

# 運用設計思考提升職前幼教師科學遊戲設計能力之個案研究

黃麗鳳<sup>1</sup> 陳雅鈴<sup>1,\*</sup> Hartmut Wedekind<sup>2</sup>

<sup>1</sup>國立屏東大學 幼兒教育學系

<sup>2</sup>Department of Early Childhood Education, Alice Salomon Hochschule

## 摘要

本研究主要目的為將「設計思考」(Design Thinking, DT)教學理念融入「創意科學遊戲設計」這門課程中,以培養職前幼教師創意思考、動手實作及自我學習等未來科學教學關鍵能力。本研究之研究問題為:教師如何規劃DT融入科學遊戲設計教學?教學的歷程為何?成效為何?挑戰為何?本計畫的主要參與者為授課的二位教師及選修此課程的37位職前幼教師,來自德國的Wedekind教授則擔任本課程之諮詢者。課程結束前,研究者亦邀請鄰近幼兒園之幼兒及其教師實際參與實作,實作結果回饋設計以組作為修正雛型之參考。每次實作約有20位幼兒及二位教師參與活動。本研究主要採用個案研究法,資料收集方式包括:觀察、訪談、回饋問卷及文件收集,收集到的資料主要以質性方式進行分析。DT融入教學的實施歷程分為「創意科學遊戲設計」整體的課程設計及DT融入教學歷程中學生中如何瞭解使用者需求,如何創意動腦及如何執行。DT融入教學之成效整體呈現高分且正向的回饋,學生在同儕互動、師生平等互動、科學遊戲設計能力、引導幼兒科學探究的各項能力都有顯著改善。然而,學生在「引起幼兒探究動機」、「引導提問及解釋探究結果」及「靈活運用不同引導探索模式」能力仍待加強。文末提出DT融入科學教學的主要挑戰及建議。

**關鍵詞:** 幼兒科學教育、幼教師專業成長、建構式教學、設計思考、創意科學遊戲

## 壹、緒論

在一個資訊爆炸的時代,新知識及資訊的量每天以萬倍的速度成長著,課堂上所學的知識常在學生畢業後已被汰舊換新。在這樣資訊爆炸、知識訊息隨手可得、科技日益進步的社會趨勢中,大學傳統被動式的上

課方式已不能滿足未來世界對人才的需求。研究者任教十餘年發現學生學習動機不足,期待老師提供課程完整資料,欠缺批判思考、發掘問題、分析問題和與人合作解決問題等自主學習能力,而這些能力卻是未來世界公民重要的競爭能力。因此,研究者思索要如何改變課程進行方式,促進學生的學習

\*通訊作者:陳雅鈴, yaling@mail.nptu.edu.tw

(投稿日期:民國109年1月30日,修訂日期:民國109年4月20日,接受日期:民國109年4月20日)

動機，同時亦培養學生具備未來關鍵的重要能力。此外，學生常反應課堂上所學太過理論，缺乏與實務工作之連結，導致他們無法將所學知識及技能應用於工作場域。史丹佛大學(Stanford University)推行的「設計思考」(Design Thinking, DT)教學，著重學生創意思考、動手實作、自我學習及翻轉課室中的「教學者」和「學習者」等特色，很符合研究者想要激勵學生主動學習及增加實務應用能力的目的。因此，研究者開設「創意科學遊戲設計」這門課來實驗如何將DT的教學理念應用於教學中，希望從中培養學生創意思考、動手實作及自我學習等未來必備的重要能力。因此，本研究主要的研究問題為：

一、教師如何規劃及進行DT融入職前幼教師「科學遊戲設計」教學？

二、DT融入職前幼教師「科學遊戲設計」教學的成效如何？挑戰為何？

## 貳、文獻探討

### 一、建構式教育理念

本計畫的主要理念根據為建構式教學，建構論的提倡者皮亞傑(Jean Piaget)在1929年提出，學習是發生在學習者主動投入參與知識的建構之中，而不是被動地接受資訊(Biggs, 2014)。從建構式教學的角度來看，學生無法從被動的聽或讀習得知識，課程發展必需建立在學生已知的認知架構上。建構式教學主要的教學策略包含：主動學習、發現探索、討論協調及合作學習等(Devries & Zan, 2003)。在建構式教學的學習環境中，教師是一個促進者，鼓勵學生探索並建構知識，教師會設計多元開放的問題，引導學生思考，並經由各種探究或實驗，解決實務性問題。教室的學習文化是誘發好奇心、鼓勵同儕討論和實驗分析(Schunk,

2012)。簡而言之，在建構式教學中，教師的角色主要是設立一個準備好、能吸引學生探究的環境，讓學生充分地探索，以支持及引導學生思考及實作。本研究的教學即以建構式教學原理為基礎，鼓勵學生成為主動的學習者、動手操作者及彼此鷹架者，教師的角色為支持者及促進者。

### 二、DT教學

在建構式教學的教育理念的架構之下，研究者結合史丹佛大學的DT程序規劃整體課程。DT的概念主要源自於蘋果電腦的設計理念：產品設計應跳脫傳統局限，深入觀察並瞭解顧客的需求，以人們的真實需求來設計產品，才能受到大眾喜好。2005年在史丹佛大學成立了一個很特別的學院，其全名為哈索·普拉特納設計學院(Hasso Plattner Institute of Design at Stanford, Stanford d. School)，Stanford d. School將DT的概念融入教學上，重新思考學生真實的學習需求，並依此來改革傳統的上課方式。DT主要的優點及特色是結合了使用者觀點、跨域知識及發展創新的解決方式(Oh & Nah, 2014)。在整個DT中，最重要的軸心是「以人為本」(human-centered)，從人的需求出發，為各種議題尋求創新解決方案。另外一個重要軸心是「雛型設計」(prototype design)，雛型設計讓學生在學校體驗創意的失敗經驗，並進行相對應的修正，對日後創意與實作產品應用有相當大的助益。另外，DT強調跨域團隊合作，鼓勵由不同背景的成員組成小組，讓不同的聲音及想法在討論中流動，激發出更多創新的可能(Carroll et al., 2010)。

史丹佛大學的DT課程安排以12週課程為主，大多採用工作坊(workshop)方式進行。課程基本上先從真實世界的問題開始，然後

建立雛型，最後展現可行的解決方案，並讓方案接受相關人士評估。小組成員大約10人以下，每個小組有2～3個小組長，負責整個專案的運作掌控，全職的講師會同時指導幾個小組。小組成員的參與時間彈性，並不像一般課程那樣僵化，只要計畫最後能完成即可。授課地點也偏向以小組工作室的方式陳設。由於計畫中可能涉及各種不同領域的專業，因此除了全職的講師外，亦有4～5位非全職的各領域專家協助專案的進行(Bybee, 2013)。DT的教學方法有極佳的成效，研究發現DT的教學對於學生的創意設計、團隊溝通合作、多型態思考力都有很大的幫助(Carroll et al., 2010; Oh & Nah, 2014)。因為成效極佳，DT課程除了在歐美多所知名大學採用之外，也在亞洲許多國家(如中國、日本及新加坡)被大力推行(Kurokawa, 2013)，應用的場域也從早年的工程(Ito, Naoe, Imazawa, & Matsushita, 2015)、藝術設計及商管領域(Dunne & Martin, 2006)擴展到了科技及人文社會學科的人才培訓課程(Chambers, Jones, Murphy, & Sandford, 2018)。

Stanford d. School強調DT有五步驟：同理心(empathize)、定義(define)、發想(ideate)、原型(prototype)、測試(test)。DT強調設計應首重使用者需求，接著定義出使用者面臨的問題，再運用團隊腦力激盪的方式發想各種點子，並動手做出雛型，進入實測，藉此去解決真實世界的問題(Brown & Wyatt, 2010)。Brown與Wyatt將五個步驟統整成三個重要程序：啟發(inspiration)、創意動腦(ideation)和執行(implementation)，三個程序分別說明如下。(一)啟發：啟發階段融合了Stanford d. School的同理及定義步驟，強調設計者必須同理使用者的感受，才有辦法定義出欲尋求解答的問題。因此，設計者常會以多元的方式(如訪問、田野調查或問卷

