

科技與人力教育季刊

111年12月號 第九卷第二期

專刊：國中小科技領域STEAM教學的實施經驗

小學科技課程的發展: 代序.....	1-6
國中小科技領域STEAM教學的實施經驗: 序	7
應用6E+教學模式於國小 STEAM科技教育	8-18
STEAM教學融入小學科技教育.....	19-37
6E教學模式於小學科技教學活動之應用 -以連桿機構為例.....	38-45
6E教學模式之 STEAM實作彈力砲科技課程教學活動.....	46-60
透過同儕教導學習策略實行科技STEAM教學活動.....	61-75
-以機械夾為例	
凱欣斯泰納之教學理念應用於國小科技STEAM教學活動設計...76-88	
-以旋轉機構為例	
STEAM教育結合跨領域課程於國小科技教育實作	89-101
-以數理萬花筒為例	
STEAM 小學生科學玩具課程設計	102-107
國小科技STEM 教學活動設計 -以毛毛蟲的藝響世界為例.....	108-119
資訊科技雙語線上課程教學實踐	120-132

小學科技課程的發展：代序

張玉山¹、俞玲瓏²

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系 教授¹

臺北市政府教育局聘任督學 國立臺北科技大學技術與職業教育研究所研究生²

壹、小學科技課程的趨勢

科技發展越來越快，從四十年前的網際網路 web 1.0（例如一般的網頁圖文瀏覽），進展到共編共創的 web 2.0（例如 Facebook、Instagram 的社群媒體），到當前去中心化的 web 3.0（包含虛擬世界、NFT 等，以區塊鏈技術為基礎的元宇宙）(Metaverse)。我們每一位公民發展科技，利用科技，來解決生活上的問題，並且也參與科技政策的決策（例如各項能源政策等），因此必須要具備科技素養 (ITEEA, 2020)，才能避免最大危害，而讓科技帶來最大的福祉。

在國內 108 課綱所強調的素養，是指能將所學的認知、技能、及情意態度上應用在生活情境上（108 課綱資訊網，無日期）。除了基本的讀、寫、算的能力，科技素養（或科技與工程素養）更強調科技與工程的程序與行動（process and action），包含設計與製作（designing and making）(ITEEA, 2020)。108 科技領綱也指出，科技課程培養學生的科技素養，在「透過運用科技工具、材料、資源，進而培養學生動手實作，以及設計與創造科技工具及資訊系統的知能，同時也涵育探索、創造性思考、邏輯與運算思維、批判性思考、問題解決等高層次思考的能力」（國家教育研究院，2018）。和 ITEEA 共通的地方在於設計與製作過程中，充分學習應用工具、材料、及資源（例如工程原理）。

在 ITEEA 所發布的 STEL 中，將學習階段區分為 PreK-2、3-5、6-8、以及 9-12，再根據學習者身心發展特性，來訂定八項核心的學科標準(科技與工程的本質、核心概念、知識與實務的整合、科技的影響、社會對科技發展的影響、科技史、設計、科技的使用維護與評估)(ITEEA, 2020a)。馬里蘭州據以發展的「透過工程的設計—次世代的科技、工程、環境、數學、及科學」（EbD™ TEEMS NxtGen – PreK-6）學前到國小六年級的課程如下(ITEEA, 2020b)：

1. 學前：TEEMS 積木。探究植物、蝴蝶、青蛙的生態與周期。(6-8 週)

2. 幼稚園：居家四季。結合 TEEMS 知識，探究動物的居家，動手設計製作小動物的家，例如小鳥的家。(6-8 週)
3. 小學一年級：你能聽到我的聲音嗎。結合 TEEMS 知識，探究聲音震動及噪音汙染等，並動手設計一個偵測聲音的裝置。(6-8 週)
4. 小學二年級：自然與我。結合 TEEMS 知識來實作探究與積木設計，利用仿生學，探究生物傳播種子、蜜蜂飛行與偽裝等原理，設計行走裝置或飛行裝置。(6-8 週)
5. 小學三年級：大自然的災害。結合 TEEMS 知識來實作探究與積木設計，蒐集分析氣候資料，探究自然災害的原因。並動手設計製作雪鞋，因應需要。(6-8 週)
6. 小學四年級：太陽能。利用積木來設計一個太陽能系統，並透過經驗學習，探討 TEEMS 等知識在設計製作中的應用與整合，在解決全球議題的過程中，培養創新能力。(6-8 週)
7. 小學五年級：水資源：結合 TEEMS 知識，探究全球水資源與清潔用水的問題。(6-8 週)
8. 小學六年級：世界與我。透過實作探究與設計製作，產出一個機電整合的互動機器人，來降低對環境的衝擊影響。內容包含機器人、程式設計、及運算思維等。(6-8 週)

