

程式設計融入幼教師資培育課程之 教學實踐歷程探討

陳惠珍

隨著 AI 人工智慧的發展與推進，大學生具備程式設計能力亦成為國家的重要教育政策，而鼓勵各系將程式設計融入專業課程乃研究者服務學校之校務發展方向。研究者配合學校政策開設程式設計融入幼教師資培育之幼兒藝術課程，冀望學生除了專業知能的學習外，同時亦能激起其學習程式設計的意願，以拓展學習領域，並透過跨領域學習轉化為創新動力，回饋至專業領域。本研究之教學構思以設計思考為取向，綜合 Stanford d. School 的設計思考 5 階段、英國設計協會的 4D 設計思考流程、以及 Tim Brown 的 3I 設計思考探索過程，透過幼兒藝術專案設計與研發，培養幼教師資生洞見、觀察、同理、跨域思考、樂觀、實驗精神、合作之特質，並採用 ADDIE 教學設計模式調整課程架構、教材教法、班級經營、學習評量，以提升學習成效與教學品質。

關鍵字：程式設計、設計思考、跨領域學習、ADDIE 教學模式、師資培育

作者現職：國立屏東大學幼兒教育學系副教授

通訊作者：陳惠珍，e-mail: wchen@mail.nptu.edu.tw

壹、緒論

一、研究動機與目的

隨著 AI 人工智慧的發展與推進，各教育階段學生之邏輯能力與運算思維均備受重視，除了 108 學年實施之 12 年國教新課綱增加科技領域，大學生必須具備程式設計能力亦已成為國家重要教育政策，依據行政院列管項目：106 年度至少 30%、107 年度至少 40%，108 年度完成 50% 學士班學生曾修讀程式設計課程，自 109 年度起，應常態性開設程式設計課程（馮靖惠，2019）。因此，研究者服務之學校除了訂定《推動程式設計課程實施辦法》，並規定「107 學年度以後之日間部大學生，畢業前均需選修程式設計課程，否則不得准予畢業」。然而，在學習脈絡與專業的考量下並顧及不同領域學生之興趣，校方以程式設計融入專業課程為推動主軸，積極鼓勵各系開設兼具特色與程式設計內涵之課程以提升學生學習興趣。

配合國家政策與學校規定，研究者嘗試將程式設計融入〔幼兒藝術〕課程，因該課程不僅為大四課程亦是幼教師資培育專業課程之一，故期許學生除了專業知能的學習之外，能同時激起學習程式設計的意願以便拓展學習領域，並且透過跨領域學習轉化為創新的動力，回饋至專業領域。

〔幼兒藝術〕課程設計理念除了強化學生對幼兒藝術教學的專業知能外，同時藉由程式設計的融入，培養學生的設計思考能力以及合作學習態度。因此，課程設計除了涵蓋幼兒藝術教育思潮與課程模式，並以結合 Zenbo 機器人的小組專案作品實作為重點，然而，學生學習狀況並不理想。研究者深度省思後，以設計思考流程結合 ADDIE 模式修正課程架構，並透過系統性觀察與評估學生學習狀況，每週作滾動式修正，以提升學習成效與教學品質，研究問題如下：

- （一）設計思考流程如何結合 ADDIE 模式以應用於具程式設計內涵專業課程的教學設計？
- （二）設計思考流程結合 ADDIE 模式，在具程式設計內涵專業課程的實施成效為何？

二、研究之重要性與貢獻

大學自 109 年開始必須常態性開設程式設計課程，且於 108 年度完成至少 50% 大學部學生修讀程式設計課程，不僅是既定教育政策更是行政院列管之項目，其重要性不言而喻。然而，幼教師資生多以文科見長，因此教學設計若涉及數理或科技運用，學生的接受度通常較低，甚至會有排斥的態度。因此，對

於非資訊科技或數理背景的學生而言，將程式設計融入專業課程成為具特色之創新課程，能避免單獨學習程式設計之陌生感與退卻，讓學生可在專業脈絡中學習，進而優化其專業知能，提升專業能力。因此，本研究之結果將可提供意欲開設具程式設計內涵專業特色課程或已開設但遭遇類似教學困境之教師參考，極具推廣之效。

貳、文獻探討

一、程式設計

程式設計 (programming) 又稱為電腦程式設計，是指個體透過指令盡可能明確無誤地和機器溝通的過程，而此指令必須是某一種特定程式語言的編碼 (Vihavainen et al., 2014)。由於個體在過程中會不斷面臨設計、測試、除錯等問題解決情境，所以程式設計不僅僅是人與機器的溝通工具 (French Academy of Sciences, 2013)，更被認為是教導運算思維的最好途徑 (Buitrago Flórez et al., 2017)。運算思維是一種推理能力，涵蓋超越電腦科學可適用眾多領域的演算、邏輯、抽象、歸納、分解、除錯等高層次技能與實作 (Syslo, 2015)，故程式設計能力的強化與運算思維的需求近年來持續受到國際重視，並視為國民對未來競爭作更好準備的要素 (Topalli & Cagiltay, 2018)。

然而，研究顯示多數學生在程式設計導論課程，對於使用程式語言去解決程式問題，經歷分解問題、設計、執行的困難 (Ismal et al., 2010; Lister et al., 2004; de Raadt, 2007; Robins et al., 2003)，這些學生部分因為缺乏對基礎程式語言結構的瞭解，絕大多數則是欠缺將程式設計問題轉化為可行的計畫與算法 (Deek, 1999; Kessler & Anderson, 1986; Li & Watson, 2011; de Raadt, 2007)，因為程式設計的正式教學，主要聚焦在學生對於一般用途程式語言的熟練，倘若程式設計能特地與專業結合，則比起純粹程式語言的學習，益能促使學生投入更多心力去發展、思考策略解決程式問題 (Pears et al., 2007; Robins et al., 2003; Xinogalos, 2012)。但是，程式設計與專業結合之課程規劃應考量哪些要素？教學設計應注意哪些事項？其挑戰與困境為何？因應之道為何？這些對程式設計融入專業領域課程推廣之重要相關文獻，中外卻都尚付闕如。

二、設計思考

設計思考乃經由擴散性思考 (divergent thinking) 而發展，與聚斂性思考 (convergent thinking) 對問題強調單一明確答案的線性過程不同，擴散性思考強調主意發想的流暢性、原創性、靈活性、闡述性 (Aytug et al., 2018; Barak,