等)同理及瞭解使用者生活中遇到的問題及需求，以此作為方案計畫的起始點。(二)創意動腦：創意動腦階段即是Stanford d. School的發現步驟，是產生、發展和測試想法的過程。在學習者蒐集眾多資訊後，需要經過「組織」、「刪去」、「挖深」、「重組」(可交互使用)等步驟，對問題重新做定義，思考可行的方法。這個階段想法越多元越好，強調多元背景的小組成員及發散性思考(divergent thinking)，產出多元的想法及策略。在成員提出想法及策略時，可遵守三不五要原則：「不要打斷、不要批評、不要離題；要延續他人想法、要畫圖、要瘋狂、數量要多、要下標題」才能有效收集想法及組織意見。小組可以用各種視覺圖像的方式呈現大家的意見(如心智圖)，以系統性地組織各種想法，再慢慢討論各種想法的可行性，最後做整理及刪減，發展出可行的方案。(三)執行：執行階段包含了雛型製作及測試步驟，此程序是將計畫轉化成為一個可付諸實行的行動計畫或製作一個雛型的方式，讓設計者透過實作過程使想法更具體明確。本階段的產出結果會作為測試之用，測試過程中仔細觀察使用者的狀況及產生的挑戰和問題，以回饋及改善原始方案的設計，如此不斷反覆進行，直到設計符合使用者的需求為止。Brown與Wyatt的三大程序統整了DT的五大步驟，在社會科學領域有許多成功的應用案例，再加上DT五大步驟並不是按照順序不變的進行，而是在這三個主要程序中來回運作或盤旋向上發展(Brown & Wyatt)，因此本研究採用Brown與Wyatt提出的DT三程序，依此程序來進行DT融入科學遊戲設計課程。

## 參、研究方法

本計畫主要採用質性的個案研究方法進

行。個案研究較適合用來測試理論模式是否適合運用在真實世界的情境中(Yin, 2017)，本研究主要在探究DT融入「創意科學遊戲設計」這門課的應用情形及成效，評估DT教學是否適合在幼教專業課程中實際推行，聚焦於回答「如何進行」及「進行成效」的問題，因此適合選擇質性導向的個案研究方法進行本研究。

## 一、研究場域

研究場域主要在研究者任教的大學中進行。此大學為國立大學，雖地處臺灣南部但資源豐富。DT融入教學的實驗主要在「創意科學遊戲設計」這門課中進行，這門課主要開設在幼兒教育學系(簡稱幼教系)中，雖然也歡迎其他系的學生選修此門課，但選修學生仍以幼教系學生為主。授課的主要場域在「幼兒動手玩科學探索教室」，該教室是由德國柏林Alice Salomon Hochschule (ASH)大學Wedekind教授與兩位研究者討論規劃下建立。教室環境規劃以提升小組討論及自由探索為考量，課桌椅安排以小組形式陳設，教室中收集有各式低結構素材供學生自由取用，非常適合小組探索型的課程。

## 二、研究參與者

本研究的主要參與者為2位授課教師(即2位研究者)、37位課程選修學生及期末參與實際探索活動的幼兒園教師及幼兒。「創意科學遊戲設計」課程由二位教師協同教學，隨著學生設計出的方案問題不同，亦隨時加入不同領域的專業人士的諮詢，如科普傳播學系的教師及跨國合作的Wedekind教授，以引導小組成員們完成遊戲方案的設計。2位授課教師均為幼教系專任教師，具有豐富的幼教課程設計、教學實務及輔導經驗。近年來，

2位教師共同負責「幼兒動手玩科學中心」之規劃及「幼兒自然科學專業成長」之工作坊推展，具有良好的合作默契。另外，2位教師們亦帶領學生設計科學夏令營課程，有豐富的教學實務輔導經驗。「創意科學遊戲設計」這門課主要開設給大四學生，共有37位大四學生選修，雖然開放外系選修，但最後37位學生均為幼教系學生。多數學生已修畢「幼兒發展、課程設計、教具設計、幼兒自然科學教育」等課程，因此具備進行科學遊戲的基本知識及能力，本課程奠基於學生這些既有能力之上，引導學生進行DT融入教學的建構式學習。37位學生總共分為7組，每組5~6人一組，每一組要合作設計出四個科學遊戲供同學及幼兒探索。在本課程結束前，研究者邀請幼兒園幼兒及教師到校參與科學遊戲實作，以便觀察科學遊戲的設計是否符合幼兒需求並解決幼兒對科學探索的問題。參與幼兒以中、大班年齡為主，每次約有20位幼兒及2位教師參與，所有參與者均被告知其研究參與之角色、權益及退出方法，並獲得其參與同意書。

## 三、資料收集

### (一)觀察

課程觀察從107學年度學期初到學期末，每星期一次，每次約一個半小時左右。觀察主要面向包括：DT的融入方式、課程規劃及教授方式、師生的互動方式及學生的回應和表現。教師和學生都是影響教學成效的關鍵人物，因此二者均是主要的觀察對象。上課過程在取得學生們的同意後全程錄影，以便整理及分析。觀察以軼事記錄的方式加以記錄和整理，教師亦在每次課程後進行省思記錄。此外，幼兒入教室進行科學遊戲實作時，研究者亦會進行觀察，觀察重點包含：學生的設計如何回應了幼兒的科學探究問題

及興趣？學生如何提問及引導幼兒？幼兒如何回應學生的引導？幼兒如何與學生互動？幼兒如何進行科學遊戲？幼兒表現出的興趣及困難為何？

## (二)訪談

本研究訪談對象為修課學生和參與研究的教師及幼兒。主要訪談分為正式訪談及非正式訪談。非正式訪談主要發生在每次課堂中的討論及實作互動對談。正式訪談則進行二次，一次在期中，另一次在學期末。期中訪談目的在瞭解學生對課程進行方式、學習內容及改善建議之看法。期末訪談目的則在瞭解參與者對此課程的整體經驗及課程對參與者的影響。學生的訪談以小組焦點訪談方式進行，每次約5～6人接受訪談。二次均以半結構式訪談收集學生的想法，主要訪談大綱為：你對這堂課的看法為何？對這堂課的建議為何？這堂課的經驗是什麼？這堂課對你們的影響為何？訪談大綱只是提問大方向，訪談者會隨著學生的回答再請他們描述、舉例或說明，做進一步的追問，學生有表達自己觀點和意見的空間。每次訪談進行30～60分鐘，為了避免學生因為研究者教師的威權角色而無法暢所欲言，因此訪談主要由受過專業訓練的研究助理進行，並以匿名方式呈現資料，絕不以任何形式呈現受訪者資料。學生在訪談前被邀填寫受訪者同意書，可以拒絕受訪，並不會影響其成績及任何權益。除了正式訪談外，每次上課前、中和上課後，研究者不定時與小組進行討論互動，針對學生的提問及困難，進行非正式訪談，以記錄教學過程中學生遇到的問題。針對參與遊戲的幼兒及幼兒園教師訪談，主要是在幼兒體驗科學遊戲時，以非正式的聊天方式，詢問幼兒是否喜歡這些科學遊戲，以及隨著幼兒的提問與幼兒做一些口語互動。

針對教師部分，也是以非正式的聊天方式，詢問幼兒園教師對於這些科學遊戲的看法及建議。訪談內容在事後以回溯的方式記錄下來，作為改善科學遊戲設計的依據。

## (三)問卷

目前本校每門課都有極詳細的課程滿意度評分表，項目包括：課程規劃、教學方法、教材內容、師生互動及自我收穫。本研究在課程結束後統計此課程滿意度評分表的分項平均及總平均，以評估學生對此課程的滿意度。另外，研究者亦設計一份針對DT融入教學看法的問卷，問卷包含：DT融入教學之內容與教材、教學方法、學習氣氛、學習評量及綜合意見之滿意度評比。問題類型如「DT融入教學讓我的提問能力增強了」、「DT融入教學的上課氣氛活絡」，總共有40題，試題以五分量表勾選(如「極不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「極同意」)，學生在課程結束後於線上Google平臺填寫，填寫時間不超過15分鐘。全份問卷主要由三位幼兒科學研究專家進行題目編選與修訂，以建立問卷之專家效度。問卷信度採Likert量表中最常用的Cronbach's  $\alpha$ 係數考驗其信度，總量表之內部一致性係數值為.86，顯示問卷之內部一致性信度良好(DeVellis, 2003)。

