

# STEAM 跨領域美感教育專題教學設計之探究

## A Study on the Design of a Teaching Project on STEAM Cross-Disciplinary Aesthetic Education

盧佩綺 Pei-Chi Lu

臺北市立大學視覺藝術學系 兼任助理教授

Adjunct Assistant Professor / Department of Visual Arts, University of Taipei

有關本文的意見，請聯繫通訊作者盧佩綺  
For correspondence concerning this paper, please contact Pei-Chi Lu  
Email: peichilu@gmail.com

## 摘要

本研究旨在探討 STEAM 教育思潮及跨領域美感教育專題教學設計模式。本研究採行動研究法，以某國小五年級資優班學生為研究對象，設計 STEAM 跨領域美感教育專題課程，參考 6E 學習模式，並以專題學習（project-based learning）的形式統整藝術、工程及科技領域學習內容。本研究以「古蹟文化保存」為核心議題，引導學生進行美感專題探究，發展藝術創作行動並應用於擴增實境（augmented reality，簡稱 AR）藝術導覽進行文化推廣。在課程實施歷程中，本研究蒐集學生的活動心得紀錄、小組研究日誌、回饋意見與研究省思，以及教師課程觀察與教學省思。研究結果發現：（1）專題學習結合 6E 模式教學設計有助發展 STEAM 跨領域美感教育探究與實作；（2）探索體驗學習有助培育生活美感素養；（3）小組合作學習與專題任務設計有助創意思考和問題解決；（4）科技融入有助統整 STEAM 課程學習與創新應用。最後，本研究提出未來 STEAM 跨領域美感教育專題課程設計與實施建議。

**關鍵詞：**6E 學習模式、STEAM 教育、專題學習、跨領域美感教育、擴增實境

## Abstract

This study aims to explore the education trend, STEAM (science, technology, engineering, arts, mathematics) and the model for designing a teaching project on cross-disciplinary aesthetic education. This study adopted action research, with fifth graders of a gifted class as subjects. The design of the project on STEAM cross-disciplinary aesthetic education is based on the 6E learning model. The contents related to arts, engineering, and technology are integrated by project-based learning. This study focuses on Historic Sites and Cultural Preservation to lead students to explore aesthetic issues, develop artistic creation, and apply the augmented reality (AR) art guide to cultural promotion. Students' thoughts on course activities, team study logs, feedback, opinions, study reflections, and the teacher's observations and reflections were collected throughout the course. The findings are as follows: (1) the integration of project-based learning with the 6E learning model helps to develop exploration and practice on STEAM cross-disciplinary aesthetic education; (2) exploration and experience-based learning helps to cultivate students' aesthetic competence in everyday life; (3) teamwork learning and project task design stimulate creative thinking and are useful for working out solutions; and (4) the use of technology helps to integrate STEAM course learning and innovation application. Based on these, this study recommends ways to design and implement STEAM in cross-disciplinary aesthetic courses.

**Keywords:** 6E learning model, STEAM, project-based learning, cross-disciplinary aesthetic education, augmented reality

## 壹、緒論

近年來 STEAM 教育思潮從美國開始發展，並迅速傳播影響全世界的教育改革與課程教學。STEAM 教育為包含：科學 (science)、科技 (technology)、工程 (engineering)、藝術 (arts)、數學 (mathematics) 等跨領域課程與教學，係在原 STEM 教育內涵中增加藝術，以強化其創造力與設計面向，精進學生的高層次創意思考，並更能應用於真實情境的問題解決 (Maeda, 2013; Rolling, 2016)。STEAM 教育之重要概念為：以學習者為中心，整合跨領域學科知識，以及透過探索與實作等專題課程設計，協助學生發展問題解決策略、創意思考及創新應用等特質 (陳怡倩, 2017; Land, 2013; Liao, 2016)。目前正值 12 年國教開展之際，108 年新課綱「素養導向」的教育關注學習與生活的結合，透過實踐力行而彰顯學習者的全人發展 (教育部, 2014)。在「藝術涵養與美感素養」的培育方面，強調學生能運用感官、知覺和情感，透過實作、實地參訪學習、參與操作、提升自主學習與探索能力，以辨識藝術的特質與意義，瞭解藝術與生活、社會文化的相關議題 (教育部, 2018:1)。STEAM 教育符應上述藝術素養導向教育的目標，而 STEAM 課程欲培養學生批判思考、問題解決及創新應用等亦為 21 世紀跨領域人才不可或缺的能力。

在 STEAM 跨領域課程內涵方面，陳瓊花、洪詠善 (2017) 提到發展藝術素養導向課程時，可以擇取特定主題或專題探究作為跨學科模組之核心。國內的跨領域美感教育 (cross-disciplinary aesthetic education, 簡稱 CDAE) 課程理念亦是以藝術活化、媒介、整合其他學科，在各科中發現能與美感產生跨領域結合的元素，建構「以藝術為核心」之跨領域課程。使「美感經驗」成為各學科的共同基礎，透過跨領域的學習與實踐，強化學生美感認知與應用能力 (喻薈融、趙惠玲、林小玉、李其昌, 2015; 趙惠玲, 2016)。因此，藉由跨領域美感教育課程的實施，有助於學生學習轉化美感經驗成為生活實踐，進而達成培育學生美感素養的目標。

在 STEAM 教學活動設計部分，Rolling (2016) 指出許多 STEAM 課程結合專題學習 (project-based learning, 簡稱 PBL) 的方式，主要特色為設計與真實世界相關的問題，提供學生創意選擇與合作解決的機會。Liao (2016) 提出 STEAM 教育專題學習可結合兩個以上 STEM 教育主題 (例如：科技、工程等)，以連結應用相關知識，解決實務問題，並使學生藉由藝術創作，發揮創意整合跨領域的知識、問題解決技能。Quigley、Herro、Jamil (2017) 認為應強化連結生活情境、問題解決與合作學習等面向，而 STEM 教育課程的 6E 學習模式 (6E Learning by Design Model) 即透過探索式的實作活動以培養學生

創新應用能力 (Burke, 2014)。此外，學者亦提到科技融入 STEAM 專題課程，可輔助學生的合作學習，學生運用新興科技（如：擴增實境、3D 列印等）更有助整合跨領域知識，並能以多元方式呈現學習成果 (Di Serio、Ibáñez、Delgado-Kloos, 2013；Gross、Gross, 2016；Liao, 2016)。

綜上所述，STEAM 與跨領域美感教育教學設計的重心包含：以藝術整合連結美感經驗的核心議題、PBL 專題學習模式、探索式的實作活動及科技的融入。惟本研究發現國內 STEAM 教育理論與實務相關研究均集中在科學或科技領域學習範疇，較少藝術領域相關理論探討與課程案例發表，有待進一步深入探究。因此，本研究旨在探討 STEAM 教育理論及教學設計發展模式，以某國小五年級資優班學生為實施對象，設計 STEAM 跨領域美感教育課程。本研究 STEAM 專題課程以「古蹟文化保存」為核心議題引導學生進行探究，教學活動設計結合 PBL 專題學習並參考 Burke (2014) 6E 學習模式，以探討 STEAM 跨領域美感教育專題教學設計模式及學生反應，分析實施成果並提出建議以提供未來 STEAM 跨領域美感教育專題教學設計與實施建議，本研究問題如下：

1. STEAM 跨領域美感教育教學設計與實施策略為何？
2. STEAM 跨領域美感教育教學設計模式對學生的影響為何？

## 貳、文獻探討

本研究梳理從 STEM 到 STEAM 教育的理論發展脈絡，以及探討 STEAM、藝術教育與跨領域美感教育的關係，繼而透過專題學習與 STEM 教育的 6E 學習模式相關文獻探討，探究 STEAM 跨領域美感教育課程內容與活動設計。此外，本研究探討科技對 STEAM 教育的影響，並分析各種新興科技在 STEAM 教育課程的創新應用，以作為本研究課程與教學設計之理論基礎，論述如下。

### 一、從 STEM 到 STEAM 教育

自 1990 年代起，有鑑於競爭力下降以及培養 21 世紀人才的需求，美國政府及國家科學基金會 (National Science Foundation, 簡稱 NSF) 倡議發展 STEM 教育，包括科學、科技、工程、數學等跨領域課程與教學。STEM 教育為建構學生跨學科知識連結與整合能力，課程規劃特質包含：以學習者為中心、以真實世界問題情境為背景、以專題導向、問題導向或探索式學習等為課程設計主軸、強調各學科知識整合應用、重視問題解決及批判思考等高層次思考能力的培育 (范斯淳、游光昭, 2016；Land, 2013)。然

近年研究發現 STEM 教育於美國國內的實施成效未如預期，不僅學生缺乏興趣參與，領有 STEM 教育資格證明者與就業市場的需求人數之間更有相當落差。因此，學者提出在 STEM 教育中加入藝術（arts），並強化工程設計教育，以補足並增進學生的創造力與探索式思考等（Ghanbari，2015；Land，2013；Maeda，2013）。

STEM 與 STEAM 教育的共同目標均為運用科際統整（interdisciplinary）或跨科統整（transdisciplinary）教學及學習的跨領域教育課程模式，以培養學生批判思考、問題解決，以及創意應用的能力（Maeda，2013；Rolling，2016）。Land（2013）指出藝術融入 STEM 課程及專題學習不僅能幫助學生瞭解 STEM 課程的知識，更能內化成為日常素養。而結合藝術與科技的 STEAM 教育有助於學生應用多元創新策略與技能，以思考解決現今日趨複雜的真實情境與議題。Daugherty（2013）提到 STEAM 教育中「藝術」的角色有助提升 STEM 教育的創意與創新。陳怡倩（2017）指出 STEAM 教育即藉由藝術創作與科學探究相近的思考模式與實作活動，鼓勵學生結合創造力與實用性來解決問題，並以藝術融合跨科知識以促進創作實用化，進而結合社會議題達成知識整合與實踐。綜上所述，從 STEM 到 STEAM 教育皆強調落實以學生為中心的跨領域學習與實作課程活動設計，並藉由跨域知識與技能的統整，以培育學生的問題解決策略。STEAM 教育結合「藝術」領域的創作思考模式及創意特質，更能強化學生的創新應用的能力。

