，讓遊戲更有趣，提升歷史事件的記憶力。
林鳳儀 (2017年)	高中一年級	學習成效	運用三原色的原理來製作一款能讓學生快速了解三原色之中奧秘的桌遊，希望能藉此提升學生對色彩的學習能力。	此桌遊運用大富翁為發想原形，將三原色加入遊戲中讓學生以遊戲的角度融入三原色的概念更快速的學習。
侯采伶 (2016年)	國中七年級	學習動機	希望學生於短短 45 分鐘的上課時間中，牢記質數定義、辨認 1 是否為質數以及自行寫出 1-100 的	發起「質數心臟病」的活動，遊戲前先敘述質數的定義，之後開始遊戲像心臟病一樣發到質數就單手壓

			25 個質數	住牌卡，反覆遊戲可讓學生對質數更貼近、更了解質數有哪些。
陳逸之 (2014 年)	國小三年級 智能障礙生	學習成效	希望智能障礙的學生能透過桌遊的遊戲式學習，促進與同儕間的人際關係，也讓一般生能夠接納特殊學生。	引導智能障礙學生在對的時間做對的事，用角色扮演和親自示範的教學，發展他的社交技巧。並在一般生的互動下得到正面的回應，被接受、被信服。

資料來源: 作者自行整理

綜觀國內對於遊戲式學習之研究，可發現研究對象多以國小、國中學生為主，以技職體系的大學生做為研究對象則尚在少數；另外，其融入之課程多以數學、歷史及語言類為課程科目，但以「調酒」為主題關於酒類知識之課程研究，目前則尚未有相關研究出現；再者，目前大部份的遊戲式學習仍以實體桌遊做為教學設計之素材，部份研究採用 AR 融入教學來改善學生在數學科的空間感(Lin, Chen, & Chang, 2015)，但以「AR 結合實體桌遊」的研究相對較少，因此本研究採取「AR 遊戲式學習」方式進行研究。

3. 研究問題(Research Question)

本研究計畫旨在改善現有乙級飲料調製技術士檢定課程學習成效不佳之狀況。期以「遊戲式學習」(Game-Based Learning, GBL) 融入吧檯經營實務及飲料調製乙級證照班課程，並檢視採用後學習成效與學習動機之差異。研究對象為本系二年級之學生，研究者以自行設計之桌上型教育遊戲，融合 AR 技術，在教師進行完課程講解後實施，學生於遊戲進行後，能夠以平板或手機輔助，將組合好的桌遊卡牌掃描後，畫面會以 AR 的方式呈現出學生調製的結果，並檢核是否與答案

符合，透過遊戲的方式，讓學生無論是答對或答錯，都能夠對於調酒知識有基本認知，而非只是死背答案，甚至學生在遊戲中拼湊錯誤，更能幫助學生進行後設認知思考，亦即從錯誤中調整策略，當調整後解出正確答案時，學生對於該道調酒的製作方式會更有印象，其學習效果也會比傳統背誦法來的有效。

本研究問題包含以下：

- (1)透過 AR 教育桌遊融入課程，是否能提升學習成效？
- (2)透過 AR 教育桌遊融入課程，是否能提升學生的學習動機？
- (3)透過 AR 教育桌遊融入課程，是否能提升學生的心流投入程度？

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

(1) 研究設計說明

本研究主題為乙級飲料調製課程的「AR 遊戲式學習」教學法，研究設計內容可分以下部份說明：

a.教學目標：

透過 AR 遊戲式學習融入課程，並透過教師引導給予學習鷹架，使學生能夠學習到酒類的基礎知識以及了解基礎調酒的調製原理，並提供機會讓學生有機會展現調製成果。

b.教學方法：

以自行設計之 AR 桌上型調酒教育遊戲，於課程中實施。具體實施方式為，學期初課程開始時，先給予同學進行前測，之後上課時由老師先進行課程講解及實作(約 50 分鐘)，並於第二節課上課開始時，老師先進行遊戲目標講解，之後以分組方式進行調酒桌遊(約 20 分鐘)，遊戲結束後，導師隨機抽選各組遊戲勝利的同學上台分享遊戲中的策略(10 分鐘)，以及完成了哪幾道調酒，並發放學習單給各組同學，請同學完成學習單問題(例如:遊戲中抽到哪些調酒題目卡? 該調酒需要