## (四)文件收集

本課程進行歷程中有許多DT融入教學的文件產出，例如教案、學習單、省思紀錄及回饋建議單等。這些文件被有系統的收集及分類，作為資料分析的重要資料來源之一。

## 四、資料分析

資料分析主要著重在課程的進行歷程及成果。歷程主要聚焦在教師如何進行課程

規劃，分析重點為：教師如何實行DT融入教學？教學中師生互動品質如何？教師如何運用不同策略？而教學成效的分析主要集中在DT融入教學對教師及學生的影響。所有資料來源包括：觀察紀錄、訪談逐字稿、課堂紀實、科學遊戲設計文件等。所有資料收集後，都被儲存在質性分析軟體的資料庫之中，先使用開放式編碼進行資料分析，開放式編碼(如引起動機、學習單設計、學生收穫等)進行完後，研究者亦加入文獻中重要概念的編碼(如DT啟發、腦力激盪、雛型修正)，然後再運用這些編碼來找尋是否有類似的概念，並予以歸類(如DT課程設計、引導技巧)，編碼方法為：資料收集方法-資料來源-日期。整理出來的編碼被運用來分析資料及歸類，有些相關的編碼可以整合起來，以提取更大的概念及抽象類目(如DT融入之挑戰、不同引導模式)。本研究使用資料三角交叉驗證法來提高分析的信實度(Yin, 2017)，研究者運用觀察、訪談、文件等多元資料蒐集方式將不同資料來源連結，探索彼此關連，以支持研究發現的詮釋與評論。本研究亦同時採用多元研究方法(如問卷量化統計、質性訪談)，取得多重證據來確認研究成果。此外，本研究三位共同研究人員一起蒐集及分析資料，過程中各自撰寫省思紀錄、共同討論發現及詮釋，積極批判反思自我可能的偏見，以確認結論沒有存在衝突及矛盾之處，提高質性分析的可信賴度。

## 肆、研究結果

### 一、DT融入教學之歷程

#### (一)「創意科學遊戲設計」課程設計

本課程進行18週，每週2小時，課程視需求彈性調整上課地點及時間。課程進行的形式以小組進行設計、討論、動手實作的方式

為主。課程內容規劃主要分為二個大階段：第一階段重點在強調本課程的目標為培養能批判思考、探索發現、問題解決及團隊合作的能力以建立上課文化。另外，研究者以講授和討論方式建立學生設計幼兒科學遊戲需具備的基本能力。因此，前四週的課程安排為：1~2週介紹DT、科學遊戲設計、科學過程技能及科學遊戲設計案例分享。3~4週介紹幼兒科學概念發展、蒐集幼兒科學興趣及需求之方法、引導幼兒科學探索模式及提問技巧。前四週的課程中，很重視培養學生將「科學過程技能」融入引導策略中，研究者舉許多實例分享如何設計及引導幼兒在科學探索中「做假設、實作及歸納發現」。第二階段重點在進行科學遊戲雛型設計實作測試(同學仿幼兒探索)、討論、修正、再實作(幼兒入班探索)、再修正之循環。因此，5~18週的課程進行的方式為每一小組依據指定的科學主題(如水、電與磁、空氣、溫度、力與運動、聲音、光影、化學變化或其他主題)進行科學遊戲雛型設計，實際在教室中布置科學遊戲探索桌進行探索實作。每週進行一個科學主題(如4個探索桌)的實作，每個探索桌的探索時間為20分鐘，時間到後再換一個探索桌，每位探索者均可探索到所有的科學遊戲。例如在聲音主題中，學生即設計了「小小音樂家」、「看見聲音」、「悄悄話」及「給我尖叫聲」四個探索桌供實作，每個探索桌有一位主要的負責同學做探索引導。第一次實作主要是由同儕假裝自己是幼兒進行探索试玩，再將试玩結果回饋給設計組作為修正參考。第二次實作則在隔週進行，教師邀請幼兒進入教室實際探索试玩，幼兒可自由選擇要探索的遊戲，每一遊戲探索時間為20分鐘，時間到時，幼兒可以自由選擇待在原遊戲中持續探索或做遊戲轉換。幼兒探索結束後，設計組會再根據幼兒試玩的回饋及

同學建議再次做修正。每次實作除了歷程中的個別互動回饋外，亦會做至少30分鐘的團體討論，以收集參與者與教師的整體回饋建議。

## (二) DT融入教學之實施歷程

### 1. 瞭解使用者需求

首先，教師歸納幼兒發展及科學遊戲的相關文獻，與學生分享幼兒階段的科學概念發展、常見迷思、幼兒有興趣的科學現象及成功的科學遊戲設計案例。教師們請學生藉由進入幼兒園教學實習的機會，與幼兒互動，藉此觀察及訪談幼兒有興趣的科學遊戲，最後定義出他們想解決的幼兒科學問題。例如「水果浮沉」小組成員在與幼兒交談過程中，幼兒提到：「為什麼媽媽在洗水果及煮菜的時候，有的會沉有的會浮，有的一下沉一下浮？」(幼兒-訪談-20181004)幼兒提出對水果浮沉現象的興趣及疑惑，因此小組成員決定針對「水果浮沉」之科學問題進行遊戲的設計。

### 2. 創意動腦

學生蒐集到幼兒的需求及興趣後，小組成員即運用發散性思考，腦力激盪構思可進行的科學遊戲想法並建立科學遊戲設計的雛型。在雛型建立後，小組成員會先討論此雛型是否能引起幼兒的興趣、難易度是否適中、引導歷程及材料準備等議題，等小組慢慢運用聚斂性思考歸納出較完整的方案後，再與教師約時間討論。教師討論時主要以提問方式引導學生思考，例如「你們要放什麼蔬果讓幼兒探索？選擇蔬果考慮的因素為何？要一次呈現全部蔬果還是有策略性拿出來探索？你覺得這樣做，幼兒會覺得是什麼因素導致它浮／沉？你要如何提問幫幼兒歸納想法？」(討論-教師建議-20181009)過程中，教師提供科學設計教案格式作為小組討論及組織想法的工具，學生也

常運用畫圖及照片等方式呈現他們的設計及準備。與教師討論後，小組會針對雛型的設計做初步的修正。

### 3. 執行

第一階段的執行主要著重在同儕的體驗回饋。小組修正後的設計雛型會先請同儕模仿幼兒進行一次探索科學遊戲，並在實際體驗後，提供設計小組修正的回饋建議。除了體驗過程中的回饋互動外，教師亦會在每週課程最後30分鐘進行總結性討論及回饋。討論的方式是先請設計小組回饋在遊戲進行中，是否有發現仍需改進的地方，接著再請參與體驗的同學提出問題及建議。討論主要由教師領導，以「沒有標準答案」的方式鼓勵學生勇於回饋。討論過程中，教師也會適時地提問及補充，讓討論面向更加多元。例如在「水果浮沉」探索過後，同學們提出以下回饋：「同一水果的量可能要多準備一些，否則後面的幼兒只能探索前面切過或改變過狀態的水果，影響探索結果」、「不同變數的水果可以用不同顏色的托盤放，例如比較大小變數的放一起，比較輕重的放一起。也要準備實驗記錄單，幼兒才不會忘了剛剛實驗的結果，也較能歸納影響變數」(回饋單-學生意見-20181018)。經過第一階段的回饋與修正後，設計小組再次布置修改後的科學遊戲探索桌，進行第二階段的實作。在這個階段，教師邀請幼兒實際進入教室體驗各小組的遊戲設計雛型，每個小組除了引導者外，亦指派學生擔任觀察記錄者及協助者角色，隨時觀察和記錄幼兒反應及回饋。幼兒體驗結束後，學生會將幼兒集合起來與幼兒討論他們的遊戲感受及發現。等幼兒離開，教師會再與全班學生再一次做統整討論，提供設計小組再次修正之參考：

「水果浮沉」桌面很零亂，幼兒只

顧玩水，同學沒有系統性地引導進行「假設、實作、歸納發現」的探索歷程。許多幼兒仍無法破除迷思地認為「重的會沉，輕的會浮，或是大的會沉，小的會浮」。今天的探索只能算引起探索的動機，需要更多的時間進行反覆實驗及探索，可建議學校延伸到幼兒園學習區持續探索。(觀察-師生團討-20181018)

經過多次修正後，才會將發展完成的幼兒科學遊戲設計成果集結在網站及專書中發表，分享給現場幼教師使用。

## 二、DT融入教學之成效

### (一)問卷呈現學生整體滿意度高

學生在學校每學期固定對教師的教學進行評量，本課程學期總評量分數如表1所示。

學期評量成績在五分量表中，呈現的各面向成績平均皆介於4 (同意) ~ 5 (極同意)之間。各項指標中，尤其以「師生互動」及「自我收穫」得分最高( $M = 4.63$ 及 $M = 4.69$ 分)，顯見DT融入教學讓師生互動更加頻繁及密切，而學生也能從中獲益。除了學校固定項目的學期總評量外，研究者也針對DT融入教學的看法設計了問卷，這份問卷分析的結果如表2所示。