再根據國家教育研究院（2020）所公布的「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」，小學階段的科技課程應著重學習整合、問題解決、生活連結及統整性的探究與實作。這些和美國 ITEEA 及馬里蘭州小學科技課程的基本觀點是一至的，都強調實作探究、設計製作、跨科統整、及素養導向(問題解決)。

貳、小學科技課程的規劃重點

從以上 ITEEA (2020a)、馬里蘭州 (ITEEA, 2020b)、108 課綱科技領域課程綱要 (國家教育研究院, 2018)、以及國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明 (國家教育研究院, 2020)，可以發現在探究與設計製作過中，充分學習應用工具、材料、及資源 (例如工程原理)，是小學科技課程的核心。而根據學生身心發展特性，強調實作探究、設計製作、跨科統整、及素養導向(問題解決)，則是小學科技課程與教學的原則。

因此，參考台灣省國民學校教師研習會（1980）所進行「台灣地區國小兒童美勞科基本工具及主要材料使用能力調查報告」，以及民國六十四年的課程標準(教育部，1975)有關美勞課程的規範，中低年級以心像表現及自我表現為主，高年級則以機能表現及計畫性表現(設計)為主，研提小學科技課程規劃的重點，如表一。國內原本的小學勞作就是國中的工藝(後來的生活科技)，在民國六十四年課程標準與美術合併為美勞，但仍清楚呈現勞作(設計)的內涵，到八十二年美勞課程標準內容則大部分偏向美術。因此，原來的勞作課程以設計為取向的課程內涵，就與當前設計製作的生活科技是一脈相承。作者並將這些規劃重點提供桃園市教育局(2022)規劃「桃園市國民小學三至六年級科技教育及資訊教育實作課程」參考，作為規劃的重點依據。

桃園市的國小科技課程規劃，以專題來統合資訊科技與生活科技，並強調探究實作與設計製作，符合國際科技教育的趨勢。不僅依據國教院的課程發展參考說明以及歷年美勞課程標準的重點，也同步發展為英文版，對於雙語國家政策的落實，有很高的參考及應用價值。

表 1

小學科技課程規劃的重點

		三	四	五	六
材料	卡紙	可使用	可使用	可使用	可使用
	瓦楞紙板(紙箱)	可使用	可使用	可使用	可使用
	木板		可使用	可使用	可使用
	PP 版(塑膠瓦楞板)		可使用	可使用	可使用
工具	剪刀	可使用 (低年級避免剪圓曲線)	可使用	可使用	可使用
	美工刀		裁紙	裁紙 鏤空	裁紙 鏤空
	槌子鐵鎚	可使用	可使用	可使用	可使用
	手線鋸			可使用	可使用
	手搖鑽			可使用	可使用

	尖嘴鉗	可使用	可使用	可使用	可使用
	螺絲起子	可使用	可使用	可使用	可使用
設計		草圖 造型	草圖 造型	製作程序 設計圖	製作程序 設計圖
		造型 機能	造型 機能	結構應用 機構應用	結構應用 機構應用

參考依據：

- 1.台灣地區國小兒童美勞科基本工具及主要材料使用能力調查報告 I。台灣省國民學校教師研習會 (1980)。教育部台灣省教育廳。
- 2.國民小學課程標準。教育部 (1975)。正中書局