## 二、STEAM、藝術教育與跨領域美感教育課程

STEAM 教育思潮在藝術教育領域亦引起廣泛的討論，美國 Rhode Island School of Design 創辦人 John Maeda 首先界定 STEAM 教育為藝術 + 設計（arts + design），認為透過藝術創作的創意思考、媒材探索及設計教育中的問題解決與創新應用等特質，能提升 STEM 教育的創新及協助學生擴展更多元的實務能力（陳怡倩，2017；Maeda，2011，2013；Quigley 等，2017）。Bequette、Bequette（2012）提到工程與藝術、設計教育經常運用問題導向學習（problem-based learning）模式，皆為尋求問題解答，並透過設計的歷程以視覺化呈現結果，因此，STEAM 教育可促成並結合兩者的特性而相輔相成。

美國藝術教育協會（National Art Education Association，簡稱 NAEA）亦於 2014 年定義 STEAM 取向教育為在 STEM 課程與學習中融入藝術與設計原則、概念及技能。NAEA 指出 STEAM 教育中的藝術與設計創作的經驗為促成各領域創新的動力，為使 STEM 教育能協助學生未來職業發展，必須透過視覺藝術課程學習使其熟悉視覺思考（visual thinking）、創意的問題解決等（National Art Education Association，2014）。學者們亦關注應平等看待藝術與 STEM 教育學科內容（科學、科技、工程與數學），強



調藝術並非作為其他學科的附加課程或僅止於使用藝術形式裝飾學習成果等，應善用藝術領域的探索、創新思考、美學感知等特質，鼓勵學生進行批判思考與探究式實作，發揮創意結合其他學科知識內容，以應用於真實世界情境的問題解決（Gettings，2016；Hunter-Doniger，2018；Kraehe，2018；Liao，2016；Rolling，2016）。Watson（2016）提到 STEAM 教育模式中教師夥伴關係的重要性，STEAM 教育為結合藝術知識融入、專題學習、設計思考等策略以建構跨學科的創新學習模式，藝術教師可在 STEAM 教學團隊中扮演領導創意的角色，例如發起並引導一個中心議題的探索，以及教學時程與空間的創新應用。

此外，McGarry（2018：30）談到藝術與工程教育的關聯為兩者皆是創造新的產物，於學校實施專題學習時，藝術可作為前導課程輔助引導學生進行探索實作。在進行設計、製作與創造時，師生宜運用技巧、知識及批判思考於創新策略及問題解決探究，此即藝術（arts）的「A」與工程（engineer）的「E」在 STEAM 教育相互合作的關係。藝術不僅止於附加在其他學科的內容，而是能轉化各學科間內容，創造新的構想以追求合作的實踐，以及引導學生將所學朝向創新的產出。歸納 STEAM 與藝術教育之相關研究，關注的焦點在於藝術在 STEAM 教育中之定位，STEAM 教育應平等看待所有學科，藝術教育保有學科主體性並發揮其創造特質，協助學生透過藝術設計創作整合跨領域的學習內容，並藉由藝術學習體驗以連結日常生活進而轉化為實務之應用。

在跨領域美感教育課程與教學實務發展方面，上述 STEAM 教育課程模式可作為目前 12 年國教美感素養與跨領域課程教學設計的參考。陳怡倩（2017）認為 STEAM 教育中的「A」除視覺美術與設計思考外，更應以跨學科的觀點涵蓋各種藝術形式（如：視覺、音樂、戲劇、媒體等）與美感素養（aesthetic literacy），後者更是永續 STEAM 的元素，兼具科技與人文才能達到寬廣包容與全民教育的目的。跨領域美感教育課程亦是以提升學生「美感素養」為目標，運用藝術對其他學科的影響力，拓展藝術教育的視野，使藝術成為跨領域課程的核心，在學生學習中加入生活美感體驗，不僅提升對藝術與其他學科的學習動機，整合跨領域知識內涵，並促進學生創新思考與問題解決策略的發展（趙惠玲，2016）。

### 三、STEAM 美感教育教學設計

#### （一）STEAM 專題教學模式

許多 STEAM 課程結合 PBL 的方式，以連結真實世界相關的問題，提升學生創意思考與合作解決問題的能力（Rolling，2016）。Guyotte、Sochacka、Costantino、Kellam、

Walther (2015) 提到 STEAM 專題學習的實作過程能發揮潛在效益有助於發展學生相互溝通、合作式行動與科際整合的創造歷程。Hunter-Doniger、Sydow (2016) 亦指出 STEAM 課程可設計著重生活情境與議題的活動以利學生有效應用。Gross、Gross (2016) 則結合設計思考教育與建構式教學模式營造 STEAM 課程，透過探索發現 (discovery)、計畫與實作 (planning and doing)、調整與表現 (refining and presenting) 等步驟引導學生進行互動立體雕塑專題創作。學生在藝術作品中融入跨視覺、音樂等表現，以及科技應用，並藉由小組與師生討論，習得問題解決策略，在同儕互動中，獲得互相觀摩成長的機會。此外，學者們認為課程活動應持續提供鷹架基礎，以輔助學生實作與回饋導向多樣化的學習任務與成果 (Glass、Wilson, 2016)。

Quigley 等 (2017) 認為 STEAM 教育的重點包括：強調問題解決、融入多元學科的方案設計及合作式策略，並提出 STEAM 教學模式如表 1。

表 1  
STEAM 教學模式

範疇	面向	定義	標準
課程內容	問題解決導向	教師以真實世界的問題解決為基礎來傳達跨學科的知識內涵，包含概念、方法、取徑，以及其如何支持學習目標。	1. 問題中心的課程 2. 內容目標 3. 標準調校 4. 學科考量
	融入學科	教師以清楚及連結的方式呈現跨學科、領域的內容 (科學、科技、工程、藝術及數學)。	1. 內容連結 2. 教學策略 3. 跨學科
	問題解決技能	教師促進發展學生的基本及有效解決問題的技能。	1. 認知技巧 2. 互動技巧 3. 創造技巧
學習脈絡	課程取向	教師組織教室環境、作業及資源以協助學生進行深度的學習。	1. 深入探索 2. 跨領域 3. 科技融入
	評量實作	教師透過互動過程以調整教學，並以真實世界情境及多元資料評量學習成果。	1. 真實的校正 2. 定期回饋 3. 依數據調整 4. 學生的回應
	公平參與	教室環境能關注學生能力與資源分配，以提供所有學生公平參與學習。	1. 評量的實用性 2. 多樣化的評價 3. 積極的回應 4. 學生的選擇

資料來源：Quigley 等 (2017: 5)。

Liao (2016) 提出藝術統整 (arts-integrated approach) 的 STEAM 課程模式，藝術可

作為統合 STEAM 教育課程的核心以建構真實世界的應用與實施。藝術統整的 STEAM 教育專題學習使學生藉由藝術創作，發揮創意整合跨領域的知識、問題解決技能，並鼓勵進一步將其應用於更複雜的情境中。Liao 並指出 STEAM 教育應創造一個跨領域的空間，鼓勵學生藉由應用跨領域知能以發展合作及批判思考能力，而教師在設計課程作業與評量時，宜考量納入科際整合內容以培養學生轉化多元知能的應用能力。

Hunter-Doniger (2018 : 23) 提出藝術融整 (arts-infused) 課程模式並定義為：(1) 所有學科平等的教育策略、內容與評量；(2) 藝術教師與其他學科教師的合作；(3) 鼓勵學生透過藝術進行更深度的探索。Hunter-Doniger、Howard、Harris、Hall (2018 : 49) 強調 STEAM 教育中，藝術與其他學科教師的共同參與，使課程設計朝向以學生為中心，進而讓學生藉由藝術創作連結生活經驗及學科（如科學），達成統整學習目的與成果。STEAM 教育課程內容知識建構的跨領域歷程亦是藉由藝術經驗以連結各學科。例如，在一個藝術與工程教育專題課程中，教師引導設計流程包括：提問 (ask)、想像 (imagine)、計畫 (plan)、創作 (create)、改良 (improve) 等五項步驟，讓學生以學校或社區相關地方文化議題為主題進行分組討論，思考並設計解決方案與創作，繼而透過分享各組成果，相互給予回饋後再次調整原先的設計。研究發現學生能發揮想像力對文化議題提出創意解決方法，並使師生皆能共同參與藝術的創造過程。趙惠玲 (2016 : 16) 將「跨領域美感課程」定義為，以藝術媒介、藝術概念、美感元素與藝術資源等作為活化、輔助與融整其他學科學習的媒介、資源、策略及主軸，建構「以藝術為核心」之跨領域課程。在課程實務上，由於藝術領域及文化活動的密切關係，跨領域美感課程亦可結合在地文化，透過實地踏查活動，引導學生進行探索，連結美感經驗與延伸創作 (趙惠玲，2016)。

歸納上述，STEAM 跨領域美感教育專題教學設計要點包括：以真實生活議題與美感體驗為核心架構課程、結合 STEM 跨領域主題內涵（如：工程及科技）與專題任務設計、運用藝術創作思考與探索方法等。STEAM 專題教學目標為使學生透過 PBL 專題學習方式整合藝術、科技等跨領域知識內容，並藉由發展藝術創作表達對議題深度探索、轉化美感體驗的感受，以及媒材的創新應用。因此，本研究以「古蹟文化保存」為核心議題，設計整合包含 STEAM 教育課程模式之藝術、工程、科技等學科知識內容的跨領域美感教育課程，期望能透過美感探索體驗及實作活動，培育並提升學生的美感素養及研究思考、問題解決的能力。