這份問卷中同樣採五分量表進行，結果呈現的分數更高，每個分項的平均皆高於4.60分。在教學行為( $M = 4.71$ 分)、綜合意見( $M = 4.73$ 分)的平均更高於4.70分。整體評量也很高( $M = 4.67$ 分)。因此，整體上來說，學生對這門課的反應是很正向且滿意的。

### (二)增加同儕互動、合作學習、觀摩學習及思考的機會

學生們提到上課中實際體驗和動手操作方式非常有趣：「比起平常坐在教室制式化的課，這個課可以讓我們跑來跑去的，沒有教材限制我們，比較開放而且比較好玩」(訪談-學生回饋-20190103)。在這種上課方式下，同儕互動和合作的機會增加了：「跟不同班的同學之間多增加互動的機會」(訪談-學生回饋-20190103)，尤其是每堂課實際操作後大家就會一起討論分享，那種討論的方式：「可以促進彼此想法的交流，就是大家都丟東西出來思考，就算沒有答案，這東西也會讓我們再想一下」(訪談-學生回饋-20190103)。學生們提到分享可以刺激思考，是很好的上課方式。另外，學生亦提到安排小組之間互相觀摩，可以刺激新的想法：「看到每位同學不同的設計，有些是我們沒想過的活動，可以互相觀摩學習」(訪談-學生回饋-20190103)。

表1：創意科學遊戲學期總評量

| 評量項目     | 課程規劃        | 教學方法        | 教材內容        | 師生互動        | 自我收穫        | 總分          |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 平均數(標準差) | 4.37 (0.65) | 4.49 (0.61) | 4.34 (0.64) | 4.63 (0.60) | 4.69 (0.53) | 4.50 (0.48) |

註：N = 30。

表2：設計思考融入創意科學遊戲之學生整體評量

| 評量項目     | 教學內容與教材     | 教學行為        | 學習氣氛        | 學習評量        | 綜合意見        | 整體評鑑        |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 平均數(標準差) | 4.66 (0.66) | 4.71 (0.58) | 4.61 (0.66) | 4.60 (0.77) | 4.73 (0.55) | 4.67 (0.62) |

註：N = 22。

### (三)提升師生平等互動和共同學習氛圍

在開學的第一和第二週，教師針對DT教學中教師的角色與學生們做溝通。因此，學生們大致瞭解在此門課中，教師的角色為支持及促進者，並非傳統的知識傳授者及權威者，學生才是主動的學習者、動手操作者及彼此鷹架者。學生提到他們對老師角色的看法：「讓我們自己分配、自己選擇，沒有什麼規定，就完全沒有，讓我們自己去設計」(訪談-學生回饋-20190104)。學生都有感受到教師給了他們很大的創意發想及實作空間，沒有特別規定，學生們享有很大的自主權。在教學引導方式上學生的感受是：「老師在這一堂課比較針對在同學間的問答，或者是運用操作的方式進行去引導」(訪談-學生回饋-20190104)。在課堂上教師將討論主導權交給學生，但私下教師會視學生的程度及狀況，提供不同的資源以支持學生們的創意：「老師私訊給我很多資訊，她一直跟我解釋，我是看老師的解釋我才知道的，網路上有時候看那個文字真的很抽象」(訪談-學生回饋-20181115)。透過不同的指導方式，學生們覺得老師的角色與以往課程的不同：「不會說老師有那種上對下的距離感。老師跟我們一起試，跟以往不一樣，不是一個上對下，是平等的一個關係」(訪談-學生回饋-20190104)。除了平等的關係，學生也提到教師不再事事規定或幫忙解決問題：「我們去找老師告狀說別人破壞我們的實驗，然後她會跟我們說，你們要自己想辦法解決啊」(訪談-學生回饋-20181115)，教師試著讓學生透過觀察或討論，自己試著發現問題，然後自己想辦法去解決，讓學生成為學習的主動者。這樣的關係，讓學生們勇於分享及表達：「就不會有我不敢問或者不敢講的狀況」(訪談-學生回饋-20181115)。另外，學生覺得老師的互動建議讓他們收穫很多：「我覺得最棒的是可

以跟老師在課堂上互動，每次實作完成，老師都會給我們建議或是問我們有什麼疑問，然後可以從交流中學到許多」(訪談-學生回饋-20190104)。學生們提到有時老師的建議或分享：「讓我們清醒的那種感覺」(訪談-學生回饋-20190104)，因為老師會提到學生們從沒想到的部分或盲點。

### (四)改善學生科學遊戲設計能力

學生們提到先前課程講解許多教導幼兒自然科學的理論，但並不知如何運用，但這堂課讓他們體驗如何將理論應用在活動中：「以前上那種理論就是死背、死記的，實際操作就會知道原來這些理論是這樣應用的」(訪談-學生回饋-20190103)。經過一學期的修課後，學生認為和初修課時比較，自己的科學遊戲設計能力提升許多：「一開始我們上這堂課之前，例如要布置一個科學探索桌，會不知道方向，可是現在很清楚活動時候，哪些東西是要具備的主要變項，哪些東西是自由探索，讓幼兒去嘗試的變項」(訪談-學生回饋-20190103)。一個學期之後，學生們已能設計出具有引導性及自由探索性的科學遊戲探索桌，學生表示：「可以很直接區辨所準備材料跟活動之間的關聯性」(訪談-學生回饋-20190104)，以及明瞭「過程當中應該如何引導」(訪談-學生回饋-20190104)。另外，學生們提到，剛開始在設計科學遊戲時「比較偏向國小在做的科學活動」(訪談-學生回饋-20190104)，但是現在會「利用故事或是遊戲情境引起動機，就會變得比較像幼兒在玩的東西」(訪談-學生回饋-20190104)，也會把原本查詢到的科學活動資源「轉化為較適合幼兒進行的科學遊戲活動」(訪談-學生回饋-20190104)。

另外，學生們表示：「設計能力中的細

節思考及準備能力都增強了」(訪談-學生回饋-20190103)，有些網路或書籍中的科學遊戲看起來很簡單，但實際操作時，就會發現許多細節要注意：「實際操作之後就會發現有很多問題，例如氣球會爆炸之類的，有些實驗是會有危險」(訪談-學生回饋-20190103)，操作過程中會出現許多狀況，因此領略了即時的應變能力及事前細節思考的重要。還有學生提到：「為了怕實作中同學的提問不會回答，在事前做了很多功課，會想辦法去搞懂科學理論跟背後的定理，不會很敷衍地帶完這個活動，會很認真的去研究」(訪談-學生回饋-20190103)；也有學生表示有些看起來很難的科學遊戲，但實際操作後發現沒那麼困難：「我一開始蠻懷疑為什麼可以做出來，後來發現其實不難」(訪談-學生回饋-20190103)，學生表示成功的經驗讓他們增加了設計科學活動的自信心。

除了學生自述的成長改變外，從學期初到學期末，研究者也觀察學生課程設計的成長軌跡。例如剛開始學生並沒有注意到科學遊戲的設計轉化為實作時常會有一些落差，因此學生在素材準備上並不周全。例如有位學生準備的遊戲與「水的溫度」有關，就遇到下面的困難：「我這桌準備的材料是冰塊跟熱水，面臨一個窘境就是冰塊不夠冰，熱水不夠熱的問題，影響到了探究的結果」(訪談-學生回饋-20181206)。後來該學生省思：「我應該可以去想辦法借出加熱的熱水器，那冰塊的話是可以事先用鹽巴或保冷袋保冷」(訪談-學生回饋-20181206)。因此，在最後一次實作時，學生在素材的準備上就有了更多細節及更周全的考量。此外，剛開始學生並沒有注意到如何引起幼兒科學遊戲的動機，常常直接介紹探索桌的主題及操作方式，例如「這桌名叫『水的表面張力』，你們可以玩看看，要怎麼樣才能讓水的胡椒