2018; Cropley, 2006)，雖然並不保證一定會有成果，但在教育領域普遍用來作為創造力的指標（Charles & Runco, 2001）。Brown（2009）直言聚斂性思考是做出選擇，而擴散性思考乃是創造選項，Teal（2010）則指出設計思考非線性操作的重要性並認為理性因果式的線性模式會降低創造力，因為遵循一系列步驟的解決方式將稀釋直觀性與變異數的效力。Teal 進一步應用植物學的根本概念，將線性與 N 層次領域任何點至任何其他點的多重性特質，灌輸至設計行動使之成為有意義複雜性的實踐，因此根莖取向將設計思考視為線性與非線性觀點體現的過程。Goldman 與 Roth（2010）的研究結果則發現，設計思考的無限想像特性可提升學習者對創意以及對改善未來的自信心，是故，設計思考是所有領域發展新概念與價值的核心理念（Choi & Kim, 2017）。

設計思考教育訓練機構以 Stanford d. School 最為知名。史丹福大學於 1958 年由 J. E. Arnold 成立以創造力與設計為軸心、創意思考為特色、產品設計為目的之設計機構（design program），爾後增強以人為本與需求為主的元素，並開設設計創新課程且成為一國際性教學平臺。2005 世界聞名的設計顧問公司 IDEO 的創辦人 David Kelly（也是史丹福大學設計機構的前主管）與德國軟體大廠 SAP 的創辦人 Hasso Plattner 共同成立 the Hasso Plattner Institute of Design at Stanford（簡稱 Stanford d. School），將教育重心從工商業產品設計轉為以設計思考為核心，橫軸發展跨領域合作創新並與教育學院合作，設立了 K-12 實驗室（K-12 Lab），將設計思考應用於學校計畫（Taking Design Thinking to Schools Research Project），換言之，從創新技能轉換為創新心態（mindset）的培育（IDEO, 2022）。

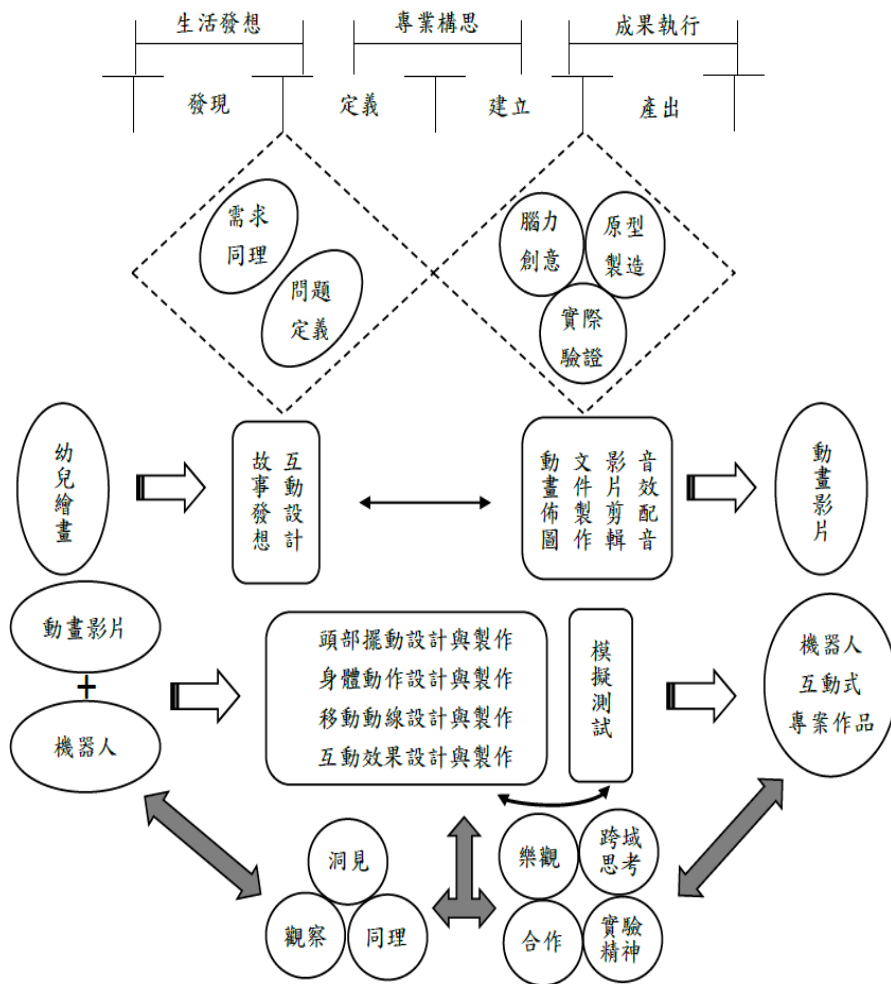
Stanford d. School 教育訓練將設計思考區分為需求同理、問題定義、腦力創意、原型製造、實際驗證等 5 階段：需求同理（empathize）為深度洞悉使用者的需求與行為（包含工作流程）；問題定義（define）為綜合需求同理階段所習得的啟示與挑戰來陳述問題；腦力創意（ideate）為創意發想以解決問題定義階段所陳列之問題；原型製造（prototype）為低成本製作成品以測試發想；實際驗證（test）為將雛型提供給使用者以便更瞭解其需求並不斷地修正原型（Hasso Plattner Institute of Design, 2013）。此 5 階段並非線性之步驟，而是非線性且回歸重複的過程，換言之，「設計思考並非井然有序的步驟而是彼此重覆交疊的系統“The design thinking process is best thought of as a system of overlapping spaces rather than a sequence of orderly steps.”」（Brown & Wyatt, 2010, p.33）。另外，上述 5 階段植基於同理（empathy）、以人為本（human-centered）、行動中修正缺失（bias toward action）、絕對合作（radical collaboration）、原型製作的文化（culture of prototyping）、展現勝多言（show don't tell）、深思熟慮過程（mindful of process）等重點（Goldman & Roth, 2010）。