## (二) 6E 學習模式

在 STEAM 專題教學策略部分，本研究參考 STEM 教育課程已發展之 6E 學習模式，



以期透過探索實作教學設計引導學生將美感體驗轉化為實務應用。6E 學習模式為國際科技與工程教師學會（International Technology and Engineering Educators Association）發展以學生為中心，強化設計（design）及探究（inquiry）之學習模式，落實 STEM 科際整合教學，以使學生將知識應用於解決問題（林坤誼，2014；Burke，2014）。6E 模式的探索式學習歷程，包含：參與（engage）、探索（explore）、解釋（explain）、策劃（engineer；extend/elaborate）、深化（enrich）、評量（evaluate）等六項流程（林坤誼，2014；姚經政、林呈彥，2016；Burke，2014），說明如下：

1. 參與：目標為激起學生興趣、好奇並鼓勵提問，協助學生連結先備知能以使其投入課程活動。
2. 探索：目標為提供學生建構學習經驗的機會。在此階段，學生進行小組活動以建立一系列學習經驗增進分享與溝通。教師成為協助者，提供素材及引導學生的關注。透過探索式課程與挑戰活動，使學生主動投入學習與探索的歷程。而教師應用詰問法（重點在於提問、分析及批判思考），以引導學生建立假設、驗證預測並提出結論。
3. 解釋：目標為使學生解釋所學到的知識與概念，並加以改良。在此階段，學生相互溝通所學。透過與同儕、老師交流及回應、詰問的方式以澄清背景脈絡及迷思概念。
4. 策劃：目標為學生將所學知識、概念、技術及態度應用到主要問題，以獲得更深的理解。在此階段，學生探索知識與概念以尋求解決策略，為發展、建構、改良、評鑑及再設計的歷程。
5. 深化：目標為讓學生做更深入的學習，以便將所學應用到更複雜的問題。在此階段，學生能組織概念並透過設計、建模、收集資源、系統化等設計程序，將其進一步應用於新的情境與問題。
6. 評量：目標為讓師生瞭解學習的效果。教師在過程中持續評估學生的學習成果，並可藉由量表、教師觀察、學生訪談、檔案、專題作品等以進行診斷學習成效，學生亦可透過日誌、圖畫、模型等展示其成果。

Burke（2014）指出 6E 學習模式即依循設計與探索的系統化學習脈絡，能協助教師有效整合 STEM 教育之科技與工程學科內容。

學者們建議 STEAM 教學設計可結合專題學習、科學探究方法（scientific method）及藝術創作思考模式（Studio Habits of Mind，簡稱 SHoM）等策略（Daugherty，2013；Gettings，2016）。Hetland、Winner、Veenema、Sheridan（2013）提出藝術創作思考模式之八項流程如下：

1. 發展製作 (develop craft) : 學習運用媒材與工具。
2. 投入並持續 (engage and persist) : 學習提出與藝術或個人重要性相關的問題以發展聚焦於建構作品。
3. 想像 (envision) : 學習描繪思考可觀察到的事物並想像下一步的創作。
4. 表達 (express) : 學習創作有個人理念、感受與意義的作品。
5. 觀察 (observe) : 學習以視覺的脈絡更深入觀察事物。
6. 反映 (reflect) : 學習思考並相互討論與評價作品。
7. 延伸與探索 (stretch and explore) : 學習跳脫既定的構想進行探索並提供嘗試錯誤的機會。
8. 理解藝術社群 (understand arts community) : 學習如同藝術家一樣與其他藝術創作者 (如在教室或地方藝術團體) 互動。

綜合上述，6E 學習模式、藝術創作思考的流程、工程教育的設計方法 (engineering design method) 與科學課程的探究方法類似，皆為透過實作活動協助學生探索真實情境、發現議題並發展問題解決策略，可連結藝術學習的美感經驗進而應用於設計與美學的創新 (Daugherty, 2013; Gettings, 2016)。因此，本研究 STEAM 跨領域美感教育專題教學為結合藝術、工程、科技等跨領域內容，並以真實情境的問題為中心，結合專題學習模式與任務設計，與 6E 學習模式的探索式實作學習流程，期望透過美感體驗的探索、美感學習的深化與創新，協助學生發展創意思考與問題解決策略，進而達成美感學習經驗的轉化與應用。

#### 四、STEAM 教育與科技應用

新興科技為 STEM 教育的一環，在 STEAM 教育中，更是輔助專題課程學習與觸發創新的重要助力。Daugherty (2013) 建議在 STEAM 專題課程中運用實作活動結合創作思考模式，讓學生進行多樣化的媒材探索，並能適時應用科技以呈現跨領域學習成果。Di Serio 等 (2013) 研究發現擴增實境 (augmented reality, 簡稱 AR) 融入藝術鑑賞專題教學 (如: AR 影像解說及 3D 模型圖) 能有效提升學生的藝術學習動機。Ibáñez、Delgado-Kloos (2018) 分析 AR 於 STEM 教育應用相關研究，指出 AR 科技提供學生藉由觀察 AR 圖像、影片或動畫以進行互動式的探索學習活動，並有助其概念理解及未來的應用。Keane、Keane (2016) 在 STEAM 專題課程中，使用 NEXT.cc 網站之 elearning 資源輔助教學，例如：透過 e 化工具協助學生進行設計思考、繪製專題研究心智圖等，以及應用網站資源提供學生建築模型與科學概念影片等，將抽象概念具體化以引導學生作更深入地探討，藉由科技以提升學生的學習動機與效率。

Gross、Gross（2016）發現數位世代的學生能輕鬆自如地運用 Makey Makey 電路板及 Scratch 程式等資訊工具於 STEAM 專題創作的雕塑作品中。藉由科技輔助使學生更能發揮想像力與流暢地掌握素材，以及創作相較於單一學科課程更複雜且高互動的裝置。Liao（2016）學生在專題課程創作 3D 故事書中，運用 3D 建模軟體設計與列印故事角色，並利用電腦程式操作裝置增加故事互動性。透過 STEAM 課程創作，學生能整合應用多項學科知識技能（如：語文、藝術、程式設計、3D 科技）等，並表示得到與以往不同全新的學習經驗。Hunter-Doniger 等（2018）提到學生運用 Stop Motion 等軟體創作動畫影片，結合說故事的表現方式，不僅更能整合跨領域知識概念的內涵，亦有助於表達學生對社區文化議題的觀察與探索內涵。歸納上述，在 STEAM 課程設計中應用科技的高互動性及多樣化的媒體型態，不僅能提升學生的學習興趣，透過科技融入的探索式活動設計，引導並輔助學生主動投入深度的學習，並能利用科技優勢以創新應用。

## 參、研究設計與實施

### 一、研究設計

本研究於文獻初探與社區訪查時，教師群思考運用學校附近的古蹟建築作為跨領域美感教育之媒介資源，透過前導問卷與師生互動討論得知，學生對於社區內的文化資產所知相當有限，亦缺乏對生活環境美感的關注與覺察。有鑑於此，本研究採行動研究法，以國小五年級資優班學生為對象，設計 STEAM 跨領域美感教育專題教學，參考 Burke（2014）6E 學習模式以進行教學設計，並以 PBL 專題學習形式統整教學內容，學習內容包含：藝術、工程及科技領域，並由研究者（藝術教師）、資優班教師及資訊課教師等三人組成教師團隊共同進行專題課程設計與協同教學。期望藉由實施跨領域美感教學活動，透過「古蹟文化保存」議題的探究，喚起學生對生活環境的關心與培養美感素養，以及將美感經驗實踐於創作中。學生在教師引導下進行美感專題研究，師生先共同討論擬定研究方向與計畫，透過古蹟實地訪查、參觀模型工廠、作品展覽等美感體驗活動，以及專家訪談、講座分享等觀摩學習，深入瞭解社區古蹟的保存價值。學生透過小組合作學習共同討論，發展藝術創作行動，並應用 AR 與全景照相等新興科技以呈現藝術作品及導覽內容，進行古蹟之美的文化推廣。在課程實施歷程中，本研究蒐集學生的社區訪查紀錄、小組會議紀錄、心得回饋與研究省思，以及教師課程觀察與教學省思，綜合上述資料與相關研究文獻分析，探討 STEAM 跨領域美感教育專題教學的設計與實施成效。

## 二、研究對象

本研究 STEAM 跨領域美感教育專題教學實施對象為某國小五年級資優班學生共七人（含：男生四人、女生三人）。在先備知能部分，學生未曾有參與專題研究的經驗，在藝術學習方面，學生於學校藝文課程中，曾接觸過多樣媒材但較少綜合應用於立體創作的經驗，另曾於藝文與自然課程使用平板電腦學習。而在古蹟建築的知識部分，學生曾於社會課及校外教學的機會，初步認識本次專題所研究的古蹟，但未曾進行建築設計與藝術風格等層面深度的探討。在資訊能力方面，學生於電腦課程中已有製作簡報（PowerPoint）與設計 Google 表單的經驗，在資優班課程中，亦曾使用網路搜尋資料，應用文書處理（Word）、影像處理軟體（PhotoImpact）等製作個人或小組學習報告等。整體而言，本課程學生具備基礎多媒體及資訊应用能力。此外，本專題教學實施對象為資優班學生，先備能力優於普通班學生，因此教學成效可能無法推論至一般課堂教學。

## 三、STEAM 跨領域美感教育專題教學設計

本研究跨領域美感教育專題教學設計係以 STEAM 教育理論為基礎，學習內容結合藝術、工程與科技等跨領域範疇，課程內涵以核心議題——「古蹟文化保存」，發展 STEAM 跨領域美感教育專題課程。在思考進行專題課程方向時，教師團隊規劃以古蹟建築作為跨領域美感教育專題探究的題材，因建築本身即為蘊含空間、設計風格等豐富美學、美感元素的藝術資產，並承載居住者生活的歷史文化，亦期望學生藉由探討古蹟活化所代表的文化保存議題，培育關心生活環境之美感素養，並瞭解建築工法設計與改造的跨領域知識內涵。此外，為使學生轉化美感經驗，嘗試在藝術創作與展示融入科技以呈現多元創新的內容，學生的學習目標包含：（1）認識並瞭解專題研究的概念與步驟；（2）探討古蹟建築的藝術特色及保存價值；（3）瞭解老房子改造與空間活化的方式；（4）發展藝術行動與實踐；（5）與他人互動溝通合作，學習問題解決的策略。整體而言，本研究跨領域美感教育課程內容係擷取 STEAM 教育的藝術、工程與科技領域內涵，以學校附近的古蹟建築資源為媒介，整合跨領域的學習內容。