表 2

桃園市國民小學三至六年級科技教育及資訊教育實作課程

學期 主題與 概念學習	三上	三下	四上	四下	五上	五下	六上	六下
資訊專題	將搜尋成果以書籤分類整理	Self Introduction 簡報	向量繪圖-動物嘉年華	人工智慧與心智圖問題解決	魔法故事創作(運算思維)	數位運動會(運算思維)	數位控制(數位邏輯)	畢業專題展
科技實作	斜坡小車設計	卡紙 LED 提燈設計	夾子玩具	夾子投石機	劇場設計	電動新發明	夜市打靶計分器	機器人創意設計
科技整合	圖案設計(草圖、造型)	卡片設計立體化(造型、機能)	電腦繪圖(造型、結構)	問題解決方法(設計圖、機能)	動畫形式的小建築小劇場(製作程序、結構)	流程圖(製作程序、機構)	機電整合(設計圖、機構)	數位加工與程式設計(製作程序、設計圖、結構、機構)

註：

- 1.參考來源:國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明(國家教育研究院, 2020)。
- 2.秉持素養導向課程設計精神,除六下課程規劃節數為 18 節外,其餘每學期教學節數為 20 節。
- 3.每學期皆規畫資訊專題與科技實作課程,以利學生統整學習。

註：引自「桃園市國民小學三至六年級科技教育及資訊教育課程參考」(p.3)。桃園市政府教育局, (2022), 桃教資字第 1110032923 號涵。

參、小學科技課程的規劃建議

科技素養是生活在科技世界所必須具備的基本知能,也是將所學知能在生活情境的應用。

小學階段的科技課程的核心在設計與製作過中,充分學習應用工具、材料、及資源(例如工

程原理),也就是以工具、材料、設計、工程原理為核心。在課程教學上,則應著重學習整合、問題解決、生活連結及統整性的探究與實作(例如專題式教學)。例如芬蘭 Oulu 的 Rajakylä School 設置科技教育班,至 2022 年已有 14 區加入該科技班。他們透過專題式多學科學習單元(multidisciplinary learning units)來進行,包含日常科技、機器人與自動化、產品設計與實習、遊戲與程式設計(HundrED, 2022)。

至於跨域的課程發展,則比較適合在彈性課程及校本課程中,將科技課程所學內容,和其他領域進行整合與生活化,相信更能深化科技素養的學習。

肆、參考文獻

108 課綱資訊網(無日期)。課程綱要 - 108 課綱重點。

<https://12basic.pro.k12ea.gov.tw/k12eagt/theme/themeAction!themeCourseTitle.so?themeCourseCode=LB2VNY>

台灣省國民學校教師研習會(1980)。台灣地區國小兒童美勞科基本工具及主要材料使用能力調查報告 I。教育部台灣省教育廳。

國家教育研究院(2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校：科技領域。

<https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/816/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%B0%91%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E6%95%99%E8%82%B2%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E5%9C%8B%E6%B0%91%E4%B8%AD%E5%AD%B8%E6%9A%A8%E6%99%AE%E9%80%9A%E5%9E%8B%E9%AB%98%E7%B4%9A%E4%B8%AD%E7%AD%89%E5%AD%B8%E6%A0%A1%E7%A7%91%E6%8A%80%E9%A0%98%E5%9F%9F.pdf>

國家教育研究院(2020)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。

https://www.naer.edu.tw/upload/1/9/doc/280/1090611_%E5%9C%8B%E6%B0%91%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E7%A7%91%E6%8A%80%E6%95%99%E8%82%B2%E5%8F%8A%E8%B3%87%E8%A8%8A%E6%95%99%E8%82%B2%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%9

9%BC%E5%B1%95%E5%8F%83%E8%80%83%E8%AA%AA%E6%98%8E.pdf

教育部 (1975)。國民小學課程標準。正中書局。

HundrED. (2022). *Technology education class*. <https://hundred.org/en/innovations/technology-education-class>

International Technology and Engineering Education Association, ITEEA. (2020a). *Standards for technological and engineering literacy*. <https://www.iteea.org/189252.aspx>

ITEEA. (2020b). *EbD™ TEEMS NxtGen – PreK-6*.