對於設計思考的流程，英國設計協會以雙鑽石架構（The Double Diamond）提出發現（Discover）、定義（Define）、建立（Develop）、產出（Deliver）的 4D 流程（Design Council, 2022）。Tim Brown 則是以 IDEO 為例，提出生活發想（Inspiration）、專業構思（Ideation）與成果執行（Implementation）的 3I 設計思考探索過程，並認為設計思考的成果須經由可行性（feasibility）、存續性（viability）與愉悅性（desirability）等三大標準的檢驗。因此，洞見（insight）、觀察（observation）與同理心（empathy）是設計思考成功的三要素（Brown, 2009），而跨領域團隊（Multi-disciplinary Teams）、可變的空間（Variable Space）、迭代的過程（Iterative Process）則是設計思考的核心三元素，亦即是透過跨領域型塑 T 型人才，運用多變空間激發新能量，並透過重複的測試與淬煉歷程獲取良善的優質成果。因此，設計思考者應具備同理、跨域思考、樂觀、實驗精神、合作之特質（Brown, 2008, 2009）。

本教學研究之程式設計專案流程構思綜合 Stanford d. School 的設計思考 5 階段、英國設計協會的 4D 設計思考流程、以及 Tim Brown 的 3I 設計思考探索過程，透過幼兒繪畫結合機器人的小組互動式專案設計與研發，培養幼教師資生洞見、觀察、同理、跨域思考、樂觀、實驗精神、合作之特質，如圖 1 所示。

以設計思考為取向之程式設計專案流程，其構思分為動畫影片與機器人兩大主軸。動畫影片主軸乃以幼兒的繪畫做為故事發想，因幼兒繪畫為幼兒的藝術創作，不僅是美感領域的表現與創作能力之展現，亦是幼兒生活經驗的外在表徵。而不同性別、年齡、家庭背景之幼兒，其繪畫之差異性更可提供教保服務人員明瞭幼兒發展，進而作為引導者，設計適合幼兒之教保活動課程（教育部，2016）。換言之，透過幼兒多樣貌之繪畫作為動畫影片的故事發想，可培養師資生應用專業知能分析幼兒繪畫、洞悉幼兒身心狀態之能力，並以貼近幼兒之生活經驗作為故事創作構思。另一主軸為機器人，必須為互動式設計，師資生透過程式設計的學習以便機器人可配合動畫做各種動作，包括頭部擺動、身體動作與聲光、移動動線、互動效果。換言之，機器人互動式專案作品乃經由師資生持續的模擬測試歷程而完成。

圖 1
設計思考取向之程式設計專案流程構思



資料來源：研究者自行繪製

三、ADDIE 教學設計模式

教學設計模式之目的在協助教學者以最佳的態度與最適宜的教材進行教學 (Cheung, 2016)。在眾多教學設計模式中，ADDIE 最為廣泛地應用在各領域，因為 ADDIE 對學習經驗提供了系統性的設計和發展途徑。ADDIE 分別代表 5 個階段：分析 (Analysis)、設計 (Design)、發展 (Development)、實作 (Implementation)、評鑑 (Evaluation)。分析階段主要為學習者分析、教學分析、現有教材分析，也就是針對目標學習者分析其先備經驗、現有知識、興趣、態度，以決定教學目標與環境、教材；設計階段主要是目標設計、教學策略設計、教學內容設計，也就是依據教學目標設計教學活動型態、教學內容呈現方式、多媒體使用、學習者參與等；發展階段是發展教材內容、教學雛型、評量工具；實作階段是正式教學以協助學習者達成學習目標；評鑑階段包含形成性及總結性評量，形成性評量的進行在每個階段之間，且貫穿整個教學歷程，以持續地改良教學；總結性評量則在實作階段完成後以評估整體教學成效 (Branch, 2009; Khalil & Elkhider, 2016)。

ADDIE 模式在高等教育的應用非常廣泛，Reinbold (2013) 使用 ADDIE 模式成功地重新設計提供給大一醫學系學生的資訊素養課程；Cheung (2016) 則是採用 ADDIE 模式教導胸部 X 光片的課程，研究顯示學生在 X 光片解讀的正確性明顯提升，而正確解讀 X 光片對呼吸疾病的診斷與管理非常重要，因此，Cheung 呼籲：ADDIE 模式可系統性地讓教學者瞭解學習者的需求並規劃課程，以達到教學目標。另外，Campbell (2014) 應用 ADDIE 模式發現對圖書館教學是相當有用的教學模式，而 Nichols Hess & Greer (2016) 的研究指出對於圖書館員而言，運用 ADDIE 模式將實際的操作技巧融入線上資訊素養課程，獲得良好教學成效。此外，Easter 等人 (2014) 以及 Summey 與 Valenti (2013) 亦均指出此模式在遠距教學環境中對線上大學生的研究需求相當有幫助。

參、研究設計與方法

本研究採 ADDIE 模式，運用質性與量化研究方法，在研究過程中，透過學習需求單、科技能力與學習成效自我評量、訪談與教學觀察、專案作品品質等方法來瞭解程式設計融入幼教師資培育專業課程的成效。

一、研究對象

[幼兒藝術] 課程為幼教師資培育課程選修課以及幼兒跨域創意教學學分課程的必修課，研究對象為 108 學年度修讀之大四學生，共 36 人。

二、研究倫理

「研究參與者知情同意書」於期初選課結束人數確定後，即以每人一份的紙本方式獲得 36 位修課學生之親筆簽名同意。除了紙本資料，研究者並以投影方式解說「研究參與者知情同意書」所告知之各項內容，包含：研究目的、研究對象、研究方法與程序、研究潛在風險與處理方式、研究益處、研究參與者之權益、研究可能衍生之商業利益及其應用之約定、研究材料之保存期限及運用規劃等項目。除上述之內容，還提供參與者對於若「中止研究參與或退出」是否同意研究者使用已提供之資料的選項勾選。同意書之文末為研究主持人聲明和簽名，以及參與者聲明和簽名。

三、教學設計與流程

ADDIE 可系統性地對課程設計提供清晰架構與發展途徑，故本課程教學設計採 ADDIE 模式，各階段明說如下：

（一）分析階段

1. 分析學習者需求

學期初即透過需求單瞭解學生修讀這門課的主要目的、對於程式設計融入專業課程的感受與期待、以及自我評量對於科技能力的精熟度。

2. 分析教材

幼兒藝術專案必須由 Photoshop、Glodwave、Freemake Video Converter、Zenbo story editor 等 4 套軟體搭配始能完成作品，其中 Zenbo story editor 為機器人動作之編輯，乃是程式設計訓練，因此幼兒藝術專案作品的完成即為師資生在程式設計學習成效之體現。本課程使用之軟體以 Photoshop 和 Zenbo Story Editor 的難度較高，Goldwave 和 FreemakeVideo Converter 則較易上手。