本研究課程教學參考 Burke（2014）6E 學習模式並轉化為「美感探索體驗期」、「美感創意實踐期」、「美感深化創新期」等三項學習階段如表 2。



表 2

## STEAM 跨領域美感教育專題教學模式

美感教育學習階段	流程	課程目標	美感教育專題學習活動
美感探索體驗期	參與	學生能瞭解專題研究的流程並主動參與準備工作。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 討論美感教育專題研究方向。</li> <li>2. 設定研究目標、對象並規劃研究流程。</li> <li>3. 討論小組成員與分工。</li> <li>4. 運用網路初步蒐集資料，以瞭解古蹟建築的歷史與特色。</li> <li>5. 規劃參訪調查路線與擬定專家訪談問題。</li> </ol>
	探索	學生能參與實地探訪並分組合作完成研究調查資料。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參訪古蹟建築與藝術展覽（「回到 1919 畫說臺北建築文化遺產」、「今村仁美立面模型創作展」）。</li> <li>2. 參觀建築模型工廠，以瞭解建築模型的製作過程。</li> <li>3. 訪談建築師、藝術家、古蹟導覽老師等相關領域專家。</li> <li>4. 建築師及古蹟導覽老師的主題講座分享。</li> </ol>
美感創意實踐期	解釋	學生能與小組成員互動分享調查成果並發展藝術創作計畫。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 小組分工整理研究調查所得資料（照片、影片、訪談錄音逐字稿）。</li> <li>2. 小組討論並發展藝術行動。</li> </ol>
	策劃	學生能分組合作完成藝術創作行動的設計與製作。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 小組討論老屋改造建築模型設計與創作。</li> <li>2. 小組討論古蹟導覽內容與遊戲問題設計。</li> </ol>
美感深化創新期	深化	學生能將藝術創作結合科技創新應用。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 討論導覽簡報影片的內容。</li> <li>2. 製作導覽簡報與 AR 應用。</li> <li>3. 全景照片與觸控螢幕的導覽應用。</li> </ol>
	評量	師生透過討論與省思紀錄彈性調整研究與創作。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 定期進行小組會議以討論研究進度與調整創作。</li> <li>2. 學生分享研究省思。</li> </ol>

如表 2 所示，「美感探索體驗期」綜合 6E 學習模式之「參與」及「探索」流程，教學目標為藉由提問與提供資訊引導學生參與的興趣，並透過美感體驗活動以探索藝術知識與感知美學內涵。「美感創意實踐期」為結合「解釋」及「策劃」流程，教學目標為引導學生以小組合作學習方式，分工彙整專題研究調查資料並討論交流學習所得，以發展藝術行動。「美感深化創新期」為結合「深化」及「評量」流程，教學目標為引導學生融入科技將創作進一步精緻化與創新應用，並藉由定期討論與省思調整專題研究的進程。

## 四、研究流程

本研究 STEAM 跨領域美感教育專題課程實施自 2017 年 10 月至 2018 年 2 月，在專題課程實施過程中，研究者與兩位協同教師帶領並引導學生討論擬定研究計畫，進行四次校外實地訪查與專家訪談，以蒐集專題資料。另安排兩次專家講座活動以協助學生更深入瞭解古蹟建築的藝術與文化特色。在專題研究過程中，學生進行小組研討，彙整資料並研擬執行藝術行動方案。最後，本研究綜合課程觀察紀錄、教師省思、學生專題學習資料（小組研究日誌、專家訪談紀錄、專題創作）及學生回應（活動心得紀錄、研究省思與回饋意見）等分析探討本研究課程教學設計與成效。

## 五、資料蒐集與分析

本研究蒐集上述研究資料並以代碼標示，第一碼為學生編號，第二碼為資料種類，如「活動心得」，而第三碼為記錄日期。例如：「S3 活動心得 20171101」為編號 3 學生於 2017 年 11 月 1 日記錄之活動心得。教師團隊於每次校外教學、課程活動皆拍照記錄及進行專家訪談錄影，研究者並於課後進行觀察記錄與教學省思，以與其他兩位老師共同研討課程的進度與學生反應，適時調整教學計畫。

## 六、研究信實度

本研究採三角檢證方式以提升研究資料的信實度，在資料方面，多方收集不同類型（如：圖像、文字）與來源（教師、學生）的資料以進行分析。在研究人員方面，本研究課程教師團隊三位成員專長與資歷如表 3。

表 3

本研究課程教師團隊資歷表

編號	專長領域	學歷	教學年資
1	藝術	國立臺灣師範大學美術研究所藝術學博士	21 年
2	資優教育	國立臺南師範學院特殊教育系學士	15 年
3	資訊教育	國立臺北教育大學教育傳播與科技研究所碩士	20 年

本研究 STEAM 專題課程及教學活動設計係由研究者（藝術）與資優班教師共同研擬，另請資訊教師加入並協助科技融入專題課程部分之設計與教學。在實施歷程中，透過行動研究的省思循環模式，教師團隊定期討論並評估學生反應與檢視學習成果，以彈性調整課程進程與內容。例如：「美感探索體驗期」綜合 6E 學習模式之「參與」及「探索」流程，著重於觀察學生對提問引導教學的反應與參與程度，以及藉由學生心得回饋瞭解美感體驗活動之成效。在「美感創意實踐期」階段為結合「解釋」及「策劃」流程，

依據學生進行創作的過程與小組討論的紀錄，以瞭解學生進行創作思考、實作與修正的歷程。而「美感深化創新期」為結合「深化」及「評量」流程，重點在於評估學生能否應用科技將作品以更創新多元的方式展現。此外，研究者亦將教學觀察紀錄及省思與兩位教師交流討論，透過同儕教師的回饋建議，以彙整各方意見分析課程設計的實施成效。

## 肆、研究結果與討論

本研究STEAM跨領域美感教育專題課程參考6E學習模式，包含：參與、探索、解釋、策劃、深化、評量等六項流程（Burke，2014），將其概念轉化並分為美感教育三階段課程實施歷程：「美感體驗探索」、「美感創意實踐」、「美感深化創新」，根據研究問題之STEAM跨領域美感教育教學設計與實施策略、該模式對學生的影響，論述如下：

### 一、美感體驗探索期

「美感體驗探索」階段課程為6E學習模式中的「參與」及「探索」流程。在「參與」部分，教師先提供資訊，透過提問以引導思考主題，幫助學生瞭解專題研究的意義、方法與流程，並採取分組討論的方式，鼓勵學生提出個人的想法以共同研討擬定專題研究的方向。惟學生缺乏深入理解思考問題的學習經驗，一時無法掌握重點，學生表示專題研究一開始最困難的地方在於：「大家都沒有想法」（S5 回饋 20180410）。為突破研究的瓶頸，教師群討論引導學生將想法發展繪製成心智圖，從學校／社區／古蹟（老房子）／建築／風格／歷史（年代）等，在學生討論過程中，先針對學校附近的古蹟建築搜尋相關資料，初步瞭解位於學校附近的古蹟建築，再分別提出適合的研究對象與主題。教師介紹「臺北市老房子文化運動」及古蹟建築活化議題，引導並協助學生逐步聚焦研究問題的核心——「古蹟文化保存」，並進一步選定位於學校社區附近三個不同風格的老建築：齊東詩舍（和洋式）、林安泰古厝（閩式）、臺北故事館（西洋式）為專題研究對象。在初步擬定專題研究對象後，學生透過網路先行調查計劃訪查古蹟的歷史背景與建築特色等資料，也分工合作擬訂專家訪談的問題。

在「探索」步驟，學生透過四次的校外教學活動，實地探訪古蹟建築與參觀藝術展覽、建築模型工廠等，除聆聽建築師與導覽老師的解說，也親身觀察體會老建築的歷史與文化藝術之美。從學生的心得回饋中，反映在不同的場域中獲得多元的美感體驗。例如於林安泰古厝，學生觀察到與現代建築風格迥異的古建築設計，讚嘆先人的智慧與巧思之餘，也增長相關的美感知識：

林安泰古厝的門，因為有經過特別的設計，所以有特別的開法，這顯現出古代工匠的智慧與技術，因為只有手藝純熟的工匠，才能做出如此巧奪天工的設計。

（S3 活動心得 20171101）

……林安泰古厝利用「斗拱」固定房屋，最讓我印象深刻，它除了有防震的功效外，也成為我的新知識，古人真的好聰明呀！這幾次的校外教學，都轉變成我很好的經驗、回憶和知識。（S2 活動心得 20171102）

古時候在蓋房子，牆上的畫與掛在門口上方的「門印」，也各藏著奧妙，畫中運用諧音而各自代表著各種人們的希望，像是：希望能夠金榜題名，家裡有人考上官位等等。（S4 活動心得 20171102）

在古蹟建築繪畫藝術展覽中，學生感受到畫中的歷史氛圍，如走入時空隧道似乎更能體會當時的情境：

游老師畫的每一幅畫都十分細膩、逼真，讓人覺得自己彷彿置身在畫中的 1919 年呢！透過訪問與老師的解說，不但使我更加瞭解游老師對建築、創作等等的想法，還讓我對臺北的老建築又進一步的認識。（S6 活動心得 20171016）

模型工廠的參觀經驗則幫助學生瞭解建築模型的製作過程與技巧，相關的知識也進一步發展應用成為下一階段的藝術創作行動。

這是我第一次到模型公司參觀，感覺十分新鮮有趣，除了使我瞭解製作建築模型的工程以外，也明白行道樹、花朵、小草等配件的製作方式。（S2 活動心得 20171112）

講解老師向我們介紹了許多關於房子、瓦楞紙、雷射切割機的知識，也講解從平面圖型到立體圖形該如何製作，尤其是特別介紹了如何製作樹木等等。（S5 活動心得 20171112）