哪些材料才可以完成?各基酒的特性配對題)(10分鐘)，最後由老師針對本堂課學習的調酒知識與遊戲中的連結做總結(10分鐘)；期末考試時，針對本學期所學之知識，進行後測及心流問卷，藉此了解學生的學習成效及對於遊戲式學習是否產生高度的學習投入。

c.成績考核方式:

出席與上課參與率 20%、平時參與遊戲學習單 25%、期中學科考試 25%、期末術科考試 30%。

d.各週課程進度，如下表(表 4-1)所示:

表 4-1 桌遊融入課程教學之研究整理表

週次	課程主題	內容說明
1	課程介紹/期初前測	說明本課程之進行方式/計分/教材/教具
2	基酒介紹	酒的分類與屬性
3	烈酒介紹	酒的分類與屬性
4	香甜酒及其他酒類	酒的分類與屬性
5	調製流程示範 (1)	6大調製方法/實際操作
6	調製流程示範 (2)	6大調製方法/實際操作
7	技術士證照考照流程說明	報名/繳費/筆試/術科
8-9	酒譜記憶訓練	搭配 AR 桌遊進行
10	期中測驗	
11-12	調製流程示範 (3)	6大調製方法/實際操作
13	葡萄酒品評	實際聞酒及瞭解酒的色澤風味
14	酒譜記憶訓練	搭配 AR 桌遊進行
15	分組對抗賽	利用 AR 桌遊分組比賽
16	術科模擬實測	搭配評分表/學習單
17	術科模擬實測	搭配評分表/學習單
18	期末後測及心流問卷	心得分享

(2) 學習成效評量工具:

a.學習成效：學習成效評量之題目分為兩大類題，包含「知識與技能應用」、

「情境與技能應用」2個大題，共 55 分；分別在遊戲中的「調酒題目卡」與

「人物卡」可以學習到 2 個面向的認知能力，2 大題皆採用配合題的方式進行。前後測採用相同題目。所有題目由具有 10 年休閒餐旅領域經驗之專業教師設計，並經由教育專業領域專家審核修改完成，具備專家效度。

b.心流：為瞭解學習者對於 AR 桌遊的投入程度，本研究採用 Kiili (2006) 的心流問卷，採用 Hou & Chou (2012)翻譯的中文版本，量表分為心流先決因素 (Flow Antecedents) 與心流經驗 (Flow Experience) 兩大構面，共計 22 題；內部一致性 Cronbach's $\alpha=0.923$ ，顯示該量表具有極高的信度。

c.學習動機：本研究以採用 Keller(1987a)所提出之動機量表(Instructional Materials Motivational Scale)，該量表係以 ARCS 動機模式(Keller, 1987b)為基礎所設計而成，作為問卷設計的參考依據，問卷內容分成「注意」(A)、「相關」(R)、「信心」(C)及「滿足」(S)四個構面。

(3) 研究步驟說明

a.研究流程

本研究架構以 AR 桌上型調酒教育桌遊為素材，建構課程教材，課程進行方式以遊戲式學習及分組討論方式，一方面提高學生的學習動機，另一方面透過教師給予遊戲勝利目標，激發學生策略思考及邏輯推理，進而達到學習酒類知識及記憶調酒材料之教學目標，研究流程圖如圖 4-1 所示：