（二）設計階段

1. 設計教學內容

程式設計融入專業課程勢必擠壓原本授課內容，教學內容取捨得宜與否影響教學成效。本次開課之教學內容乃根據前次開課的檢討省思，與此次修課學生的需求作調整，以其他課程未涵蓋之教學內容作為取捨標準。

2. 設計教學策略

教學策略改採動靜交叉的設計，不同於前次開課將專業知能靜態課程集中於前教授，程式設計動態實作置於後之教學策略安排，動靜交叉設計可讓學生有較多時間創作思考並研發專案。

(三) 發展階段

1. 發展教材內容

專案需使用的 4 套軟體，其中 Photoshop 主要為處理圖像及製作動畫的部分；Goldwave 則是用來製作音訊及混音的程式；Freemake Video Converter 用於影片做最後的合併編輯並且套用音訊；Zenbo Story Editor 則是讓 Zenbo 機器人配合故事內容作頭部、臉部、身體移動等動作。對於此 4 套軟體，除了課堂現場操作教學外，同時編寫軟體的操作講義以及錄製教學影片，便於學生課前預習與課後複習。

2. 發展評量工具

發展專案作品之評分標準，如附錄。除了動畫、Zenbo 機器人、配音、故事等評分向度外，也發展各向度之評分細項與說明。動畫向度之配分為 40%，其評分細項與說明為：片頭片尾設計 10%（包含故事名稱、組員姓名、背景）、畫面細緻度 10%（包含圖案剪裁與填色）、動畫豐富度 10%（包含不同場景、劇情、音效）、動作流暢度 10%（包含角色的動作與畫面的轉換）；Zenbo 機器人向度之配分為 20%，其評分細項與說明為：故事配合度 10%（包含移動、擺動、表情等配合故事之變化）、整體靈活度 10%（包含移動、轉動、表情、位置等安排之流暢性）；配音向度之配分為 15%，其評分細項與說明為：清晰度 5%（聲音及咬字清晰）、穩定度 5%（音質與音量穩定）、適宜度 5%（不同角色聲音之適宜與區辨）；故事向度之配分為 25%，其評分細項與說明為：內容設計 15%（包含故事情節的安排與互動設計之呈現）、適齡適性 10%（故事題材與內容適合幼兒）。

(四) 實作階段

採用圖 1 之設計思考流程，故事發想以幼兒生活情境為主，互動設計以同理角度符合幼兒需求，並透過動畫佈圖、影片製作以及結合機器人的小組互動式專案設計與研發，培養學生洞見、觀察、同理、跨域思考、樂觀、實驗精神、合作之特質。

（五）評鑑階段

形成性評量為教學歷程中藉由課堂觀察與課餘非正式訪談以持續地改良教學；總結性評量則為小組專案作品的品質與期末學習自我評量以評估學生學習成效。

上述課程設計之 ADDIE 各階段，於教學行動時轉化成為數個 ADDIE 迴圈，每個迴圈包含分析、設計、發展、實作、評鑑，各迴圈環環相扣，構成教學的動態循環歷程。換言之，透過滾動式不斷地反思與修正，以形成反省性螺旋，期能發展出適應用程式設計在幼教師資培育課程的教學模式，改善教學困境，提升學生的學習成效。

四、資料蒐集與分析

資料蒐集包含學生期初需求調查、學生期初與期末專案作品所需科技能力的自我評量、學生學習成效自我評量、學生訪談與教學觀察、專案作品品質等多面向之方式，以瞭解程式設計融入幼教師資培育專業課程的成效。資料分析以學生學習成效以及教師教學反思作為兩大分析層面，並將不同來源之資料交叉比對呈現，以確保研究結果之精準度與正確性。

肆、學生學習成效

一、教學策略與學生專案作品品質

教學採靜態專業知能、動態專案實作之動靜交叉策略，教學包含 9 項內容，教學順序與內容如表 1 所示。

表 1
教學順序與內容

順序	教學內容	專業／程式設計	靜／動態
1	幼兒藝術範疇	專業知能	靜態
2	幼兒藝術教育思潮與教學趨勢	專業知能	靜態
3	幼兒藝術專案作品動畫腳本設計	程式設計專案	動態
4	幼兒藝術與美感教育	專業知能	靜態
5	幼兒藝術發展	專業知能	靜態
6	幼兒藝術動畫製作	程式設計專案	動態
7	Zenbo 機器人故事編輯程式設計	程式設計專案	動態
8	幼兒藝術作品分析詮釋	專業知能	靜態
9	專案作品實作、測試、展示	程式設計專案	動態

學生 3 人一組所完成之幼兒藝術程式設計專案作品共計 12 件，如圖 2 至圖 13 所示，每件作品之故事創作均原創且完整。「各組合作模式大致分為分頭並進、主帥指揮、集體行動等三種模式（觀 20190924）」，雖然合作模式不一，但「各組都能如期將專案作品完成呈現（觀 20191231）」。依據附錄之評分標準，分數介於 84~96，作品品質良好。專案作品片頭、片尾、配音及機器人動作配合之設計涵蓋程式設計、邏輯與運算思維能力之學習，對於非資訊本科的幼教師資生而言，乃巧思與巧藝之展現。

圖 2
勇士傳說



圖 3
橘中局



圖 4
想長大的種子



圖 5
我的毛毛樹



圖 6
神奇的種子



圖 7
小柚與春夏秋冬



圖 8
我要快快長大



圖 9
彩虹國



圖 10
彩虹音樂會



圖 11
把橘子吃掉



圖 12
吵架了，怎麼辦



圖 13
神奇的豆子



作品除了充分呈現跨域思考特色，內容亦貼近幼兒生活經驗且呈現多元文化樣貌，深具洞見、觀察、同理之特質，而創作過程更是歷經小組合作、錯中學的樂觀與實驗精神。因專案作品乃是透過幼兒繪畫所構思設計，此學習成效不僅可賦予幼兒繪畫意義並延伸幼兒藝術之價值，師資生更可藉由機器人動作配合的優勢作為後續幼兒園教保活動課程的規劃，設計具統整性之跨領域教學，以豐富幼兒的學習經驗並符應《幼兒園教保活動課程大綱》(教育部，2016)之精神。