粉向旁邊散開」(觀察-同儕操作-20181018)。在經過多次討論並觀察其他組別的創意後，到學期末，學生已能設計出有趣且與幼兒生活連結的引起動機方式。例如「設計成不同材質的動物坡道，將滾球設計成烏龜，請幼兒探究烏龜在不同材質跑道的滾動速度」(觀察-幼兒操作-20181213)。另外，為了讓學生的引導過程更有結構，並協助幼兒整理組織實驗過程中的發現，教師請每組設計引導學習單，多位學生提到，設計學習單的能力也是他們很大的收穫：「我覺得一張學習單做得好不好真的是一個成功的關鍵，學習單做得不好真的不知道你這一桌要做什麼：太開放的學習單會讓幼兒會不知道要探索什麼；太封閉又有些無聊」(訪談-學生回饋-20181230)。研究者觀察發現，學生第一版設計的學習單都以文字描述且非常開放式的提問，例如「『請你畫下你設計的吹管』、『你覺得是什麼原因讓烏龜滾動下來的時間不一樣呢？』學生沒有考慮到幼兒不認識字，且這樣的學習單並沒有引導幼兒實驗及組織實驗資訊的功能。在幾次分享討論後，學生們設計的學習單就已具有圖形化、表格化及實驗資訊組織化的特色」(文件收集-學習單-20181230)。

### (五)改善學生引導幼兒科學過程探究技能

學生們體認到幼兒探索科學時需要有系統性地引導：「如何去面對幼兒提出來的問題，因為這些問題一開始是沒有想到的，要引導幼兒如何去做假設、實作、歸納修正再假設的科學過程，這個引導過程我們學到很多」(訪談-學生回饋-20181230)。許多學生提到這堂課學到最多的是如何引導幼兒去進行科學過程探究：「我的收穫是講話的方式，因為對象是幼兒，我需要用幼兒比較能懂的語言或與他們生活經驗有關的方式

去跟他們講」(訪談-學生回饋-20181230)，學生們不斷地修正自己語言的複雜度以便成功的引導幼兒。學生們總結：「我們上這堂課學到蠻多東西的，因為系上這種課還蠻少的，還蠻慶幸自己有修這堂課，對我引導幼兒科學探究的能力幫助很大」(訪談-學生回饋-20181230)。研究者在試教觀察中，也發現學生引導技巧的進步。學期初各組的引導多無系統性規劃：

在「自己充氣的汽球」的化學變化遊戲中，第一次試教時，學生僅示範一次混用某些內容物後，汽球充氣的現象。接下來，即問幼兒：「想一想為什麼汽球會膨脹起來？你要不要試試看？」但是，因為變數太多，幼兒也不太理解如何調配。因此，實驗得很混亂，幼兒也無法歸納出任何發現。(觀察-同儕操作-20181220)

在第二次試教時，學生即根據第一次經驗及大家的回饋，設計出更多的提問策略，引導幼兒歸納出變因，例如「該怎麼樣讓氣球充氣得更快或是讓氣球變得更大呢？如果把醋(或小蘇打粉)多加一點(或少加一點)會發生什麼事呢？如果一直都不換掉瓶子裡的醋，但不斷添加新的小蘇打粉，你覺得氣球的充氣速度會變嗎？如果搖晃寶特瓶，氣球膨脹的速度會有什麼變化呢？」(觀察-幼兒操作-20190103)在學期末，已經可以觀察到有的學生已能提出有層次性的引導問題。例如有一組學生請幼兒探索傳聲筒聲音大小的主要因素，即提出以下問題：「你覺得什麼因素導致傳聲筒的聲音有的較大聲，有的較小聲？」(觀察-幼兒操作-20181227)「你如果把傳聲筒的線拉緊或者是把它的線弄得鬆鬆的，哪一個聽得比較清楚？」(觀察-幼兒操

作-20181227)等幼兒實作發現緊的較清楚時，學生再提問：「傳聲筒線長和短哪一個較清楚？」(觀察-幼兒操作-20181227)以及「傳聲筒線的粗跟細哪一個清楚？」(觀察-幼兒操作-20181227)成功的引導幼兒透過層次性的提問有系統地探索。

另外，在準備探索素材上，學生的準備度也從第一次的隨意準備，到第二次針對變因做規劃性的預先準備：

在「吸吸杯」的水表面張力探究遊戲中，學生讓幼兒實驗探究為何杯子可以吸住塑膠片。第一次試教時，學生準備了多種材質，多種大小的杯子及塑膠片供幼兒探索。可是，當幼兒假設出可能的影響變數(如杯子瓶口大小或杯身高低)時，學生卻無法提供素材供幼兒驗證。在第二次試教時，學生已經預想了幼兒可能假設的變因，因此準備了不同杯口大小、不同材質杯子、不同瓶身高低、不同材質塑膠片、乾／溼的瓶口接觸面等素材讓幼兒探索及驗證他們的假設。(觀察-幼兒操作-20181213)

雖然幼兒最後不一定能歸納出正確且主要的影響變數，不過只要探索素材充足，幼兒多能夠進行假設、實作、歸納驗證及再假設的科學過程技能訓練。

## (六)仍待加強之科學遊戲設計能力

### 1.引起幼兒探究動機之能力

剛開始進行科學遊戲設計活動時，設計小組的引導人常直接就帶參與者到探索桌，然後就解釋可以如何玩。在團體討論時，教師問道：「幼兒可能會對科學遊戲沒興趣，也不知為何要進行此遊戲，要如何引

起幼兒進行這個遊戲的動機？」(觀察-團體討論-20181206)教師舉例：「你可以向孩子提問及邀請，例如『你們要不要猜猜看這個盒子裡是冰塊還是冷水？』『怎麼知道他不是冷水？』」(觀察-團體討論-20181206)或是運用孩子常見的生活情境帶出：「在水果的浮與沉活動中，你可以說：『媽媽要洗水果囉，你猜這個水果丟下去洗，它會沉還是浮？』」(觀察-團體討論-20181206)老師拋出了想法後，學生們馬上提出了許多的引起動機方式，並運用在之後的活動設計，例如在「聲音」主題中，學生運用戲劇的方式引起動機：「你就要假裝你是小老鼠，要拯救你們的同伴喔！這個就是傳聲筒，我們要來試試看，如果把傳聲筒線拉緊或者是把它的線弄得鬆鬆的，哪一個聽得比較清楚？有長跟短、粗跟細，還有如果中間捏住線的話，哪一個比較清楚？那我們現在一起來試試看好不好？」(觀察-幼兒操作-20181230)另一小組則提出製造問題的情境來引發幼兒的好奇心，如「我們會製造一個問題狀況『咦？垃圾袋怎麼拉不出來？』幼兒會產生好奇，然後想要去知道原因，所以他就會裡裡外外仔仔細細的去觀察，觀察到後來，他可能想去試看看」(訪談-學生-20181027)。教師與學生共同討論，腦力激盪後歸納出了許多引起動機的策略，包括：提問、連結生活情境、故事扮演，或是設計成一個問題狀況，都能引起幼兒探索科學現象的好奇心。

此外，研究者發現小組的科學遊戲設計大多參考網站上的資料，活動大都過於步驟化及小學化，缺乏讓幼兒自由探索的機會，因此在課堂討論中給予以下建議：「你們覺得你們的科學遊戲與小學的有何不同？與網路上的有何不同？你們要不要試試加進更多的幼兒教育元素進去？例如拔不起來的

那個垃圾袋若設計成兔子拔不起來蘿蔔，那幼兒可能就會覺得很有趣，有一點遊戲化及情境化會較符合幼兒階段」(觀察-團體討論-20180927)。有這樣的討論後，學生思考和嘗試如何把活動趣味化：

在「光的折射與反射」活動中，學生設計一個「圖形躲貓貓」的遊戲，讓幼兒自行畫圖後，再去看圖案放入水前、中及後的折射及反射變化；又例如在磁力科學遊戲中，為了要讓幼兒體驗同極相斥和異極相吸，負責的學生設計了蜘蛛先生(背後貼磁鐵)要吃蝴蝶(背後貼磁鐵)的故事情境，讓幼兒反覆操作二個昆蟲磁鐵的補食及逃跑情境，以發現磁鐵相吸和相斥的現象。(觀察-幼兒操作-20181213)

融入遊戲及趣味性元素之後，學生的遊戲設計變得更有吸引力，也較能跳脫過於小學化及操作化的窠臼。

## 2.靈活運用不同引導探索模式之能力

課程的第三週，教師以陀螺為主題示範了三種不同的科學探究引導模式。(1)模式A：直接請學生實驗影響陀螺轉動時間的變項。準備相同面積的圓形紙片和一樣長短的軸心製作陀螺，請學生在靠近軸心的內圈或靠近紙片邊緣貼上相同數目的硬幣，並測量他們轉動的時間的差距。(2)模式B：提供多個可影響陀螺轉動時間的材料，讓學生自由發揮實驗。提供大小不一的圓形紙片或紙盤做陀螺本體，竹筷做軸心，學生可以任意使用不同大小、厚薄的圓形本體，以及改變軸心的長短來製作多個陀螺，並測試哪種陀螺可以轉最久。(3)模式C：提供多元材料，完全不提供提示，讓學生自由實驗。準備一整