<https://www.iteea.org/File.aspx?id=154423&v=6add6a6e>

國中小科技領域 STEAM 教學的實施經驗: 序

許庭嘉、張玉山

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

目前中小學科技領域除了跨域整合的 STEM 教學之外，由於「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA) 開始注重英語能力，以及國家 2030 發展目標之一是落實雙語教學，故科技領域教學研究中心同步積極鼓勵中小學教師建立科技領域雙語教案。然而，小學和中學所需要的英語背景程度不同，故小學的雙語教材和中學的雙語教材應該有不同等級之分，因此未來可以將資訊議題和科技議題融入的主題建置各半本的英語內容教材，兩者合為一冊，供給小學教師參考。另外，中學科技領域教學則以資訊科技和生活科技分科各一冊。以生活科技為例，可以參考體育的英語教材，目前由文藻與國家運動訓練中心合作，由東華書局出版五冊共 25 單元運動英語，是一套全英文教材，提供給執行雙語教學的體育老師參考。類似模式，以生活科技而言，和體育類似的地方是都有所謂的場地(Venue)和設施(Equipment)，建立生活科技場域雙語科目以及對應的操作動作英語說明，只需要一冊就可以提供給生活科技老師參考，以便中學科技領域教師可以結合領域知識和中學生可以理解的英語進行雙語教學。而資訊科技的雙語會比生活科技的雙語再容易一些，因為到了高中使用文字型程式語言，裡面的指令本身都是英文符號，而且是高中生程度可以理解的簡單指令單字。而在國中生的資訊科技課程，則可以將積木程式的介面直接從中文介面調整為英文介面，但是對於一些日常生活應用，例如資訊的合理使用、數位公民等議題，則是能夠越自然與所學日常英語搭配越好，本次特刊有一份國中雙語教案和教學經驗分享，很值得國中資訊科技教師們參考。

應用 6E⁺教學模式於國小 STEAM 科技教育

Applying 6E⁺ Instructional Strategies on STEAM Technology

Education in Elementary School

翁子涵

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Tz-Han Weng

Department of Technology Application and Human Resource Development,

National Taiwan Normal University

壹、前言

隨著科技的高度發展，數位化浪潮所帶來的挑戰使得世界各國越來越重視科技教育。不同於以往國民基本教育所培養「讀、寫、算」之基本素養，科技教育所營造之學習環境旨在引導孩子透過科技工具、材料等進行動手實作以及高層次的思考能力，即培養科技素養（教育部，2018），以因應科技日新月異所帶來之變化。而國小階段雖有別於國、高中之部定課程，是以議題融入之方式實施科技教育，但其理念依舊不離透過動手實作以啟發學生的學習興趣（國家教育研究院，2020）。因此，本研究旨在應用 6E⁺教學模式於國小科技教育活動中的成效，透過實際教學與觀察，探究國小學生之創作表現情形，以供教師在教學設計時進行參考。

貳、教學理念

盧梭（Jean-Jacques Rousseau）是法國著名的思想家、哲學家、教育家，其教育思想對後世一般教育以及勞作教育皆有著巨大的影響。著作「愛彌兒」開卷首句「出於造物主的創造，都是好的，一經人手就全變壞了」（魏肇基譯，2013）道出其自然主義理論之中心思想，並以「兒童本位教育」打破傳統，強調依照兒童個別差異因材施教，更提倡「實物教育」，重視感官經驗的獲得，亦即「真正的教育不在於口訓而在於實行」（林一平，2021）。由此可見，上述理念與科技教育之教學理論相吻合——透過觀察、操作等實際感官的參與體驗，建構每位孩子對科技的瞭解。

STEAM（Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematic）為結合科學、科技、工

程、藝術及數學的跨學科教學方式，引導學生經由動手實作將各領域的知識加以結合(Yakman, 2008)，其核心在於體驗探究、設計思考、及創意創新(張玉山, 2019; 2020)。STEAM 教育強調在真實情境下，連結生活經驗進而解決問題。因此透過教學活動的設計與引導，本研究從創作與美感的角度出發，鼓勵孩子成為學習的主體，激發孩子的學習興趣，引導其可以活用課堂中所學的知識進行測試、修正，並藉由此歷程培養設計、創造和問題解決的能力。

此外，依據國民小學科技教育及資訊教育課程發展說明參考，國小階段之科技教育課程規劃著重在學習整合、問題解決、生活連結及統整性的探究與實作，透過體驗結合日常經驗以實踐素養導向的教學。