二、整體學習成效

(一) 專案作品所需之各項軟體使用能力

學生期初自我評量「幼兒藝術程式設計專案作品」所需的各項軟體使用能力(1=極不同意、2=不同意、3=尚可、4=同意、5=極同意,分數愈高代表能力愈好),如表 2 所示,平均數均小於 3,其中以聲音編輯軟體能力最差,機器人故事編輯程式設計為其次不佳,而對於動畫製作與圖案剪裁能力則接近尚可,整體科技能力的平均數僅 1.87。因此,對於專案設計所需之 4 套軟體,除了課堂現場操作示範外,並於課前即編寫操作講義且錄製軟體操作之教學影片,以利學生課前預習與課後複習。原本預期學生動畫製作部分應無太大問題,但動畫操作的過程中,「學生偶有出現哀怨的眼神、發出嘆息聲或陷入類似放空的定格狀態(觀 20191015)」,期中小組的訪談結果也發現,學生對於動畫製作感到艱難,甚至一整組的學生都覺得很難。

覺得很難,非常的難。(訪 1a-20191105)

我也只是覺得 Photoshop 這個軟體是真的很難,對初學者來說我覺得是很難操作。(訪 1b-20191105)

我也是覺得很難,然後操作的時候也是,因為他的功能有點多所以有點複雜,所以要多花一點時間去理解。(訪 1c-20191105)

即使之前曾有動畫製作經驗的學生也覺得難,「覺得好難哦,我之前有修過類似也是要做動畫的課,但是我還是覺得很難(訪 2a-20191105)」。然而學生雖然對於動畫學習覺得困難,但絕大部分均能以正向態度視之持續努力。

動畫是我之前其實蠻想學的,可是因為可能有一些原因就沒辦法學到,那現在終於有機會可以學到,就是我之前就已經有知道動畫其實蠻難,可是沒有想到那麼繁瑣,就是因為一個動畫就是一張一張一張變成一個動畫,然後還要加一些音樂背景什麼的,都覺得哇~好多東西喲,都覺得好難,可是這是一個很好的學習機會。(訪 2c-20191105)

之前修過的通識課有稍微學到一點,就是只是做一般的修圖沒有要把它做成動畫,然後就是覺得這種過程也很好玩。(訪 4b-20191105)

其實就是很多東西就是可能要做很多次,可能別人只要做 5 分鐘,我們可能需要做 10 分鐘 20 分鐘就是做了很久,然後自己可以再努力點。(訪 6b-20191105)

專論

為協助學生解決動畫製作過難的問題，於期中小組訪談後安排課後額外的密集性實作練習時間，因此期末的自我學習評量與期初相較，分數大為提升，在圖案剪裁、動畫製作、影片剪輯、聲音編輯、機器人程式編程、整體科技能力均為顯著成長 ($t = 7.906 < .001$ 、 $t = 5.669 < .001$ 、 $t = 16.432 < .001$ 、 $t = 18.957 < .001$ 、 $t = 11.589 < .001$ 、 $t = 16.060 < .001$)，表 2 顯示學生在幼兒藝術程式設計專案作品所需的各項軟體應用能力之學習成效良好。

表 2
學年期初、期末專案作品所需科技能力的自我評量差異比較

	期初		期末		<i>t</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
我會使用圖案剪裁軟體剪裁圖案	2.56	.969	4.22	.898	7.906***
我會使用動畫製作軟體創作動畫	2.64	1.150	4.11	.950	5.669***
我會使用影片剪輯軟體編輯動畫影片	1.50	.845	4.50	.609	16.432***
我會使用聲音編輯軟體做動畫配音與音效	1.17	.378	4.14	.798	18.957***
我會使用 Zenbo 機器人故事編輯程式設計	1.50	.775	3.86	1.018	11.589***
專案作品整體科技能力	1.87	.531	4.17	.646	16.060***

*** $p < .001$

(二) 專案作品創作與幼兒藝術知能

學生期末學習成效自我評量共計有 22 個選項，除科技能力向度(5 個選項)外，尚包含「幼兒藝術程式設計專案作品創作」(12 個選項)與「幼兒藝術知能」(5 個選項)的學習，評量結果如表 3 所示，以「幼兒藝術程式設計專案作品創作」學習的狀況最佳，「幼兒藝術知能」的學習成效則為末座。

表 3
學生學習成效自我評量表

向 度	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
幼兒藝術程式設計專案作品創作	4.25	.557	1
科技能力	4.17	.646	2
幼兒藝術知能	3.90	.713	3

「幼兒藝術程式設計專案作品創作」、「科技能力」、「幼兒藝術知能」學習成效，成對差異比較 *t* 檢定的結果顯示，除「幼兒藝術程式設計專案作品創作」與「科技能力」($t = .698 > .05$) 未達顯著外，「幼兒藝術程式設計專案作品創作」與「幼兒藝術知能」($t = 2.617 < .05$)、「科技能力」與「幼兒藝術知能」($t = 2.590 < .05$) 均達顯著。

「幼兒藝術程式設計專案作品創作」向度之選項，主要為小組合作以及專案作品實作之設計思考學習歷程，學生對於設計思考歷程相當肯定，而期中訪談的回饋亦呼應之。

可以用幼兒的作品去完成一個像故事或是動畫，讓我覺得還蠻特別，然後也是一個很新鮮的一件事情。(訪 12c-20191105)

我覺得就是用 Photoshop 然後弄成動畫，然後再加入到 Zenbo 做結合，我覺得很不錯，就是第一次接觸到這樣的東西，因為以前都是自己畫或是這樣而已。(訪 4c-20191105)

我覺得因為之前我們都不會用小孩子的畫來做影片或者是那個創意的東西，然後就覺得很特別。(訪 4a-20191105)

幼兒藝術程式設計專案作品創作過程中，小組成員間意見不同為小組合作最為困難之處。

我們在討論劇本的時候我們針對那個圖片應該要怎麼解讀，我們三個會有很多不一樣的意見，就會常常說我們覺得這個不像故事或是連貫不起來。(訪 10b-20191112)