桌充滿各種材質、大小不同、形狀不同的物品供學生自由選擇，並做出他們認為可以轉動很久的陀螺。教師讓全部學生實際體驗三種不同探索自然科學的模式後，讓學生瞭解在不同引導模式下他們可能面對的問題及優點，學生可以自由選擇要如何運用這些模式來引導幼兒進行科學遊戲，教師並不限制他們的選擇。

後來學生設計出的遊戲就呈現著不同模式，例如「一組學生設計『烏龜加速向前衝』的摩擦力探究科學遊戲，即較屬於模式A的設計：請幼兒將不同材質放在斜板上，並讓烏龜從斜板上方向滾動至下面。將烏龜滾動的時間記錄下來。預測並實驗烏龜在各個材質上的滾動速度快慢」(文件-教案-20181116)。在這個遊戲中，幼兒被引導聚焦在「材質」會影響滾動的速度，因此去探究這個單一變項對滾動速度的影響。另一組學生設計「飄浮球」的氣體流動及壓力探究的遊戲，即採用模式B的方式設計：「設計讓幼兒用不同的吹具(如管徑不同的吸管、吹風機、電風扇)來吹不同的飄浮物(如乒乓球及保麗龍球)，請幼兒觀察要如何讓球飄浮在空中」(文件-教案-20181116)。學生定義出二個面向「不同吹具的風力」及「不同飄浮物」讓幼兒在這二面向中自由組合進行實驗，探究哪些因素會影響球的飄浮效果。另一組「水果浮沉」浮力探究科學遊戲則採用模式C的方式設計：「教師準備各式各樣不同的水果(橘子、蘋果、香蕉、葡萄、西瓜)讓幼兒預測並實驗在水中是浮或是沉」(文件-教案-20190929)。在這個科學遊戲中，學生完全沒有指出幼兒應該從哪一個面向的變因去實驗探究，幼兒可以自行決定要丟什麼水果進去實驗浮沉。過程中設計該活動的學生需透過仔細的觀察及系統性的提問協助幼兒歸納

出一些變項，並讓幼兒再次試驗和驗證。即便設計活動涵蓋了三個不同的探究模式，學生們對於如何區分模式A、B及C並不是那麼的清楚，因此老師用一個遊戲活動來解釋：

以飄浮球為例，如果是A模式的話，就請幼兒用固定一個球及一枝吸管(頭開花)去吹吹看，看如何吹或用什麼角度吹，可以讓它飄起來。若是模式B可能就是用一個球但不同的吹具讓他們探索，是否吹具的風力大小和吹的角度跟球飄浮有關係。若是模式C就提供多元的東西在桌上，包括：不同材質的球及不同的吹具(或非吹具)，讓幼兒自由探究如何讓球可以飄起來。(觀察-團體討論-20181005)

但在實務中，學生反應變項及模式的使用不易操作：「變項太多不易歸納變因，變項太少又似乎不夠豐富，這點一直到學期末都很難拿捏」(觀察-團體討論-20181005)。多數學生贊成B或C模式較適合學齡前幼兒。以下為學生們的看法：

傾向B模式(43%)的學生：「有既定的步驟讓場面不混亂，同時又保有實驗者自主的探索特性」。

傾向C模式(41%)的學生：「幼兒真的會有跟我們不一樣的想法觀點，可以一起發現新的東西」。

傾向A模式(16%)的學生：「操作時較有依據，不會那麼混亂，比較容易準備科學探究的素材」。(觀察-團體討論-20181005)

整體來說，三種模式沒有所謂的好壞，針對不同對象及情況，有較適用及較不適用的狀況。學生表示：「若對象是小學生以

上、成人，我偏向模式B或C，因為他們的經驗比較多，也較有耐心。但若是幼兒，我偏向A或B，因為他們比較需要引導」(回饋單-學生意見-20181215)。針對沒有科學知識及經驗的幼兒，學生們認為若一下開放太多變數給幼兒探索，其實很難歸納出任何發現，他們說到：「操作者會感到茫然」(回饋單-學生意見-20181215)，可能就純粹體驗探索歷程而已。另外，學生也指出模式C可能需要更多的探索時間：「如果時間長一點的話，用C或B模式其實都還OK，可是如果時間真的不太夠，像是15～20分鐘就要探索或看到一個現象的話，還是用A模式比較適合」(回饋單-學生意見-20181215)。因此，若探索沒有時間限制，學生們認為可以試試看C模式的引導，但若沒有足夠時間，學生仍認為應該給一些引導，較傾向於A或B模式。此外，學生也認為若科學實驗內容較為簡單，幼兒容易歸納出變項，則可以用模式C，但若是「牽涉到很多變因的話，C模式就不是那麼適合」(回饋單-學生意見-20181215)。另外，學生提到若是在幼兒園教室進行的課程，則可以混合不同模式使用，例如「可以先用C模式讓幼兒自由探索，等幼兒歸納出多元又不聚焦的變因時，再引出B模式，讓幼兒在幾個大面向上去試變數，最後用A模式引導幼兒探索預測的單一變項效果」(回饋單-學生意見-20181215)。亦有學生表示：「可先用A或B模式，讓幼兒瞭解重要影響變項後，再用C模式讓幼兒自由創作發想」(回饋單-學生意見-20181215)。

### 3.引導提問及解釋探究結果之能力

教師在課程第三週介紹學生提問類型及技巧，並希望學生能實際運用在引導幼兒進行科學遊戲中。但是，在實作面對同儕或是幼兒時，學生通常把教案中提問引導給忘了。老師經常在分享時段建議：「先觀察記

錄孩子的反應，當孩子沒有idea的時候，就可以拋問題了」(觀察-團體討論-20181025)，教師建議學生善用先前教過的提問類型，如聚焦注意力問題、比較及行動問題等(Fredericks & Kravette, 2014)。不過，並不是所有的學生都能慢慢熟稔提問及引導技巧，有的學生會不自主地將科學原理教授給幼兒：「我沒辦法忍耐太久，較容易說這個是什麼，為什麼會這樣做」(訪談-學生回饋-20181230)。另外，有些學生對於未能事先規劃如何引導及反應的C模式引導感到難以掌握：「對我們來說就是C模式引導會難以掌握，因為幼兒可能會有不同的想法，等於是我們要跟著他們想法隨時準備提問，就是刺激我們自己的腦袋」(訪談-學生回饋-20181230)。向幼兒解釋科學遊戲結果也是非常具挑戰的事，教師分享可行的解釋方式：「我們總不可能跟幼兒說『伯努利定律』，他們聽不懂，但我們可以畫圖給他們看說，因為這個地方擠太多分子，壓力太大，它們要往空間較大壓力較小的地方去」(觀察-教師回饋-20181009)。有學生建議：「可以增加『如何用幼兒聽得懂的方法解釋科學原理』，類似這樣的課程內容」(觀察-教師回饋-20181009)。針對解釋原理與否，教師在開學初即設定好科學遊戲的目的在於：

開啟幼兒探索動機及培養科學過程技能及最後歸納簡單的探究結果。至於是真是能歸納出科學原理並不是主要重點，重要的是學習歷程而不是結果。遊戲過程中還是會出現一些沒辦法解釋的東西，我們就從一起從玩的過程中一起去找答案，一起享受探究問題找答案的樂趣。(觀察-團體討論-20181009)

### 三、DT融入教學之挑戰

#### (一)摸索與評估使用者需求困難

雖然學期初有4週的課程用來奠定學生科學遊戲設計的基本能力，更請學生至幼兒園現場觀察瞭解幼兒需求。但是，實務上要定義多元幼兒的需求很困難，每位幼兒因為年齡、社經背景、個性差異等都有其獨特的需求及特點。因此，學生在定義問題及構思設計時即遇到了很大瓶頸。學生在訪談時說到：「要定義幼兒對什麼科學問題有興趣，並把問題設計成一個探索遊戲非常具挑戰性，要思考很多問題，像是：幼兒科學探究的主要問題是什麼？想達成什麼科學探索目標？幼兒會不會沒有興趣？這個遊戲會不會太難？要如何設計引導？要如何引起學習動機？」(訪談-學生回饋-20181225)在摸索評估幼兒需求這個階段是許多同學表示很困難的階段，研究者在這個階段僅扮演了鷹架和協助角色，引導學生如何去接近幼兒的問題，預想幼兒可能的興趣及想探索的方向，再從學生多元發散性的想法中，慢慢協助他們運用聚斂性思考發展出可行的設計方案。在師生討論或小組討論過程中，研究者堅守：「提供正向建議而不是惡意批評」、「用提問方式提供多種問題思考面向，不強迫改變學生設計，鼓勵嘗試、失敗、再嘗試精神，提供多次討論機會」(省思-教師A-20181005)，讓學生體驗團隊合作、腦力激盪及反覆修正的好處。此外，在需求定義及設計的過程中，研究者常發現學生設計的遊戲無法與幼兒生活經驗做連結。因此，研究者會提醒學生遊戲的設計應與幼兒生活做連結，否則幼兒很難把經驗延續到生活應用中：「設計活動時的取材最好來自幼兒的生活中，因為幼兒有這次的經驗後在家裡還可