綜合上述，本研究以盧梭之教育理念為基礎，應用張玉山、翁子涵(2021)提出之 6E+教學模式，透過參與(Engage)、探索(Explore)、解釋(Explain)、工程(Engineer)、深化創新(Enrich & Innovate)、評量統整(Evaluate & Integrate)之流程設計 STEAM 教學活動——衝衝小火箭。

參、教學設計

一、教學簡介

本教學運用橡皮筋彈力原理之概念，使小火箭從底座發射至空中。課程首先以一則童話故事為開端，引導孩子進入「需要製作火箭以幫助主角重返地球」之情境，接著透過實際體驗教具讓孩子觀察並思考其科學原理，再以弓箭、彈弓發射等生活實例連結孩子的既有經驗，而實作部分除了製作外亦結合對比色、類似色等色彩學相關知識，最後透過問答方式，協助學生口頭表達科學、科技、工程、藝術以及數學的概念以達知識上的統整。表 1 為 6E+教學模式與本實例之對應。

表 1

6E+教學模式應用於衝衝小火箭

6E+教學模式流程	衝衝小火箭教學設計對應
參與 Engage	透過童話故事帶孩子進入情境——建造火箭幫助主角重返地球，激發學習動機。
探索 Explore	引導孩子體驗、觀察教具的科學原理。

解釋 Explain	透過搶答互動遊戲解釋小火箭發射原理，並結合生活實例連結孩子經驗。
工程 Engineer	孩子能自己嘗試跟著步驟製作小火箭。
深化創新 Enrich & Innovate	透過實際測試延伸引導孩子思考不同大小的橡皮筋會造成的不同效果，並結合色彩學進行創意設計。
評量統整 Evaluate & Integrate	以上台發表的方式，透過問答引導孩子表達出所學衝衝小火箭之 STEAM 概念。

二、教案設計

教案名稱	衝衝小火箭		
實施年級	國小一年級	教學時數	共 4 節，160 分鐘
教學設備	設備：投影機、簡報、筆電 材料：密集板、橡皮筋、美術紙、兒童剪刀、打洞器、白膠、著色用彩色筆、熱熔膠。		
先備知識	1. 已知橡皮筋具有彈力。 2. 已有橡皮筋的相關使用經驗。 3. 剪刀的使用。 4. 彩繪工具的使用。		
總綱核心素養	A2 系統思考與解決問題 B1 符號運用與溝通表達 B3 藝術涵養與美感素養		
學習重點			
學習表現		學習內容	
科議 k-III-1 說明常見科技產品的用途與運作方式。 科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣。 科議 s-II-1 繪製簡易草圖以呈現構想。 科議 s-II-2 識別生活中常見的手工具與材料。 科議 s-III-2 使用生活中常見的手工具與材料。 科議 c-II-1 依據特定步驟製作物品。 科議 c-III-1 依據設計構想動手實作。		科議 N-II-1 科技與生活的關係。 科議 P-II-1 基本的造形概念。 科議 P-III-1 基本的造形與設計。 科議 P-II-2 工具與材料的介紹與體驗。 科議 P-III-2 工具與材料的使用方法。 科議 A-III-2 科技產品的基本設計及製作方法。	
學習目標	1. 認知方面 (1) 學生能講出彈力的概念。		

	<p>(2) 學生能講出衝衝小火箭的運作原理。</p> <p>(3) 學生能講出與彈力原理有關的生活實例。</p> <p>(4) 學生能講出對比色、類似色的差異。</p> <p>2.情意方面</p> <p>(1) 學生能體會製作衝衝小火箭過程中的樂趣。</p> <p>(2) 學生能欣賞他人的作品。</p> <p>3.技能方面</p> <p>(1) 學生能正確使用手工具。</p> <p>(2) 學生能運用色彩學進行小火箭外觀上的設計。</p>
<p>教學資源</p>	<p>Pinterest</p>
<p>教學活動內容及實施方式</p>	
<p>6E⁺教學模式流程：參與 Engage、探索 Explore、解釋 Explain</p>	
<p>第一節課</p>	
<p>● 【準備活動】</p> <p>1. 教師介紹與規則建立（圖1）。</p> <div data-bbox="210 1055 1235 1337" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">圖 1 課堂簡報：介紹</p> <p>2. 透過童話故事引導孩子進入「需要製作火箭以幫助主角重返地球」之情境，激發學習動機（圖2）。</p> <div data-bbox="194 1487 1219 1767" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">圖 2 課堂簡報：情境帶入</p> <p>● 【發展活動】</p> <p>1. 實際操作小火箭，引導孩子動手體驗教具。</p> <p>2. 透過問答方式引導學生發現原理（圖3）。</p>	<p>5</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>10</p>