我們在幼兒藝術上因為成果就要做出一個動畫，那在大家一起合作的過程當中遇到的困難主要就是意見分歧，我相信每個小組都會遇到的部分，那在意見分歧上我們會有劇情上的調適。(訪 12a-20191105)

意見分歧雖對小組合作造成困擾，卻也是最可貴之處，乃是本研究專案作品實作設計思考歷程所欲培養之特質：洞見、觀察、同理、跨域思考、樂觀、實驗精神、合作。

【洞見、觀察、同理】我覺得最好玩的就是把小朋友的畫變成一個故事，尤其是在變成故事的時候我們在那邊爭執就是要怎麼詮釋。（訪 10a-20191112）

【同理、樂觀、合作】我們有時候會意見不和，那意見不和就是不管是小細節或者是處理事情方面上都會有，但是我們就是會有一個人妥協，或是一個人退一步。反正就是我們會再融合成一個最好的，然後就用那個去完成我們要做的事情這樣。（訪 2b-20191105）

【實驗精神、合作】第一次接觸這一種課程，就是有關實作的課程，還是在學習中會有點困難，中間我有想過要放棄這門課，但是也是我的夥伴們他們也是很幫助我，然後大家依靠一起，就是團隊的力量，然後我會想要把這門課做好。（訪 6c-20191105）

【洞見、觀察、同理、跨域思考、實驗精神、合作】一開始我們生不出來我們的故事吧，我們的故事換了兩次，因為開始的故事我們選了一個比較抽象的，導致我們後來的編劇的部分上出現一些問題，那所以我們總共換了兩次故事，然後後來決定是用兩個不一樣的圖畫去做一個合併的動畫，然後後來大家一起討論說，如果合併之後我們的故事應該要怎麼變，應該要怎麼走，大家一起討論一起解決。（訪 1c-20191105）

三、綜合討論

研究顯示修讀程式設計課程者在邏輯理解與問題解決之能力較佳（Werner et al., 2012），然而程式設計之授課卻非易事（Papert, 1993; Saeli et al., 2011），因此降低程式設計課程單調以及與專業脫鉤之缺點，鼓勵開設具程式設計內涵之專業課程有其必要性。本研究以 ADDIE 教學模式為主軸，將設計思考流程融入於 ADDIE 模式之實作階段，作為改進程式設計融入〔幼兒藝術〕課程之規劃，研究結果顯示不僅可提升學生學習成效，亦可增進專案實作之品質，此研究結果與 Nichols Hess 和 Greer (2016)、Cheung (2016) 的研究結果相呼應。

小組合作學習為運用分組方式提供學生透過小團體相互支援以獲得新知識並完成任務（Supanc et al., 2017）。小組合作的人數可依學習目標與任務型態而定，Kutnick et al. (2002) 的研究發現，涉及新領域知識之應用時教師們通常採用 2-3 人之編組，但若是關於新訊息的涉獵與介紹，則會擴及至 7-10 人的規模。然而，Chiriac 與 Gronström (2012) 的研究卻發現，就學生的角度而言，

認為 3 人是小組合作最理想的成員數，超過 6 人的小組則有礙於小組合作的品質。本研究以分組方式進行專案活動，專案任務為故事創作以及程式設計與新科技之結合與應用，小組人數依前次開課時小組之合作情形，以及課程結束後訪談學生的感想，設定為 3 人，此小組人數設定不僅與 Kutnick 等人（2002）的研究結果相合，也符應 Chiriac 與 Gronström（2012）的研究發現。

伍、教師教學反思

學生學習成效自我評量結果顯示，在專業領域「幼兒藝術」的知能學習顯著落後「幼兒藝術程式設計專案作品創作」與「科技能力」的學習，反映了學生對於幼兒藝術知能學習的不滿足。事實上，期初需求調查瞭解學生選修此課的目的，如表 4 所示，有高達百分之 36.1 的學生是為了強化幼兒藝術專業知能而選修此門課，期中訪談的學習心得亦有學生聚焦於此：

我覺得呢我修這堂課幼兒藝術，那我在學習幼兒藝術的時候，老師跟我們介紹什麼是幼兒藝術，還有怎麼對幼兒教幼兒藝術這幾點比較重要，因為想知道說我們要教孩子幼兒藝術但是我們卻不能用指使的方式，我們來畫然後讓他們自己學我們畫東西，那不能這樣，那該用什麼方式去讓孩子刺激他們想象力做出他們的作品，這是在幼兒藝術課給我最大的幫助。（訪 12b-20191105）

表 4

學生修讀幼兒藝術課程目的

修課目的	人數	百分比
獲得幼兒藝術專業知能	13	36.1%
幼兒跨域創意教學學分學程必修	12	33.3%
藝術與科技結合之增能	6	16.7%
畢業學分數不夠	5	13.9%
總計	36	100%

從上述修課目的與期中訪談資料發現，超過三分之一的學生對於獲得幼兒藝術專業知能有著高期望，然因程式設計融入之故，專案作品實作與專業知能的教學比重約佔各半，而在期中訪談後，課後額外協助學生專案作品實作與練習的時間較多，所以期末填寫自我學習成效評量之時，學生可能會感覺此門課偏重藝術與科技結合之跨領域學習，在幼兒藝術專業領域的學習內容似乎較不

足，所以「幼兒藝術」學習知能成效不僅顯著落後「幼兒藝術程式設計專案作品創作」與「科技能力」此兩項，且平均數低於 4，因此，調整專業領域知能與具程式設計內涵專案作品之學習比重，以符合多數學生的修課目的與期望，乃教學者未來的重要課題。

陸、結論與展望

一、設計思考流程結合 ADDIE 模式可應用於具程式設計內涵的專業課程教學設計

程式設計融入專業課程可避免學習程式設計之單調，而以設計思考取向作為實作專案的流程構思，以及以 ADDIE 模式之分析、設計、發展、實作、評鑑等 5 階段作為課程設計調整之架構，可將程式設計與專業領域整合為具脈絡性的學習歷程，不僅能激起學習者對程式設計的學習意願，且專案創作成果更是跨領域學習轉化為創新動力回饋至專業領域之展現。