此外，欣賞觀察藝術家的立體建築模型與過往的生活美感經驗相互印證，並與之後的專題創作經驗產生連結：

到模型展覽的參觀空間時，我打從心裡非常的崇拜這些建築物小模型的製作者，因為他們做得非常的精美與細緻，令人嘆為觀止。在那麼多的建築物小模型裡，其中我最喜歡的是——總統府，因為總統府的特色都被展現得淋漓盡致。（S6 活動心得 20171112）



在訪談專家與參觀過程中，學生提問並聆聽專家們自述其創作歷程遇到的困境，在進行文化推廣工作時遭到質疑，或因商業利益與古蹟保存衝突而面臨艱困的局面。他們堅持信念並各自在藝術文化領域辛勤耕耘，投身創作、古蹟保存及文化創新與推廣工作，學生獲得學科的知識內容，亦對這群藝術實務工作者的熱忱與毅力留下深刻的印象：

當他（游老師）被問起創作過程那一個步驟最困難的時候，他回答：「最困難的事是『找尋參考資料』，因為有些古老的建築已被夷為平地，取材更是困難，只能找到黑白的老照片，尤其是建築體內部複雜的建築，像是『臺灣鐵道飯店』」但他也說：「雖然創作『臺灣鐵道飯店』很辛苦，但是卻是他完成後最有成就感的繪畫作品」。（S3 活動心得 20171016）

令我印象最深刻的是，鄭老師說他的同學曾質疑老師為何不去從事其他更賺錢的行業，而要從事古蹟導覽？鄭老師的回答是人生只要做有興趣的事，就會覺得很快樂，並不一定要追逐金錢。（S5 活動心得 20171101）

在建築師的老房子導覽及改造過程分享中，學生習得包含老建築的歷史文化脈絡及美學風格等，也瞭解建築構造及空間設計的原理與其中蘊含的生活智慧，透過實際觀察體悟跨領域的知識內涵。而從專家的生命經驗中，切身體會古蹟保存的意義與價值：

老師不只接受了我們的訪問，跟我們分享建築的特色，老師也願意告訴我們如果在努力的過程中遇到了困難，要如何面對和解決問題的人生經驗。因此我認為孫老師其實不是一位光會說而不做的平凡人，而是一位對古蹟保存界滿懷希望，並且有真正貢獻社會的意志力和能力的古蹟修復師。（S1 活動心得 20171016）

專家分享自身的美感經驗，給予學生的感受不僅止於對藝術或美的事物欣賞的層次，而可以從生活美感的觀察與體驗中，敏銳地察覺美的事物，將感動內化成為生活的一部分，進而與其他人分享：

他教授給我們的道理，要如何實踐在生活上呢？我想我可以自己先深入體會在生活中的「美」，再把自己觀察的結果分享給家人、朋友，並且讓他們也可以在繁忙的都市生活中，開始慢慢體會生活中的「美」。（S2 活動心得 20171016）

這次訪談孫老師得到了許多不一樣的理念，其中讓我印象最為深刻的一句話是「與其說美，不如說是一種感動」，這句話雖然看似與其他的答案差不多，但對我來說是一種肯定且誠懇的語氣。（S4 活動心得 20171016）

此外，在建築模型公司的參訪中，S3 表示：

我覺得整個專題學習中收穫最多的部分是參觀古蹟及模型工廠，因為這樣可以讓我們對建築物的美及建築模型的製作方式有更深層的體會。（S3 活動心得 20171112）

而學生也觀察到各領域人員對專業的執著與團隊合作的態度：

在模型公司裡，大家都分工合作，並全力以赴的完成自己負責的部分，他們的汗水、努力及心血，最後將化成完美的成品，印證了團結力量大的道理，值得我學習與看齊。（S2 活動心得 20171112）

這次的模型工廠及模型展覽參觀，是我覺得最有趣的校外教學，除了讓我學到了不少關於製作建築物小模型的技巧及方法，更重要的是，讓我看到了各行各業都有辛苦努力的工作者，在自己的工作崗位上奉獻與付出，我真的應該效法他們。

（S7 活動心得 20171112）

歸納分析「美感體驗探索」階段之實施歷程，初期學生因欠缺觀察的敏銳度與議題思考訓練，導致難以發現問題與投入專題探究活動，此亦浮現目前教育現況的問題。在教師提供資訊（鷹架）、學習策略（心智圖思考法）引導下，學生逐漸能聚焦想法，並結合小組合作學習的方式發展專題探究計畫。此後，在古蹟建築與專家訪談等實地探索活動中，學生獲取美感體驗更勝於學科知識的學習，也醞釀成爲發展藝術創作實踐的動力。因此，本階段課程體現在 STEAM 專題教學設計中，教師透過提供相關議題背景知識及提問等策略，能有效引導學生的思考與問題探索（Burke，2014；Quigley 等，2017），而藝術體驗學習爲融合學科知識與連結生活情境的重心，使學生更能產生興趣並主動投入學習（Hunter-Doniger、Sydow，2016；Liao，2016）。惟教師檢討本階段學生在研究主題規劃與學習積極度方面，雖逐步成長但仍有進步空間，上述缺乏研究流程思考的學習經驗爲主要因素。學生慣於被動接收資訊，完成教師「指派」的任務，因此，在過程中大部分需要教師一步步引導，此尙待累積更多相關專題研究經驗予以改進。而在美感體驗部分，因學生對於研究主題（古蹟建築藝術及文化保存議題）背景知識有限，係由教師計劃校外參訪對象與地點，未來可考量選擇更貼近學生生活的題材，並逐步由學生自行策劃（例如交通路線規劃、連絡參訪對象等），以提升學習的自主性及問題解決能力。

## 二、美感創意實踐期

「美感創意實踐」階段為綜合 6E 模式的「解釋」及「策劃」流程，引導學生透過小組合作學習的方式，彙整專題研究的實地訪查與專家訪談資料，分享觀察所得並共同研討以發展藝術行動。學生們透過問卷調查結果得知，多數人並不瞭解專題研究所探討古蹟建築的歷史和其重要性，甚至未曾到訪過這些地方。同時，有感於建築師在訪談中，分享目前老建築面臨的危機，使學生思考古蹟保存的重要性：

現在的許多人對古蹟的重視率逐漸降低，讓古蹟面臨被拆除並改建成大樓的問題，許多建築師有機可乘，幫助建築商建造大樓並參與計畫，共分利潤。但也有一些建築師跟他們的想法不一樣，他們視那些為無價之寶，有些人的童年回憶，就是在那裡度過的……。 (S3 活動心得 20171016)

因此，透過美感體驗探索階段的實地訪查，學生瞭解目前研究對象面臨的問題主要為：多數人不瞭解古蹟建築及老屋活化再利用的價值等。在討論後決定分別以「古蹟建築藝術推廣」（古蹟組）及「老屋改造文化創新」（老房子組）為主軸，分成兩組各自發展主題創作。其中，「古蹟組」的組員整理林安泰古厝與臺北故事館的訪查內容，在節錄重點後，學生討論以實境遊戲的方式增加趣味進行推廣，期待能吸引更多人關注古蹟建築，並分工進行實境遊戲的題目編寫及圖卡繪製：

我們大家開始整理訪問內容，然後把它編成逐字稿。就是整理出訪問內容的重點，用淺顯易懂的方式把它編出來。(古蹟組研究日誌 20171103)

「老房子組」成員則從齊東詩舍的改造與建築模型工廠參觀獲得靈感，以其鄰近尚未改建的廢棄日式老屋為題材，設計模擬改造後的狀況，並以建築模型呈現。學生在創作遇到困難時，除求助老師也利用網路查詢以獲得解決辦法：

我們一起討論老房子的模型。首先是著手畫設計圖……針對老房子的格局、房子的外觀及室內的陳設逐一討論。遇到困難處，再請教老師及上網查詢相關資料。今天完成房子外觀的一部分、室內的一些房間及房子的部分牆壁……老房子有了令人欣喜的雛型。(老房子組研究日誌 20171104)

在發展與創作作品過程中，學生感受到小組合作的優點，S2 表示：「小組合作可以互相學習、互相幫忙，做事也可以互相監督，會比較有效率」(S2 回饋 20180412)。S3 則說道：

可以互相分享自己查到的資料，讓可用資源更豐富，當其他同學想出其他我沒有想到的想法時，讓我能瞭解到他人的想法，讓作品有正向的發展。（S3 回饋 20180410）

小組討論意見不合的時候，則透過相互溝通協調解決，彙整出大家都能接受的方式，S6 提到：

在討論時的意見太多導致進度延宕，所以我們先聽取所有人的意見，再由組長選出可行性最高的提案。（S6 回饋 20180411）

從學生的研究紀錄中，呈現了小組如何透過討論最終解決歧見，順利完成計畫中的進度：

今天接續上次未完成的設計圖……經過小組成員齊心協力，已完成室內設計全部、百分之九十的戶外及外觀設計。（老房子組研究日誌 20171104）

針對牆壁的規格，我們有時會因為想要的規格意見不同而吵架，但是最後都能少數服從多數，訂出大家認同的規格。今天除了完成設計圖，也在和小組成員討論中，學習到了如何尊重別人。（老房子組研究日誌 20171110）

兩組學生在初步成品完成後，均面臨不同的創作瓶頸，小組成員共同檢討並商量調整原先的創作計畫，以達到更好的效果，例如：「古蹟組」的實境遊戲設計面對的課題為受限於時間與場地，圖卡與遊戲問題呈現方式有待解決，以及同質性過高、過於複雜的題目，可能缺乏吸引力。針對這些問題，在教師引導下，先將學生設計的問題列出，再逐一檢視歸類，刪掉重複的問題並聚焦在該建築的特色景物上。另一方面，小組討論決議將實境遊戲修正為應用資訊課曾介紹過 Google 表單（圖 1），將答題方式調整為同儕都熟悉的介面並簡化題目，亦便於設計題目配合圖片的題型。S7 提到：