圖 3 課堂簡報：探索原理

10

3. 解釋彈力原理，引導孩子深度理解，並結合生活實例連結經驗（圖 4）。



圖 4 課堂簡報：深度理解與情境應用

● 【綜合活動】

1. 總結課程內容，再次複習小火箭運作原理（圖 5）。

3



圖 5 課堂簡報：總結複習小火箭原理

2. 預告下節課開始進入實作。

2

6E+教學模式流程：工程 Engineer

第二節課

● 【準備活動】

1. 提醒進入實作並再次強調實作主題與情境。
2. 發下材料與工具。

2

3

● 【發展活動】

1. 開始實作，介紹各材料用途並進行編號（圖 6）。

10



圖 6 課堂簡報：實作與編號。

10

2. 材料標記與材料打洞 (圖 7)。

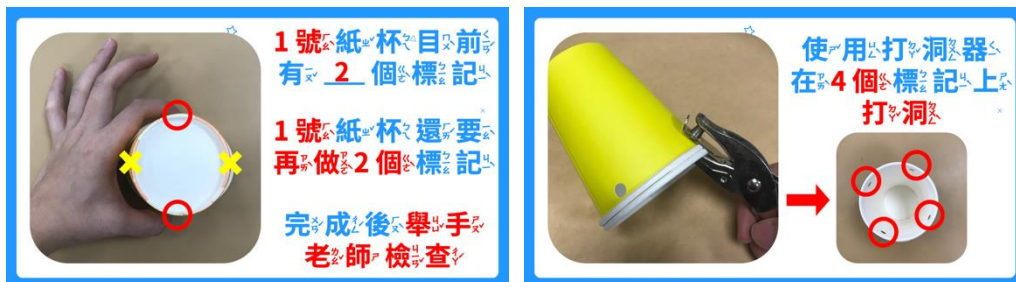


圖 7 課堂簡報：材料加工。

3. 組裝橡皮筋與密集板小木棒 (圖 8)。



圖 8 課堂簡報：橡皮筋與小木棒之組裝。

10

● 【綜合活動】

1. 確認孩子皆完成尚未設計外觀之小火箭。
2. 預告下節課進入測試改良與設計彩繪階段

3
2

6E⁺教學模式流程：深化創新 Enrich & Innovate

第三節課

● 【準備活動】

1. 確認孩子皆已準備彩繪用具。

5

● 【發展活動】

1. 測試尚未設計外觀之小火箭，確認是否有需要改良之處（橡皮筋的大小等）。
2. 引導孩子設計小火箭外觀，舉例火箭上可能出現之元素（圖 9）。

5

5



圖 9 課堂簡報：小火箭外觀設計引導。

3. 結合色彩學小遊戲之眼睛魔術師（視覺暫留），體驗對比色、類似色，引導學生可用於火箭外觀設計顏色選擇（圖 10）。

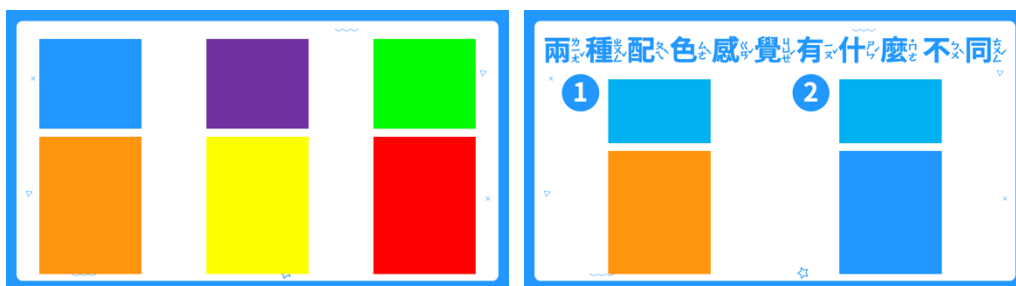


圖 10 課堂簡報：結合色彩學。

4. 孩子開始自行設計製作（彩繪、拼貼）。

● 【綜合活動】

1. 總結課程內容：火箭上的元素、色彩學的配色。
2. 預告下節課進入成品分享。

6E+教學模式流程：評量統整 Evaluate & Integrate

第四節課

● 【準備活動】

1. 給予孩子最後時間進行彩繪收尾。
2. 整理桌面、工具並回收多餘材料以進入成品分享環節。

● 【發展活動】