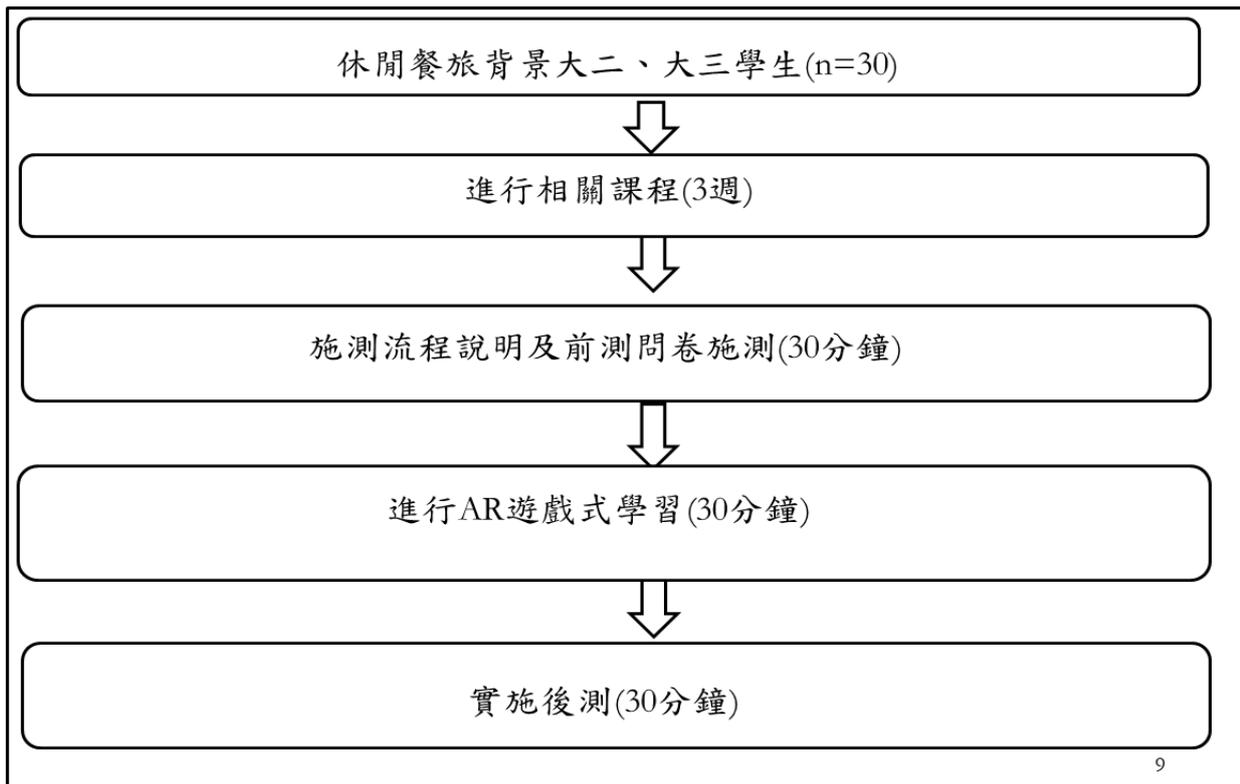


圖 4-1 以 AR 遊戲式學習融入吧檯經營實務課程之研究架構圖

b. 研究範圍

本教學計畫研究範圍為乙級飲料調製證照課程，課程名稱為吧檯經營實務，課程內容涵蓋基酒的認識、各式酒杯的認識、酒類調製方法介紹以及各種調酒所需材料的介紹，並於期末讓學生進行術科實務操作。

c. 研究對象與場域

本研究對象為本校休閒遊憩管理系二、三年級之學生，大二與大三學生共 30 位，平均年齡為 19.10 歲，學生在施測前均未曾以 AR 教育桌遊進行學習。該科系學生於一年級時已修過餐旅概論課程，對於飲料調製概念已有基本認知，部份學生已有丙級飲料調製技術士證照，但皆沒有乙級調酒相關證照，資料收集之場域將於本校教室進行，於課程期間進行前後測，瞭解學生對於遊戲式學習進行後的成效、動機與心流。