我們就把實境遊戲的題目變成 Google 表單……為了讓小朋友們更簡單作答，把一些題目變成選擇題，而選項是簡而易懂的。（S7 回饋 20180410）





圖 1 學生製作的古蹟實境遊戲 Google 表單。

此外，在創作建築模型作品時，學生因立體結構及媒材操作知能與經驗有限，遇到許多困難，如建築空間與動線設計、內部細節布置、媒材選擇等，如何把想法透過作品實現，考驗學生的耐心與問題解決能力。為培養學生主動學習與求知的習慣，在學生遇到困難時，研究者並不立即主動介入，而是從旁觀察其進行狀況，再適時給予協助與指導：

室內陳設大致完成後，我們開始切割房子外觀的牆壁及製作屋頂。這次遇到較多的困難，就是切割牆壁時，因為牆壁留有窗戶，因此很難切割。我們討論了一段時間，仍然沒有解決，最後請教老師，老師告訴了我們切割時的技巧，就是先切成大塊，再修改細微處。最後我們終於完成了這次艱難的任務。（老房子組研究日誌 20171104）

藉由專題創作一次次失敗後再調整的經驗，培養學生主動思考問題、積極探索以尋求解答的習慣，也能讓學生在嘗試錯誤中成長。S6 表示：

在製作鋼琴（建築模型室內擺設）的過程中，我遇到了許多的困難，例如：鋼琴的外表該分為哪些部分、該用哪些材料來製作……。在製作的過程中，跌跌撞撞的學習到新的事物……。（S6 回饋 20180411）

在「美感創意實踐」階段，教師擔任輔助學習的角色，由學生們共同合作彙整實地調查的資料，分享體驗心得並發展成為藝術創作。在專題創作歷程中，透過小組合作學習，培養學生相互協調的溝通技巧，並提供學生發揮群體智慧展現合作式創意的機會（Guyotte 等，2015；Land，2013）。同時，STEAM 專題實作活動之重要目標即為學生在發展藝術創作中，歷經探索、設計、改良、修正等流程及嘗試錯誤的挫折學習經驗，以期學生能藉由藝術創作整合與實踐學習結果（Hunter-Doniger 等，2018）。教師省思本階段教學流程，如何引導學生發展問題解決策略成為課題，主要困難點在於教師需權衡

介入的程度與時機，因給予過多指導將影響學生的自主性，但對於探究經驗與實作知能均非常有限的國小學生而言，尚無法自行找到解答。學生亦缺乏統整資料的能力，須教師從旁協助並整合修正，惟易導致學生不清楚整體研究的脈絡，以及片段的知識學習。因此，在學習任務的分配上不宜切割太零碎及技能導向（例如：打字），同時，有效利用討論活動，讓小組每一位成員皆要參與並發表意見，並歸納每次討論的結果，藉此協助學生掌握研究與創作的內容與進程。

### 三、美感深化創新期

在「美感深化創新」階段的課程為 6E 學習模式的最後兩項：「深化」與「評量」，教學目標為引導學生將研究與創作成果作更深入地創新應用，為整體課程的學習成果展現，亦為評估專題研究成效的重點。在資訊教師建議下，教師群共同討論決定於專題課程教學活動融入 AR 及全景攝影等科技。首先，由資訊教師進行 AR 工具軟體與全景攝影的教學，藝術教師則介紹新興科技在作品展示與導覽的應用。同時，教師群並引導學生討論上述科技結合專題創作的可能性。在協同教學的過程中，教師團隊原預期使用影音編輯軟體，但資訊教師建議使用學生們已熟悉的簡報軟體 PowerPoint 進行排版與錄製導覽語音，以取代複雜功能的軟體反能駕馭自如。在教師指導與協助下，學生運用 PowerPoint 簡報軟體製作古蹟建築與老屋改造建築模型創作的導覽影片，整合訪查文字資料與照片，設計藝術導覽內容與腳本，運用手繪圖案及動畫效果增加影片的豐富與趣味性（圖 2），並共同合作完成影片的錄音。之後，將專題創作的初步成品——AR 實境遊戲提示卡及建築模型、圖卡（圖 3）結合導覽影片；應用 AR 軟體——HP Reveal 製作成為 AR 影片藝術導覽內容（圖 4、5）。惟 AR 影片初步製作完成後，部分圖卡於使用平板電腦掃描測試時，並不能準確呈現導覽影片，經過問題檢討並改良圖卡（例如：重新繪製描邊框及上色），終於能成功將 AR 影片展示與呈現。



圖 2 老屋改造建築模型導覽影片。

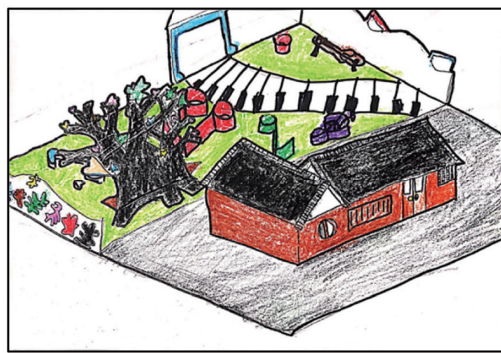


圖 3 老屋建築模型創作圖卡。



圖 4 AR 導覽方式解說。



圖 5 AR 古蹟建築藝術導覽。

教師協助學生應用觸控螢幕展示古蹟內部全景照片（圖 6），並讓參與本課程的學生在專題展覽中擔任導覽員解說，協助其他同學使用平板電腦進行 AR 藝術導覽學習（圖 7），以及使用觸控螢幕觀看古蹟建築內部細節內容。



圖 6 學生使用觸控螢幕觀賞建築內部全景照片。



圖 7 學生使用平板電腦觀賞 AR 導覽影片。

在這項 STEAM 專題任務中，學生需綜合在專題研究中瞭解的跨領域知識內容、創作技能及科技應用，並透過團隊合作、相互溝通協調以完成作品。因此，也是專題研究最具挑戰的學習任務。同時，學生對於 AR 藝術導覽反應良好，也提到對自己與其他同學藝術學習的幫助，S3 表示：

這次的專題介紹結合了 AR 跟觸控螢幕，所以其他同學對介紹內容的專心度明顯比用簡報、口頭講高很多。（S3 回饋 20180412）

S2 提到科技有助於提升學習動機，「大部分同學都對資訊科技非常有興趣，我覺得能透過資訊科技學習，大家比較容易吸收」（S2 回饋 20180412），而 S5 則認為：「全景 360 導覽增進了對空間的概念……」（S5 回饋 20180410）。



專題課程結束前，學生在研究省思中，回顧整體專題研究過程，並彼此分享自身的經驗。學生提到透過「美感探索體驗活動」幫助對於專題探討的古蹟建築從陌生到瞭解，S4 表示：「我在研究專題前，幾乎對建築沒什麼認識，經過參觀及訪談，讓我對這方面有初步的瞭解」（S4 省思 20180201）。而學生表示最感興趣的是藉由「美感創意實踐」階段的專題創作，將美感體驗轉化為作品：

在這次的專題研究中，我覺得最有趣的是做日式房屋模型的時候，學到了日式老屋的基本構造，更體會了日式傳統房屋的美感。（S3 省思 20180201）

在專題學習中，STEAM 跨領域美感教育課程帶給學生的不僅是藝術知識或創作技能的學習，更重要的是透過美感學習體驗與實作歷程，內化並感受古蹟建築的價值進而影響學生對美感事物的態度：

認識及瞭解到了老房子的美。之前經過老房子時，通常不大會去注意它的外觀及擺設，但在製作這次的專題時，原本不大會去注意老房子的我，變成了喜歡停下腳步並慢慢觀賞的人，這大概就是這次的專題中，我收穫最多的部分。（S6 省思 20180201）

希望經過我們的宣傳與介紹後，齊東詩舍能被人們重視，使人們更認識這些具有文化意義的老房子，將這些古老的建築之美流傳下去。（S1 省思 20180201）

此外，STEAM 美感教育課程任務設計對學生而言具有相當的挑戰性，卻也因此激發學生創意並使其獲得更多不同於其他課程的學習經驗。其中，小組的探索式合作學習與科技融入的創作使學生留下深刻印象，以及共同合作完成專題的成就感及科技的創意應用更新鮮有趣。S2 表示：

在專題研究的過程中，我得到了許多新的知識，也探索到了許多未曾嘗試過的新鮮事物，可說是獲益良多！俗話說：「萬事起頭難」，但有了老師們的用心指導及同學們配合，大家一起度過難關，寫下我第一次參與專題研究美好的回憶。其中讓我印象最深刻的就是影片製作，從自畫像的繪畫、最繁雜的動畫到最後的配音，都非常有趣。（S2 省思 20180201）

本研究於「美感深化創新」階段的專題任務設計中融入科技，引導學生透過科技應用及實作活動，將學習成果深化應用（Burke, 2014）。教師觀察學生在專題任務的學習歷程中，科技融入課程帶給學生新奇的學習經驗，也增進學生的學習興趣與問題解決能



力。更重要的是，學生能運用科技將創作進一步整合並以創意的應用方式進行推廣，科技應用也使合作創新的教育目標得以實現。惟國小學生受限於資訊能力及應用知能，亦欠缺整合性的創作經驗，須教師的逐步指導及協助，尚無法自主完成學習任務。

整體而言，本研究進行 STEAM 跨領域美感教育專題教學，學生在美感素養、探究思考、問題解決與科技創新應用等均有所成長，亦能主動關心生活的美感事物，符應跨領域美感教育的目標。惟本研究實施對象學生為初次進行專題研究，其問題思考及實作經驗均不足，教師介入指導可能影響學生的主動性，尚待安排更多相關課程與經驗累積以兼顧兩者的平衡性。同時，受限於實施期程與時間（如：展期、參觀地點開放時間及資優班課程時數），學生須投入更多課外時間方能完成任務進度，形成額外負擔，亦影響學習意願及成效，本研究跨領域團隊教師討論及協同授課亦為利用自身課餘時間。因此，在未來跨領域課程規劃上，宜考量如何彈性調整課程安排及建立協同教學模式，以利師生投入跨領域課程教學與學習。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本研究彙整研究結果並提出四項結論，第一項結論為回應研究問題一：STEAM 跨領域美感教育教學設計與實施策略；第二、三、四項結論則為論述教學設計對學生學習的影響，說明如下。