以繼續玩」(觀察-團體討論-20181015)。例如「煙要去哪裡？」的科學遊戲中，學生請幼兒預測及實驗觀察：線香的煙在熱水及冰水杯子下的飄動方向是否相同。此遊戲主要在讓幼兒瞭解熱空氣會上升，而冷空氣會下降的原理。老師在團體討論中即建議引導者在引導時可以連結幼兒生活經驗：「家中冷氣我們都裝哪？暖氣又裝哪？小朋友可以回家看一下，冰箱上層那個冷凍庫打開，它的空氣是往上還是往下？這樣，幼兒即可以將他們今天在『煙要去哪裡？』這個遊戲中探索獲得的知識與生活中的現象結合」(觀察-團體討論-20181015)。

#### (二)欠缺設計科學遊戲雛型相關知識能力

幼教系學生多數為高中人文社會學科類組，較缺乏科學原理的知識背景，因此在查閱相關科學遊戲資料時，會遇到不懂科學原理的情況：「我們就是有找到一些網路上的科學遊戲，可是又會呈現不懂的狀況」(訪談-學生回饋-20181010)。針對這個部分，教師在學期初開始有補充一些科學原理講解影片，以補足學生科學知識不足的困境。學生們隨後即表示：「講解的影片搭配動畫或圖片，科學原理就變得蠻容易理解的」(訪談-學生回饋-20181101)。另外，教師在課堂上強調幼兒科學教育的重點在於：「培養幼兒做假設、實作、歸納發現及再假設的科學過程技能。因此，除非幼兒主動問起為什麼的問題，否則並不需要對幼兒解釋幼兒難以理解的科學原理。因為你解釋專有名詞，幼兒也聽不懂」(觀察-團體討論-20180930)。即便如此，科學原理對學生在設計遊戲時有重要的角色，學生必須瞭解科學原理才能設計幼兒探究及操作的引導「變項」，以規劃相關的素材及引導提問策略。科學原理部分就需要

跨領域專家的協助，因為有些實作中出現的科學現象若無科學領域專家，幼教系的指導教授並無法協助學生解決疑惑。

另外，學生欠缺科學遊戲設計實務能力，較無法判斷遊戲對學齡前幼兒的難易度，亦不知如何設計出吸引幼兒興趣的科學遊戲。學生們在找資料進行雛型設計時，多以網路科學遊戲為主，然而為這些遊戲設計多以小學生為主要對象，困難度及引導方式均不適合學齡前幼兒，需要重新設計。針對這點，一些學生反應不知從何著手：「網路上可以找到很多科學遊戲，但就真的不知道要從何去改，感覺還是不太能夠融入一些吸引幼兒的元素，因為我實在想不到」(訪談-同學回饋-20181010)。在這個部分，學生們花了一些時間摸索，教師在與小組討論時，也會特別針對這些部分討論。剛開始幾個小組表現不盡理想，但後來在互相觀摩及討論中，學生漸漸摸索出方法。因此，在以學生為學習主體的教室中，學生們不僅是從教師的引導，也能透過同儕觀摩及討論中學習(Carroll et al., 2010)。學生們也表示：「若能有具體的幼兒科學遊戲設計範本供參考，會較有方向感」(訪談-學生回饋-20181101)，因為這是第一年執行DT融入教學，所以今年的學生沒有範本可循，將來開課時，選課學生便能以這次產出的範本做參考。

此外，學生們無法抓到幼兒進行科學遊戲時主要的引導方向，因此在設計引導策略雛型時，常常無法抓到重點。陳淑敏(2018)指出幼教階段的科學遊戲並不在於「教導」幼兒認識科學原理及知識，而是希望透過科學遊戲的參與，學習科學探究的方法。因此，這堂課的進行方式並沒有正式地教導學生科學原理及知識，而是讓學生們自己蒐集相關科學遊戲，瞭解簡單的科學原理後再設計成適合幼兒的科學

遊戲。然而，在觀察學生引導幼兒時，發現有部分學生會習慣性地向幼兒傳遞科學原理，於是研究者在課後討論時，釐清科學原理在設計遊戲設計中的角色：

為什麼你要先有科學原理知識，你自己要先知道為什麼會造成如此科學現象(如水果浮沉的變項之一是含糖量或密度)。然後，你才能在幼兒操作時，透過提問引導他們一一去實驗探究他們假設的變項。例如若幼兒覺得是水果大小決定浮沉，就拿不同大小的水果讓他們實驗，準備一些衝擊他們假設的實驗物品(如葡萄小，但沉下去了)。若幼兒再次假設可能是因為重量讓水果下沉，教師可以再拿出輕重不同的水果，看是不是重的水果會下沉(如西瓜重但浮了起來)。(觀察-團體討論-20181116)

教師提醒學生，重要的不是幼兒在探究歷程中是否歸納出正確的影響因素或瞭解科學原理，而是透過反覆的「假設、實作、歸納發現、修正」的科學過程技能讓幼兒體驗如何運用科學的方法解決他們的問題。

### (三)教師教學引導收放拿捏兩難

在整個DT的教學歷程中，並不是那麼順暢，學生仍較習慣於教師主導的被動式學習過程，教師也很難拿捏「收與放」的尺度：「我覺得若我沒有提供太多的資源及方向，學生好像不太知道要如何開始設計，他們對於反覆的討論修正也覺得有點懊惱。我是否要再提供更明確的方向及更多的資源？但若提供太多方向，是否又將主導權拿回教師手上而限制了學生們的創意？」(省思日誌-教師A-20180930)。過程中即有少數學

生仍是希望教師能再介入多一些，尤其是設計的發想階段：「我覺得老師可以先帶我們小組討論一下：我們可以做什麼，然後進行設計。有些基礎概念，該釐清的東西順便釐清，就不會那麼辛苦了」、「我們改的時間也是超乎老師想像的時間，因為我們就一直在改，有挫折感，要一直想很累」（訪談-同學回饋-20181230）。學生表示自己發想及設計很累，希望教師主導多一些，較不會有挫折感。研究者在過程中不斷提醒學生不管在什麼階段都可以自行來找教師們討論。然而，因為課程大綱「規定」在教學前至少須和老師討論一次，因此大多數組別都僅在設計後和老師討論一次：「其實我們一直都隨時歡迎學生有問題即可以隨時討論，而不用透過規定的方式進行」（省思日誌-教師B-20181125）。在進行DT教學時，學生要跳脫以往的學習框架，要更加主動積極，自己去尋求資源，隨時與教師討論，才能克服許多歷程中遇到的困難。但學生常會到最後想不出來才想要與教師討論，反應出學生主動學習的習慣尚未建立。

#### (四)提供雛型修正的回饋及討論時間不足

多組學生提到實作活動時間不足的問題：「15到20分鐘的遊戲時間太短，尤其是對那種全開放性的C模式引導，幼兒都還無法歸因，時間就到了」（訪談-學生回饋-20190103）。除了操作遊戲時時間有點趕，無法讓參與遊戲的同儕和幼兒有足夠時間歸納發現之外，遊戲結束後的分享也往往過於匆促，而無法深入地做交流，學生的建議是：「我覺得可能增加到三節課，討論一下後續我們結束的時候要不要跟孩子講解？我們要怎麼跟孩子引導收尾？如果我們要跟其他人分享，那要怎麼做？這些因為時間不足、太趕，而無法做到」（訪談-學生回

饋-20181230）。學生在實際科學操作後產生的許多問題，例如孩子的引導問題、設計的問題、科學原理的問題等，這些問題在有限的時間內無法深入的討論，因此學生們建議這堂課應該要增為三學分。