(4) AR 擴增實境桌遊

「Tie Me Up!再來一杯」AR 教育桌遊，如圖 4-1 所示，是以調酒知識為主題，結合擴增實境的 APP，讓玩家可透過平板或手機與遊戲卡片進行互動，在遊戲過程中瞭解調酒的材料、製作順序及風味口感，透過 AR 桌遊進行虛擬調酒任務，本遊戲之學習目標、遊戲流程與認知機制特色說明如下：

a.學習目標

讓學生透過卡牌題目線索，尋找適當的基酒、配酒與材料卡牌，並透過人物卡的文字提示，找出符合特性的調酒卡牌與人物卡配對，藉由探索卡牌解謎的過程，增加學生對調酒「陳述性知識」(瞭解調酒的材料)、「程序性知識」(瞭解調酒的順序與流程)及「情境分析」(依據顧客人物角色對於飲料風味需求之情境分析進行調酒)的能力。

b.遊戲流程

玩家扮演酒吧中的調酒師，可從調酒任務卡上的文字線索作提示，找出適合該道調酒的基酒卡、配酒卡與材料卡，藉由在每回合中挑選與更換卡片，蒐集正確的卡片，依照正確的調酒順序，組合完成某張調酒任務卡中的調酒。蒐集完卡片之後，玩家須使用擴增實境 APP 掃描卡片進行卡片組合的即時檢核(如圖 4-2)，率先成功組合的玩家可以獲得該任務卡上的積分，並且同時可以挑選一張顧客卡，每張顧客卡上皆有顧客對於調酒口味的喜好的情境線索(例如：該人物的生活情境、身體狀態等)。玩家須判斷與自己手邊已完成的調酒特性接近的顧客卡，若配對成功，則可再掃描及時檢核，獲得更多分數，最後由分數最高的玩家獲得勝利。在這個遊戲中的互動方式有二，可以由單獨玩家扮演一位調酒師彼此競爭，亦可以由兩三位玩家組成調

酒團隊開設酒吧，採取協作方式，在一定時間內完成最高的積分。



圖 4-2 使用擴增實境 APP 進行掃描即時檢核

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

a. 學習成效

前後測學習成效評量結果如表 5-1 所示。測驗卷滿分為 55 分。受試者前測平均分數為 13.97 分，後測為 33.80 分。透過成對樣本 T 檢定(paired t-test) 檢驗受試者前後測成績，結果顯示前後測結果有顯著差異($p < .05$)，另外在第一大題「知識與技能應用」與第二大題「情境與技能應用」前後測成績亦均有顯著差異($p < .05$)，顯見本遊戲對於受試者無論在調酒知識或是情境與技能的應用，學習成效均有顯著提升。

表 5-1 學習成效成對樣本 t 檢定摘要表

	前測(n=30)		後測(n=30)		t	p
	M	SD	M	SD		
前測-後測	13.97	8.03	33.80	12.52	-7.67	.000*
第一大題	11.70	7.52	30.27	11.41	-7.65	.000*
第二大題	2.27	1.11	3.53	1.80	-3.82	.001*

* $p < .05$

b. 學習動機

學習之統計結果如表 5-2 所示。在整體學習動機前測平均為 3.50 分，後測為 3.78 分，透過成對樣本 t 檢定檢驗受試者前後測之動機分數，結果顯示前後測結果有顯著差異($p < .05$)，顯見學生在進行遊戲後，對於調酒科目的學習動機有顯著提升，再針對動機的 4 個維度，A(引起注意)、R(切身相關)、C(建立信心)、S(獲得滿足)進行前後測，發現學生在進行遊戲後，對於遊戲與自己學習目標的切身相關以及透過遊戲建立信心有顯著提升($p < .05$)；而該遊戲對於學生注意力及滿足感的提升則無明顯提升。

表 5-2 學習動機成對樣本 T 檢定摘要表

	前測(n=30)		後測(n=30)		t	p
	M	SD	M	SD		
學習動機	3.50	.58	3.78	.71	-2.88	.007*
A(注意)	3.61	.65	3.90	.84	-1.97	.059
R(相關)	3.43	.63	3.76	.69	-3.83	.001*
C(信心)	3.39	.61	3.69	.72	-2.49	.019*
S(滿足)	3.59	.69	3.77	.78	-1.51	.142