二、設計思考流程結合 ADDIE 模式在具程式設計內涵專業課程的實施成效良好

以 ADDIE 教學模式為主軸，將設計思考流程融入於 ADDIE 模式的實作階段作為改進程式設計融入專業課程之規劃，不僅可提升學習者的科技能力，創作過程更可促進其邏輯與運算思維能力、錯中學的樂觀與實驗精神、小組合作與問題解決能力，使得專案作品的創作深具洞見、觀察、同理之特質，整體學習的成效良好。

三、動靜交叉的教學順序有利於程式設計專案實作融入專業知能學習

程式設計融入專業課程之教學內容順序安排影響學生學習成效。運用動靜交叉安排，學生得以在開學初不久即學習專案所需之各軟體操作，並於專業內容授課期間，運用課餘時間觀看教學影片學習，故動態程式設計專案內容與靜態專業知能交叉學習有利於專案實作與專業知能交織產生新視野，進而將新思維呈現於幼兒藝術專案作品之創作。

四、程式設計融入專業課程的跨領域學習，以學習者專業知能為主軸之實作為佳

對於非理工背景之學習者，跨領域學習之專案作品在科技能力需求層面門檻不宜太高，否則易造成學習者高挫折感，而教學者若放任之將造成學生學習狀況不佳，但若提供密集性課後額外協助，不僅恐造成修課者產生教學者偏科技而輕專業之印象，同時也會形成學習者與教學者過重之負擔，故具程式設計內涵之專案作品設計，應以學習者專業知能為主軸之實作為佳。

五、明確的專案評分規準有助於程式設計融入專業課程的專案創作品質

專案作品評分之標準可使學習者知悉教學者對其專案作品之期望，而清楚明確的評分規準則有益於專案作品之創作品質。換言之，評分標準除了向度外，亦應包含各向度之評分項目，並且將各項目之細項說明與配分名列，以便提供學習者專案創作時細節的檢核依據，不僅有助於專案作品之完整性，亦有利於巧思與巧藝之充分展現。

致謝

本研究感謝教育部教學實踐研究計畫經費之補助（計畫編號：PED1080147）以及匿名審查委員提供的寶貴意見。

參考文獻

- 教育部（2016）。幼兒園教保活動課程大綱。
<https://www.ece.moe.edu.tw/ch/preschool/.galleries/preschool-files/NEW1.pdf>
- 馮靖惠（2019）。教育部推大專生修程式設計 108 年目標為比例 50%。聯合報電子報。
<https://udn.com/news/story/7266/3607389>
- Aytug, Z. G., Rua, T., Brazeal, D. V., Almaraz, J. A., & González, C. B. (2018). A socio-cultural approach to multicultural experience: Why interactions matter for creative thinking but exposures don't. *International Journal of Intercultural Relations*, 64, 29-42.

- Barak, M. (2018). Are digital natives open to change? Examining flexible thinking and resistance to change. *Computers & Education, 121*, 115-123.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review, 86*(6), 84-92.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. Harper Collins.
- Brown, T., & Wyatt, J. (2010). Design Thinking for Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review, 8*(1), 30-35. https://ssir.org/images/articles/2010WI_Features_WyattBrown_New.pdf
- Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research, 87*(4), 834-860.
- Campbell, P. C. (2014). Modifying ADDIE: Incorporating new technologies in library instruction. *Public Services Quarterly, 10*(2), 138-149.
- Charles, R. E., & Runco, M. A. (2001). Developmental trends in the evaluative and divergent thinking of children. *Creativity Research Journal, 13*, 417-437.
- Cheung, L. (2016). Using the ADDIE model of instructional design to teach chest radiograph interpretation. *Journal of Biomedical Education, 2016*, 1-6.
- Chiriac, E. H., & Gronström, K. (2012). Teachers' leadership and students' experience of group work. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 18*(3), 345-363.
- Choi, H. H., & Kim, M. J. (2017). The effects of analogical and metaphorical reasoning on design thinking. *Thinking Skills and Creativity, 23*, 29-41.
- Cropley, A. (2006). In praise of convergent thinking. *Creativity Research Journal, 18*, 391-404.
- Deek, F. P. (1999). The software process: A parallel approach through problem solving and program development. *Computer Science Education, 9*(1), 43-70.

- Design Council (2022). *The Double Diamond: 15 years on*.
<https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/double-diamond-15-years>
- Easter, J., Bailey, S., & Klages, G. (2014). Faculty and librarians unite! How two librarians and one faculty member developed an information literacy strategy for distance education students. *Journal of Library & Information Services in Distance Learning*, 8(3-4), 242-262.
- French Academy of Sciences. (2013). *Teaching computer science in France, tomorrow can't wait*. http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads_0513gb.pdf
- Goldman, S., & Roth, B. (2010). *Destination, imagination & the fires within: Design thinking in a middle school classroom*.
http://stanford.edu/dept/SUSE/taking-design/proposals/Destination_Imagination_the_Fire_Within.pdf
- Hasso Plattner Institute of Design. (2013). *Bootcamp Bootleg*. Stanford University.
- IDEO. (2022). *About IDEO*. <https://www.ideo.com/about>
- Ismal, M. N., Ngah, N. A., & Umar, I. N. (2010). Instructional strategy in the teaching of computer programming: A need assessment analyses. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2), 125-131.
- Kessler, C. M., & Anderson, J. R. (1986). Learning flow of control: Recursive and iterative procedure. *Human-Computer Interaction*, 2, 136-166.
- Khalil, M. K., & Elkhider, I. A. (2016). Applying learning theories and instructional design models for effective instruction. *Advances in physiology education*, 40(2), 147-156.
- Kutnick, P., Blatchford, P., & Baines, E. (2002). Pupil groupings in primary school classrooms: Sites for learning and social pedagogy? *British Educational Research Journal*, 28(2), 187-206.
- Li, F. W. B., & Watson, C. (2011). Game-based concept visualization for learning programming. In R. Lau & T. K. Shih (Eds.). *Proceedings of the third international ACM workshop on multimedia technologies for distance learning* (37-42). <https://doi.org/10.1145/2072598.2072607>