#### （一）專題學習結合 6E 模式教學設計有助發展 STEAM 跨領域美感教育探究與實作

本研究 STEAM 跨領域美感教育專題教學設計，以 PBL 學習整合跨領域美感教育學習內容，在教學設計部分，參考 6E 學習模式，包含：參與、探索、解釋、策劃、深化、評量等六項流程（Burke, 2014），將其概念轉化並分為美感教育三階段課程實施進程：「美感體驗探索」、「美感創意實踐」與「美感深化創新」。研究結果顯示，在美感體驗探索階段，透過提問、心智圖思考法、提供資訊（鷹架）協助學生循序漸進對課程核心議題有更深入地探討；在美感創意實踐階段，藉由討論、設計、實作、修正等步驟，轉化美感經驗為藝術創作；在美感深化創新階段，融入科技將實作作品精緻化與創新應用。整體而言，以專題學習結合 6E 學習模式教學設計及實施策略，有助發展跨領域實作活動及學生的探究思考與實作能力。

## (二) 探索體驗學習有助培育生活美感素養

研究結果顯示，透過 STEAM 專題教學之實地參訪與專家訪談等美感探索體驗活動，學生不僅獲得藝術、工程、科技等跨域知識內容，亦有助培養學生主動求知的態度與習慣。從學生反應得知，多元場域的美感體驗與藝術工作者的生命故事分享等美感學習經驗已影響學生的美感認知，提升學生對美感受物的覺察與敏銳度，並進而內化成為生活美感素養，此即 STEAM 專題教學目標：透過藝術體驗輔助學生素養學習、連結真實情境，以幫助其未來的實務應用 (Land, 2013)。

## (三) 小組合作學習與專題任務設計有助創意思考和問題解決

本研究 STEAM 專題教學設計結合小組合作學習模式，並配合專題計畫研討、實地調查、藝術創作、科技融入等專題學習任務，讓學生透過共同討論與分享的方式進行跨領域美感課程學習。研究結果顯示，學生能體會並瞭解合作學習的優點並從中學習到互動技巧，其成果亦展現 Guyotte 等 (2015)、Hunter-Doniger 等 (2018) 提到藉由小組創作活動，激發群體創意的效果。此外，本研究 STEAM 專題任務以文化議題為核心的設計模式，讓學生在研究與創作過程中，共同研討並尋求解決方法，亦有助學生創意思考與發展問題解決策略 (Hunter-Doniger 等, 2018; Liao, 2016)。

## (四) 科技融入有助統整 STEAM 課程學習與創新應用

本研究專題課程實施歷程中，學生運用多項科技輔助專題探究學習，並運用於藝術創作，例如：透過網際網路搜尋研究資料及創作參考，運用 Google 表單製作古蹟實境遊戲問題，以及運用簡報及 AR 軟體製作 AR 藝術導覽影片等。研究結果顯示，科技融入 STEAM 課程有助學生整合學習內容，尤其在「美感深化創新」階段，科技扮演整合跨領域學習的關鍵角色，符應 Gross、Gross (2016) 及 Keane、Keane (2016) 論點：學生在 STEAM 課程中運用科技進行合作學習，更能協助學生展現多元的創新應用。

## 二、建議

### (一) STEAM 跨領域美感教育專題教學設計實務建議

1. 本研究 STEAM 專題教學結合 PBL、6E 學習模式、小組合作學習等策略，研究結果顯示能協助學生創意思考與發展問題解決策略，並有助於培育生活美感素養，建議未來融入上述策略於 STEAM 課程設計與實施。
2. 本研究實施對象為資優班學生，其先備能力優於普通班學生，因此本研究結果可能無法完全應用於普通班課程。建議於普通班進行 STEAM 課程時，可降低課程

內容與學習任務的複雜度，並先由小型的單元活動開始試行，逐步累積學生探索與實作學習經驗，再評估學生反應以調整教學內容。

3. 本研究結果顯示，科技對於學生創新應用能力發展的正向影響。建議未來因應數位世代的學習，教師宜探討並善用各種科技於 STEAM 課程的教學，使其成為輔助學生學習的利器。
4. 本研究 STEAM 專題課程係由藝術、資優教育、資訊教育等跨領域教師組成團隊共同設計與教學，結果顯示透過不同專業意見研討有助課程的多元發展。建議藝術教師可在 STEAM 專題課程發展中擔任主動發起及領導創意的角色，尋求其他領域教師合作，推展以藝術為核心的 STEAM 專題課程。

## （二）未來研究建議

1. 本研究以資優班學生為教學實施與研究對象，未來研究範圍建議擴及一般學生，以瞭解 STEAM 跨領域美感教育專題教學模式於普通班之實施成效。此外，建議亦可比較不同性別、學習階段學生學習的差異。
2. 本研究蒐集學生生活心得、省思及教師教學省思等質性資料以分析課程實施成效，未來建議發展學習動機、學習風格或自我調整等量表並配合施測，以瞭解 STEAM 專題課程對學生各項學習構面產生之影響。

本研究 STEAM 專題教學結合 PBL 及 6E 學習模式，轉化為美感教育的三階段學習歷程：「美感探索體驗」、「美感創意實踐」與「美感深化創新」。研究結果顯示，融入議題探索式的跨領域美感學習與實作活動確有助於學生創意思考與問題解決發展，進而提升美的感知能力與生活美感素養。而藉由科技的輔助，更能有效整合學習內容及創新應用。然目前國內藝術領域之 STEAM 教育相關研究尚待更多研究案例發表以建構與發展課程模式，期待本研究能提供未來以藝術為核心之 STEAM 教育課程教學實務參考，以及開啓 STEAM 教育更多研究面向的探討。

## 引用文獻

中文部分：

林坤誼 (2014)。STEM 科際整合教學的理念與實施。取自 [https://www.researchgate.net/publication/314135872\\_STEMkejizhenghejiaoxuedelinianyushishi](https://www.researchgate.net/publication/314135872_STEMkejizhenghejiaoxuedelinianyushishi)

Lin, Kuen-Yi (2014). *STEM keji zhenghe jiaoxue de linian yu shishi*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/314135872\\_STEMkejizhenghejiaoxuedelinianyushishi](https://www.researchgate.net/publication/314135872_STEMkejizhenghejiaoxuedelinianyushishi)

姚經政、林呈彥 (2016)。STEM 教育應用於機器人教學：以 6E 教學模式結合差異化教學。《科技與人力教育季刊》，3 (1)，53-75。

Yao, Jing-Jheng, & Lin, Cheng-Yen (2016). The application of STEM education in robot teaching combination of 6E teaching mode and differentiated instruction. *Technology and Human Resource Education Quarterly*, 3(1), 53-75.

范斯淳、游光昭 (2016)。科技教育融入 STEM 課程的核心價值與實踐。《教育科學研究期刊》，61 (2)，153-183。

Fan, Szu-Chun, & Yu, Kuang-Chao (2016). Core value and implementation of the science, technology, engineering, and mathematics curriculum in technology. *Journal of Research in Education Sciences*, 61(2), 153-183.

教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。取自 [https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta\\_5320\\_2729842\\_56626.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta_5320_2729842_56626.pdf)

Ministry of Education. (2014). *Curriculum guidelines of 12-year basic education general guidelines*. Retrieved from [https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta\\_5320\\_2729842\\_56626.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/87/pta_5320_2729842_56626.pdf)

教育部 (2018)。十二年國民基礎教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校：藝術領域。取自 [https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/22/pta\\_18533\\_2143291\\_60289.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/22/pta_18533_2143291_60289.pdf)

Ministry of Education. (2018). *Shiernian guomin jichu jiaoyu kecheng gangyao guomin zhongxiaoxue ji putong xing gaoji zhongdeng xuexiao: Yishu lingyu*. Retrieved from [https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/22/pta\\_18533\\_2143291\\_60289.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/22/pta_18533_2143291_60289.pdf)

陳怡倩 (2017)。從 STEAM 的 A 來看美國 STEAM 教育。《香港美術教育期刊》，1，4-9。

Chen, Yi-Chien (2017). Cong STEAM de A lai kan meiguo STEAM jiaoyu. *Hong Kong Art Education Journal*, 1, 4-9.

陳瓊花、洪詠善 (2017)。創作與轉化：十二年國教藝術領域課程綱要草案之研析。《教育脈動》，10。取自 <https://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/9b0d3439-06b7-4639-a915-6e50a6aa0a1c?insId=1750e0c3-aad4-49a5-8f31-77f8cd6d4ac9>

Chen, Jo Chiung-Hua, & Hung, Yunh-Shan (2017). Chuangzuo yu zhuanhua: Shiernian guojiao yishu lingyu kecheng gangyao caoan zhi yanxi. *Pulse of Education*, 10. Retrieved from <https://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/9b0d3439-06b7-4639-a915-6e50a6aa0a1c?insId=1750e0c3-aad4-49a5-8f31-77f8cd6d4ac9>



喻薈融、趙惠玲、林小玉、李其昌（2015）。美力跨界：跨領域美感教育之課程理論與實務初探。《教育脈動》，2。取自 <https://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/1dd7c844-e7cd-4dce-bdc2-7884dd8c27c1?insId=f628a856-bdda-4986-93c4-da58a908d1fc>

Yu, Hui-Lung, Chao, Huei-Ling, Lin, Sheau-Yuh, & Li, Chyi-Chang (2015). Mei li kua jie: Kualingyu meigan jiaoyu zhi kecheng lilun yu shiwu chutan. *Pulse of Education*, 2. Retrieved from <https://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/1dd7c844-e7cd-4dce-bdc2-7884dd8c27c1?insId=f628a856-bdda-4986-93c4-da58a908d1fc>

趙惠玲（2016）。跨領域美感課程之理念、類型與發展策略。載於趙惠玲（主編），薈美·融藝：跨領域美感課程之理論與實務（頁 3-31）。新北市：華藝。

Chao, Huei-Ling (2016). Kualingyu meigan kecheng zhi linian, leixing yu fazhan celue. In Huei-Ling Chao (Ed.), *Huimei rongyi: Kualingyu meigan kecheng zhi lilun yu shiwu* (pp. 3-31). New Taipei: Airiti.