* $p < .05$

c. 心流

心流問卷之分析結果如表 5-3 所示。在心流先決因素面向的平均分數為 3.70，代表遊戲的設計本身可促進受試者進入心流狀態。在心流經驗面向的平均分數為 3.76，代表受試者在遊戲的過程中有順利地沉浸於遊戲中進入心流狀態。整體心流平均數為 3.73，表示這款遊戲的認知設計、規則、機制等

要素使學生進入一定程度的心流狀態。

表 5-3 心流各面向之描述統計摘要表

Flow Dimensions	<i>M</i>	<i>SD</i>	Cronbach's α
心流先決因素	3.70	.51	.848
挑戰與技能的平衡	3.78	.63	.729
清楚的目標	3.93	.63	.340
清楚的回饋	3.63	.59	.582
自我掌控感	3.82	.66	.785
可玩性	3.33	.82	.575
心流經驗	3.76	.54	.868
專注度	3.83	.74	.926
時間感扭曲	3.55	.85	.771
自成的目標	4.00	.62	.798
失去自我意識	3.32	.68	.232
整體心流	3.73	.51	.923

(2) 教師教學反思

過去教學現場針對調酒課程，多半強調術科操作，往往造成學生對於調酒的「操作手法」熟練，但學理知識性不足。本研究以 AR 桌遊結合吧檯經營實務課程，讓學生透過遊戲式學習加深對於調酒知識與情境的應用。研究主要探討學習成效、動機與學習者心流體驗，在教學上仍有遇到學生對於數位工具的操作較不熟悉，或是對於遊戲規則不理解，致使外部認知負荷過高，進而降低學習動機，未來在教學上如何簡化遊戲規則解說，在不複雜的規則下，讓學生能透過遊戲式學習獲得知識，是值得思考之處。

(3) 學生學習回饋

本研究在學習成效方面，「知識與技能應用」與「情境與技能應用」的前後測成績均有明顯進步，且達顯著差異，表示使用 AR 教育桌遊融入課程，對於學生在知識與情境應用的學習效果均有顯著提升。

學習動機方面，整體動機、相關(R)與信心(C)有顯著提升，顯見使用 AR 遊戲式學習能幫助學生建立學習信心，並使學生了解學習目標與課程之相關，惟在注意(A)及滿足(S)，學習前後並無顯著差異，顯見遊戲內容尚無法提升學生注意力與學習之滿足感，日後可針對遊戲內容與認知設計的連結做進一步修

正。

在心流部分，子維度「自成的目標」、「清楚的目標」中獲得 4.00 分及 3.93 分，而在「可玩性」部份 3.33 分則偏低，顯見本遊戲的教學及遊戲目標明確，且給予學生良好的遊戲體驗，但在遊戲內容及規則的明確性可以再改善。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本研究以 AR 桌遊結合吧檯經營實務課程，讓學生透過遊戲式學習加深對於調酒知識與情境的應用。研究主要探討學習成效、動機與學習者心流體驗，未來建議可探討 AR 遊戲式學習能否降低學生的學習焦慮，亦可研究不同的遊戲模式(例如採用合作組與競爭組的差異)，在學生的學習成效改善上是否有不同差異，甚至深入探討學生的學習歷程，以做為未來改善遊戲機制設計的參考。

二. 參考文獻(References)

英文文獻:

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Billinghurst, M., Belcher, D., Gupta, A., Kiyokawa K. (2003). Communication Behaviors in Colocated Collaborative AR Interfaces. *Computer Interaction*, 16(3), 395-423.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G.(2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536–544.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014) A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computer in Human Behavior*, 37:31–40
- Chang, R., Chung, L., & Huang, Y. (2016). Developing an interactive augmented reality system as a complement to plant education and comparing its effectiveness