- Lister, R., Adams, E. S., Fitzgerald, S., Fone, W., Hamer, J., Lindholm, M., McCartney, R., Moström, J. E., Sanders, K., Seppälä, O., Simon, B., & Thomas, L. (2004). A multi-national study of reading and tracing skills in novice programmers. *SIGCSE Bulletin*, 36(4), 119-150.
- Nichols Hess, A., & Greer, K. (2016). Designing for engagement: Using the ADDIE model to integrate high-impact practices into an online information literacy course. *Communications in Information Literacy*, 10(2), 264-282.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Pears, A., Seidman, S., Malmi, L., Mannila, L., Adams, E., & Bennedsen, J. (2007). A survey of literature on the teaching of introductory programming. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(4), 204-223.
- de Raadt, M. (2007). A review of Australasian investigations into problem solving and the novice programmer. *Computer Science Education*, 17(3), 201-213.
- Reinbold, S. (2013). Using the ADDIE model in designing library instruction. *Medical Reference Services Quarterly*, 32(3), 244-256.
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.
- Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W. M., & Zwaneveld, B. (2011). Teaching programming in secondary school: A pedagogical content knowledge perspective. *Informatics in Education*, 10, 73-88.
- Summey, T. P., & Valenti, S. (2013). But we don't have an instructional designer: Designing online library instruction using ISD techniques. *Journal of Library & Information Services in Distance Learning*, 7(1-2), 169-182.
- Supanc, M., Völlinger, V. A., & Brunstein, J. C. (2017). High-structure versus low-structure cooperative learning in introductory psychology classes for student teachers: Effects on conceptual knowledge, self-perceived competence, and subjective task values. *Learning and Instruction*, 50, 75-84.

- Syslo, M. (2015). From algorithmic to computational thinking: On the way for computing for all students. In M. Goldweber & S. Kurkovsky (Eds.). *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 1). <https://doi.org/10.1145/2729094.2742582>
- Teal, R. (2010). Developing a (non-linear) practice of design thinking. *Journal of Art & Design Education*, 29, 295-297.
- Topalli, D., & Cagiltay, N. E. (2018). Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with Scratch. *Computers & Education*, 120, 64-74.
- Vihavainen, A., Airaksinen, J., & Watson, C. (2014). A systematic review of approaches for teaching introductory programming and their influence on success. In Q. Cutts, B. Simom, & B. Dorn. *Proceedings of the Tenth Annual Conference on International Computing Education Research* (pp. 19-26). <https://doi.org/10.1145/2632320.2632349>
- Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. (2012). The fairly performance assessment: Measuring computational thinking in middle school. In L. S. King & D. R. Musicant. *SIGCSE '12 Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 215-220). <https://doi.org/10.1145/2157136.2157200>
- Xinogalos, S. (2012). An evaluation of knowledge transfer from microworld programming to conventional programming. *Journal of Educational Computing Research*, 47(3), 251-277.

附錄：專案作品評分標準

向度	項目	說明	配分	分數
動畫 40%	片頭、片尾 (10%)	片頭有故事名稱、組員姓名、背景	3	
		片頭有動畫效果或轉場效果	2	
		片尾有工作任務分配且清晰可見	3	
		片尾有背景／動畫效果	2	
	畫面細緻度 (10%)	圖案清晰、不模糊	3	
		圖案的剪裁工整	2	
		圖案填色飽滿且顏色豐富	3	
		有配上字幕	2	
	動畫豐富度 (10%)	場景變化多元	2	
		場景中的畫面豐富	3	
		配合劇情增添不同的音效	3	
		圖案與背景有適當的彩色對比	2	
	動作流暢度 (10%)	角色有不同動作設計（搖頭、揮手等）	5	
		場景之間的轉換流暢	2	
		動畫可完整播放	3	
	ZENBO 機器人 20%	故事配合度 (10%)	Zenbo 機器人會配合故事內容適時的移動	3
Zenbo 機器人的頭部會適時的轉動或擺動			3	
Zenbo 機器人兩側的燈光有不同的變化			2	
Zenbo 機器人有不同的表情變化			2	
整體靈活度 (10%)		Zenbo 機器人移動的安排自然流暢	3	
		Zenbo 機器人的頭部轉動方向不影響視覺觀看	3	
		Zenbo 機器人的表情安排適切	2	
		動畫結束後，Zenbo 機器人停留在起始位置	2	
配音 15%	清晰度 (5%)	聲音清晰	3	
		咬字清楚	2	
	穩定度 (5%)	音質穩定無雜訊	2	
		音量大小穩定	3	
	適宜度 (5%)	符合角色的聲音	3	
		角色間的聲音具辨識度	2	
故事 25%	內容設計 (15%)	情節有起、伏、轉、和	3	
		故事情節有趣味性、豐富性、教育性	5	
		時間恰當（不短於3分鐘、不長於7分鐘）	3	
		呈現互動設計	4	
	適齡適性 (10%)	題材符合幼兒的年齡	5	
		內容符合幼兒可理解範疇	5	

An Investigation of the Instructional Process in Integrating Programming into Early Childhood Teacher Education

Weigh-Jen Chen

With the development and advancement of artificial intelligence, preparing university students with programming skills has become an important educational policy. Thus, integrating programming skills into the professional curriculum in every department has become a direction of school development in researcher's university. Based on this direction, the researcher has decided to integrate programming into the course of art education for young children, which is an advanced course for pre-service early childhood teachers. The objective of this course is to not only help these pre-service early childhood teachers acquire domain knowledge, but also arouse their interests in learning programming. It is hoped that this experience of the inter-disciplinary learning could be transformed into ideas for innovative teaching in the professional field. The design thinking approach was used as the conceptual framework of this research. The instructional pedagogies included a five-stage design thinking model proposed by Stanford d. school, a four-D-stage process of design thinking proposed by the UK Design Council, and a three-C-space approach for the exploring process of design thinking proposed by Tim Brown. From the young children's drawing of the interactive project, student's characteristics of being a design thinker, such as insight, observation, empathy, integrative thinking, optimism, experimentalism, collaboration skills, were observed. In addition, ADDIE instructional model was used to adjust the course structure, teaching materials, classroom management, and assessment of learning in order to increase learning effectiveness and to improve instructional quality.

Keywords: programming, design thinking, interdisciplinary learning, ADDIE instructional model, teacher education

專論

Weigh-Jen Chen, Associate Professor, Department of Early Childhood Education,
National Pingtung University

Corresponding Author: Weigh-Jen Chen, email: wchen@mail.nptu.edu.tw