## 外文部分：

Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40-47.

Burke, B. N. (2014). The ITEEA 6E learning ByDesign™ model: Maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 73(6), 14-19.

Daugherty, M. K. (2013). The prospect of an “A” in STEM education. *Journal of STEM Education*, 14(2), 10-14.

Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.

Gettings, M. (2016). Putting it all together: STEAM, PBL, scientific method, and the studio habits of mind. *Art Education*, 69(4), 10-11.

Ghanbari, S. (2015). Learning across disciplines: A collective case study of two university programs that integrate the arts with STEM. *International Journal of Education & the Arts*, 16(7), 1-21.

Glass, D., & Wilson, C. (2016). The art and science of looking: Collaboratively learning our way to improved STEAM integration. *Art Education*, 69(6), 8-14.

Gross, K., & Gross, S. (2016). Transformation: Constructivism, design thinking, and elementary STEAM. *Art Education*, 69(6), 36-43.

Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Kellam, N. N., & Walther, J. (2015). Collaborative creativity in STEAM: Narratives of art education students' experiences in transdisciplinary spaces. *International Journal of Education & the Arts*, 16(15), 1-39.

Hetland, L., Winner, E., Veenema, S., & Sheridan, K. (2013). *Studio thinking 2: The real benefits of visual arts education* (2nd ed.). New York, NY: Teachers College Press.

Hunter-Doniger, T. (2018). Art infusion: Ideal conditions for STEAM. *Art Education*, 71(2), 22-27.

Hunter-Doniger, T., Howard, C., Harris, R., & Hall, C. (2018). STEAM through culturally relevant

- teaching and storytelling. *Art Education*, 71(1), 46-51.
- Hunter-Doniger, T., & Sydow, L. (2016). A journey from STEM to STEAM: A middle school case study. *The clearing house: A journal of educational strategies, ideas*, 89(4-5), 159-166.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123.
- Keane, L., & Keane, M. (2016). STEAM by design. *Design and Technology Education: An International Journal*, 21(1), 61-82.
- Kraehe, A. M. (2018). Disciplinary borderlands. *Art Education*, 71(2), 4-7.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education*, 69(6), 44-49.
- Maeda, J. (2011). *STEM to STEAM*. Retrieved from <http://www.core77.com/posts/20692/getting-steamy-in-rhode-island-20692>
- Maeda, J. (2013). STEM + Art = STEAM. *The STEAM Journal*, 1(1), 1-3.
- McGarry, K. (2018). Making partnerships with STEAM. *Art Education*, 71(2), 28-34.
- National Art Education Association. (2014). *Position statement on STEAM education*. Retrieved from <https://www.arteducators.org/advocacy/articles/552-naea-position-statement-on-steam-education>
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12.
- Rolling, J. H., Jr. (2016). Reinventing the STEAM engine for art + design education. *Art Education*, 69(4), 4-7.
- Watson, A. D. (2016). Revving up the STEAM engine. *Art Education*, 69(4), 8-9.

# **A Study on the Design of a Teaching Project on STEAM Cross-Disciplinary Aesthetic Education**

Pei-Chi Lu<sup>1</sup>

## **Summary**

In recent years, the education trend, STEAM, has developed in the U.S. It has spread quickly globally and affected educational reform, curricula, and teaching. Consisting of science, technology, engineering, arts, and mathematics, STEAM is a cross-disciplinary curriculum and teaching approach. Here, arts was added to the original STEM education to enhance creativity and design capability, while improving students' higher-order creative thinking to solve problems in real life scenarios (Maeda, 2013; Rolling, 2016). The main concept of STEAM is that it is learner-centered. Integrating the knowledge of cross-disciplinary subjects and designing an exploration and practice-based curriculum helps students develop their ability to formulate problem-solving strategies, think creatively, and innovate (Chen, 2017; Land, 2013; Liao, 2016). Taiwan currently enacts 12 year basic education, so the focus of the competences-based education in the 2019 New Curriculum Guidelines is the integration of learning and living and highlighting learners' whole-person development through actual practice (Ministry of Education, 2014). STEAM corresponds with the objective of the competences-based education. Its curriculum aims to cultivate students' skills in critical thinking, problem solving, and innovation, all of which are indispensable skills for contemporary talent.

Regarding the content of a STEAM curriculum, the philosophy of the cross-disciplinary aesthetic education (CDAE) in Taiwan includes activating, channeling, and integrating other subjects with the arts, to find elements in various subjects that can be combined with aesthetics to form cross-disciplinary subjects, and build art-based cross-disciplinary courses. With aesthetic experience as the common basis for all the subjects, students' aesthetic cognition and application

---

<sup>1</sup> Adjunct Assistant Professor / Department of Visual Arts, University of Taipei

can be improved by cross-disciplinary learning and practice (Yu, Chao, Lin, & Li, 2015; Chao, 2016). Cross-disciplinary aesthetic education can therefore help students transform their aesthetic experience into real life practice, building their aesthetic literacy.

In terms of designing STEAM teaching activities, Rolling (2016) mentioned many project-based learning (PBL) methods. The key feature is to design problems related to the real world, providing students with the opportunity to make creative choices and solve issues. Liao (2016) mentioned that PBL for STEAM can combine two or more subjects, such as arts, engineering, or technology; with art creation, students can integrate cross-disciplinary knowledge and solve problems creatively. Quigley, Herro, and Jamil (2017) believe that STEAM should focus more on its connection with real life scenarios, problem solving, and cooperative learning; the 6E learning model of STEM helps students develop their creative abilities through exploration-based practice activities (Burke, 2014). In summary, the focuses of STEAM and the teaching design of cross-disciplinary aesthetic education include integrating and connecting core issues of aesthetic experience with arts, the PBL model, exploration-based practice activities, and technology infusion.

This study aims to explore the education trend, STEAM, and the model for designing a teaching project on cross-disciplinary aesthetic education. This study adopted action research, with fifth graders of a gifted class as subjects. The design of the project on STEAM cross-disciplinary aesthetic education is based on the 6E learning model: engage, explore, explain, elaborate, extend, and evaluate (Burke, 2014), which is transformed into three phases of aesthetic education: Aesthetic Exploration and Experience, Aesthetic Creative Practice, and Aesthetic Enriched Innovation. The contents related to arts, engineering, and technology are integrated through art project-based learning. This study focuses on Historic Sites and Cultural Preservation, which is used to lead students to explore aesthetic issues, develop artistic creation, and apply the augmented reality (AR) art guide to cultural advancement. Students' thoughts on course activities, team study logs, feedback, opinions, study reflections, and the teacher's observations and reflections were collected throughout the course. The design and implementation outcomes of the teaching project on STEAM cross-disciplinary aesthetic education are comprehensively analyzed herein. The conclusions of this study are as follows:

1. The integration of PBL with the 6E learning model helps to develop exploration and practice on STEAM cross-disciplinary aesthetic education

The results show that at the stage of aesthetic exploration and experience, the approaches of questioning, mind mapping, and information scaffolding can help students discuss the core issues of the course step by step. In Aesthetic Creative Practice, aesthetic experience can be transformed



into art creation by discussion, design, practice, and modification. During Aesthetic Enriched Innovation, technology can be used to refine the work and apply it in innovative ways. On the whole, this study on the model for designing a teaching project on STEAM cross-disciplinary aesthetic education combines PBL with the 6E learning model for teaching design and strategy application, which is useful for developing cross-disciplinary practice activities and students' research and thinking skills.

2. Exploration and practice-based learning helps to cultivate students' aesthetic competence in everyday life

The results show that students not only acquire cross-disciplinary knowledge related to arts, engineering, and technology, but also enhance the attitude and habit of active learning by participating in activities related to aesthetic exploration and experience, such as field trips and expert interviews associated with a STEAM teaching project. Students' reactions show that their aesthetic learning experience, such as multi-field aesthetic experience and the sharing of artists' life stories, has affected their aesthetic cognition; their awareness of, and sensitivity to, beautiful things are improved, allowing them to internalize beautiful things and render it in their aesthetic literacy for life. This is the objective of the STEAM teaching project: Using art experience to assist students in competences-based learning and connecting it to real life scenarios for future practical application (Land, 2013).

3. Teamwork learning and project task design stimulate creative thinking and are useful for working out solutions

In addition to integrating the teamwork learning model, this study also coordinates project-based learning tasks, such as project discussion, field investigation, art creation, and technology infusion, to enable students to learn from cross-disciplinary aesthetic courses via discussion and sharing. The results show that students can experience and realize the advantages of teamwork learning, thereby learning interactive skills. It also corresponds to what Guyotte, Sochacka, Costantino, Kellam, and Walther (2015) and Hunter-Doniger, Howard, Harris, and Hall (2018) discussed: Small teams' creation activities can stimulate group creativity. Moreover, the project tasks are designed with culture as their main issue. During the research and creation process, students can discuss and work together to find solutions, allowing them to think creatively and develop strategies to solve problems (Hunter-Doniger et al., 2018; Liao, 2016).

4. Technology helps to integrate STEAM course learning and innovative application

During the implementation of project-based courses, students applied a number of technologies to their project-based exploration and learning, as well as to art creation, such as surfing the

Internet for research information and creation material, using Google forms to produce reality game questions for historic sites, and using PowerPoint and AR software to produce AR films for art guided tours. The results show that infusing technology into the STEAM course helps students integrate their learning content. In particular, in Aesthetic Enriched Innovation, technology plays a key role in integrating cross-disciplinary learning, which corresponds to the arguments of Gross and Gross (2016) and Keane and Keane (2016): The use of technology in teamwork learning in the STEAM course helps students present diverse innovative applications.