- with video learning. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1245–1264.
- Chen, C., Chou, Y. & Huang, C. (2016). An Augmented-Reality-Based Concept Map to Support Mobile Learning for Science. *Asia-Pacific Edu Res*, 25, 567–578.
- Chen, Y. C. (2019). Effect of Mobile Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Math Anxiety in a Math Course. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1695-1722.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the learning sciences*, 13(1), 15-42.
- Diegmann P, Schmidt-Kraepelin M, Van den Eynden S, et al. (2015) Benefits of augmented reality in educational environments - A systematic literature review. In: *Wirtschaftsinformatik, Osnabrück, Germany*, pp.1542-1556.
- 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.
- Hou, H. T. (2012). Exploring the behavioral patterns of learners in an educational massively multiple online role-playing game (MMORPG), *Computers and Education*, 58, 4, 1225-1233.
- Hou, H. T., & Chou, Y. S. (2012). Exploring the technology acceptance and flow state of a chamber escape game-Escape The Lab for learning electromagnet concept. *The 20th International Conference on Computers in Education (ICCE2012)*.
- Hou, H. T. (2015). Integrating cluster and sequential analysis to explore learners' flow and behavioral patterns in a simulation game with situated-learning context for science courses: A video-based process exploration. *Computers in Human Behavior*, 48, 424–435.
- Johnson, C. I., & Mayer, R. E. (2010). Applying the self-explanation principle to multimedia learning in a computer-based game-like environment. *Computers in Human Behavior*, 26, 1246–1252.
- Ke, F., Xie, K., & Xie, Y. (2016). Game-based learning engagement: A theory-and data-driven exploration. *British Journal of Educational Technology*, 47(6), 1183–1201.
- Keller, J. M. (1987a). *IMMS: Instructional materials motivation survey*. FL: Florida State University
- Keller, J. M. (1987b). *Development and use of the ARCS model of instructional design*.

- Journal of Instructional Development, 10(3), 2-10.
- Kiili, K. (2006) Evaluations of an experiential gaming model. *Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 2(2), 187-201.
- Laine, T. H., Nygren, E., Dirin, A. et al. (2016). Science Spots AR: a platform for science learning games with augmented reality. *Education Tech Research Dev*, 64, 507–531.
- Lin, H. K., Chen, M., & Chang, C. (2015). Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality learning system. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 799–810.
- Papastergiou, M.(2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283.
- Salinas, P., & Pulido, R. (2017). Understanding the conics through augmented reality. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2), 341–354.
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y., & Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68-77.
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2014). Teaching Based on Augmented Reality for a Technical Creative Design Course. *Computers & Education*. 81. 221-234.
- Zhang, J., & Sung, Y. T., & Hou, H. T., & Kuo, C. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers & Education*. 73. 178–188.

中文文獻：

- 林鳳儀 (2017)。色彩原理課程為主題之桌遊設計－以色彩混合與原色單元為例。國立臺北教育大學，臺北市。
- 侯采伶 (2016)。用桌遊來翻轉學習－以國中數學質數為例。臺灣教育評論月刊，5(5)，132-137。
- 陳逸之 (2014)。以桌上遊戲課程促進國小智能障礙學生與普通班同儕融合之行動

- 研究。國立臺北教育大學，臺北市。
- 蕭靜欣 (2019)。傳統節慶桌遊融入學習共同體方案對於國小一年級學童學習成就及學習興趣之個案研究。淡江大學，新北市。
- 王筱妮、梁淑坤 (2018)。桌遊融入國小三年級數與計算課程之設計與反思。臺灣數學教師電子期刊，39(2)，23-49。
- 張晟恒 (2017)。數學科算術桌遊設計應用於國小低年級課程之研究。國立臺北教育大學，臺北市。
- 張堔森 (2017)。數位桌遊對原住民國小高年級學生臺灣歷史學習成效之設計本位研究—以清領時期為例。國立臺北教育大學，臺北市。
- 戴育芳、鄭永熏 (2017)。桌上遊戲融入國小閩南語教學對學生閩南語口語能力與學習自信心的影響。國際數位媒體設計學刊，9(2)，54-62。