## 伍、結論與建議

本研究採用DT融入幼兒科學遊戲設計，課程規劃從講授基本DT原理及建立上課文化開始，帶領學生腦力激盪建立科學遊戲的設計雛型，然後進行一連串的實作與反思修正，最後產出幼兒遊戲設計成品。DT融入教學經過一學期之後，量化問卷評估的結果呈現高分且正向的回饋。在質性回饋中，也驗證先前研究發現：學生在同儕互動、師生平等互動、科學遊戲設計能力、引導幼兒科學探究的各項能力都有顯著改善(Carroll et al., 2010; Oh & Nah, 2014)。雖然如此，本研究發現學生在設計遊戲的歷程中仍有些能力待加強，包括：「引起幼兒探究動機」、「引導提問及解釋探究結果」及「靈活運用不同引導探索模式」能力。此外，研究發現DT融入幼兒科學遊戲教學有幾個需要克服的挑戰，包括：「摸索與評估使用者需求困難」、「欠缺設計科學遊戲雛型相關知識能力」、「教師教學引導收放拿捏兩難」及「提供雛型修正的回饋及討論時間不足」問題。

根據本研究之發現，研究者建議如下：

- 一、善用DT融入師培課程：本研究發現DT導向的學習文化可改善學生互動能力、科學遊戲設計能力、引導幼兒科學探究的各項能力。本研究的正向成果顯示DT融入教學的方式不僅可以應用在商業及工程領域，在幼教領域也適用。
- 二、需要更多探討DT如何影響細部設計轉變

之研究：本研究是臺灣少數探討DT融入幼教領域之研究，但受限於篇幅，並未呈現DT教學歷程中學生教案設計、教學策略、學習評量及試教等細節轉變歷程，建議未來研究可針對這些面向的轉變歷程做深度描述，對未來DT融入教學之實務推動會有所助益。

三、DT融入教學中鷹架策略的彈性運用：研究中發現學生在某些科學遊戲設計的能力上仍需要加強(如引導提問及解釋探究結果)，這些能力可能需要較長時間的經驗累積，也可能因為DT融入教學強調的「學生主動建構式」的教學方式，讓習慣於教師主導及系統性教學的學生不適應，有些學生會不知所措。

因此，對於DT融入教學提出以下建議：首先，在學期初即要跟學生說清楚DT的教學理念及上課方式是以學生為主體，學生必須主動蒐集資料及找教師討論，讓學生熟悉DT的運作模式，才不致於在不斷的設計、實作、修正中產生沮喪感。再者，學生在設計過程中，仍需要有些設計主題領域的專業知識及能力，才有辦法產生該專業領域的想法並設計出雛型。以科學遊戲來說，學生仍需要基本科學原理及科學遊戲設計的知識才能設計出遊戲雛型。這些專業知識需要有各領域的專家(如化學、物理、科學教育等專家指導)，才較能深入瞭解科學原理。因此，教師群需要跨領域合作(Oh & Nah, 2014)，才

能適時地提出支援及鷹架，建立學生基本知識能力。此外，若本課程的修課同學有來自於科學或工程相關領域的學生，就可以跨領域合作擷長補短(Carroll et al., 2010)，構思出更佳的創意遊戲。可惜的是這次修課同學仍以幼教系為主，缺乏來自不同領域小組成員的創意激盪及合作機會。最後，在評估使用者需求部分，除了初始階段的觀察、訪談及文獻收集外，多元背景使用者需求分析是較為困難且複雜的地方。因此，DT雛型的測試過程中，使用者的實測及回饋要重覆多次且不斷修正，這在實務課程安排上有些困難，上課時間及地點要有充分彈性才能在需要的時候進入田野現場做觀察及實測。最後，本研究發現團體討論是雛型修正非常重要的一環，若討論時間不足且討論品質不佳，則很難給設計小組建設性的建議(Brown & Wyatt, 2010)。因此，建議每次討論時間至少有一小時，且要能建立討論的模式(如設計小組反思→其餘小組回饋→總結重點)及討論文化(如不批評、不離題、要延續他人想法)才能有正向的實作及修正循環。最後，由於本課程是臺灣初次實驗DT融入幼兒科學遊戲的設計，完全沒有參考的經驗。日後若想進行類似的課程模式，建議可以請有經驗的教師或同儕進行分享，若有相關文件資料(如專書、教案及學習單)，可先提供給修課學生，讓學生對DT融入幼兒科學遊戲設計有心理準備，在設計時也能較有方向感。

## 參考文獻

1. 陳淑敏(2018)。幼兒科學教育：探究取向。臺北市：心理。  
[Chen, S.-M. (2018). *Youer kexue jiaoyu: Tanjiu quxiang*. Taipei, Taiwan: Psychological.]
2. Biggs, J. (2014). Constructive alignment in university teaching. *HERDSA Review of Higher Education*, 1, 5-22.

3. Brown, T., & Wyatt, J. (2010). Design thinking for social innovation. *Development Outreach*, 12(1), 29-43. doi:10.1596/1020-797X\_12\_1\_29
4. Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.
5. Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, imagination and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37-53. doi:10.1111/j.1476-8070.2010.01632.x
6. Chambers, F. C., Jones, A., Murphy, O., & Sandford, R. (2018). *Design thinking for digital well-being: Theory and practice for educators*. New York, NY: Routledge.
7. DeVellis, R. F. (2003). *Scale development: Theory and applications*. Thousand Oaks, CA: Sage.
8. Devries, R., & Zan, B. (2003). When children make rules. *Educational Leadership*, 61(1), 64-67.
9. Dunne, D., & Martin, R. (2006). Design thinking and how it will change management education: An interview and discussion. *Academy of Management Learning & Education*, 5(4), 512-523. doi:10.5465/AMLE.2006.23473212
10. Fredericks, B., & Kravette, J. (2014). *STEM family activities workbook*. Retrieved July 24, 2019, from [https://www.bostonchildrensmuseum.org/sites/default/files/pdfs/rttt/stem/english/STEM.Teaching.Kit\\_for\\_Web.pdf](https://www.bostonchildrensmuseum.org/sites/default/files/pdfs/rttt/stem/english/STEM.Teaching.Kit_for_Web.pdf)
11. Ito, M., Naoe, N., Imazawa, A., & Matsushita, O. (2015, November). *Introduction of adapting design thinking into the education in Kanazawa Technical College*. Paper presented at the 2015 IEEE 7th International Conference on Engineering Education. Kanazawa, Japan. doi:10.1109/ICEED.2015.7451486
12. Kurokawa, T. (2013). Design thinking education at universities and graduate schools. *Science & Technology Trends—Quarterly Review*, 46, 50-63.
13. Oh, E. K., & Nah, K. (2014). Design thinking process model and its application to social innovation. *Journal of Korea Design Knowledge*, 32, 31-44. doi:10.17246/jkdk.2014..32.004004
14. Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed.). New York, NY: Pearson.
15. Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Los Angeles, CA: Sage.

# A Case Study of Using Design Thinking Approach to Improve Preservice Preschool Teachers' Science Game Design Ability

Lee-Fang Huang<sup>1</sup>, Ya-Ling Chen<sup>1,\*</sup> and Hartmut Wedekind<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Early Childhood Education, National Pingtung University

<sup>2</sup>Department of Early Childhood Education, Alice Salomon Hochschule

## Abstract

The main purpose of this research was to incorporate the teaching philosophy of “Design Thinking” (DT) into a pre-service teachers’ “creative science game design” course. Participants in this course were two university instructors and 37 pre-service preschool teachers. Before the end of the course, researchers of this study invited 20 children and their teachers ( $n = 2$ ) from two local preschools to use the science games that were created during the design course in order to observe whether the design of the games met the children’s developmental needs. Researchers adopted a case study method design. Data were collected using observations, interviews, a feedback questionnaire, and document collection and analyzed qualitatively. Results of using science games based on a DT integration design showed higher students’ scores on satisfaction and positive feedback on the students’ questionnaire. In addition, “students’ interaction in peer interaction,” “teachers-student equal interactions,” “scientific game design ability,” and “the ability to guide children’s scientific inquiry” all showed significant improvement. However, “inspire young children’s motivation for inquiry,” “guidance of questioning and interpretation of inquiry results,” and “flexible use of different guided exploration modes” were not significantly affected. Suggestions for how to integrate DT into science teaching are also proposed.

**Key words:** Early Science Education, Professional Development for Preschool Teachers, Constructive Teaching, Design Thinking, Creative Science Game

---

\* Corresponding author: Ya-Ling Chen, yaling@mail.nptu.edu.tw