1. 引導孩子思考欣賞別人成品的重要性。
2. 透過問答方式協助孩子統整知識內容，表達想法（圖 11）。



圖 11 課堂簡報：知識統整。

● 【綜合活動】

1. 總結 4 堂課課程內容（科學原理、孩子表現等）。
2. 透過童話故事之情境做結尾，讓孩子瞭解自己實際製作出小火箭並協助主角返回地球（圖 12）。

2
2

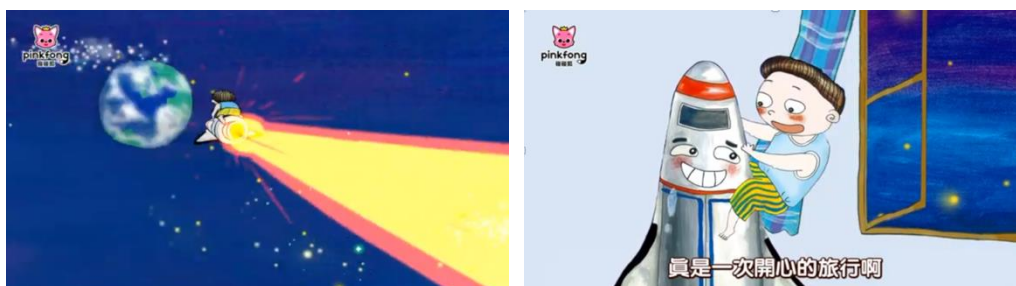


圖 12 課堂簡報：情境結尾

3. 以全班一齊發射小火箭作為課程結尾。

1

肆、教學成果

本文應用 6E+教學模式，設計衝衝小火箭教學活動，並於 110 年 12 月在國立臺北教育大學附設實驗國民小學進行 4 節課之實體教學，主要成果及發現如下：

1. 結合童話故事的情境引導讓孩子實際操作教具後再製作科技玩具，可有效提升孩子學習動機，並於第一節課下課後會主動詢問有關彈力原理相關知識，主動將過往經驗與教師分享（圖 13）。



圖 13 學生於第一節下課後的主動學習與經驗分享

2. 孩子於第二節實作課程能保持高度的專注，與同儕聊天或恍神的現象明顯減少，甚至會因希望盡快完成製作流程產出成品而互相幫助，努力跟上教學進度（圖 14）。



圖 14 學生於第二節課實作過程中互相協助跟上進度

3. 透過火箭元素的介紹（火箭頭、窗戶、門、機翼）與簡易視覺暫留遊戲以介紹對比色、類似色，孩子於第三節課之設計皆各顯特色，並可發現小火箭之色彩、造型可完全展現孩子不同個性，且經過引導後未有任何孩子表示「不知道怎麼畫」之狀況發生（圖 15）。



圖 15 孩子成品可呈所學之色彩學概念並各有不同

4. 孩子能在製作中加深跨領域知識之學習，並於第四節課時教師透過問答的方式引導孩子分享發表，孩子能表達出彈力原理、小火箭運作的原理、製作時遇到的困難與解決方式、色彩的搭配等 STEAM 知識（圖 16）。



圖 16 孩子自願上台進行成品分享

伍、結論與建議

本文根據 6E+教學模式設計衝衝小火箭 STEAM 活動並實際教學，透過課堂觀察與師長建議，統整出一下結論與建議：

一、簡易的科技實作活動在國小一年級學生中可確實引起學生興趣。

透過「一口令、一動作」之步驟流程，孩子可以正確使用簡易工具與材料進行製作，因此作品完成率是百分之百。且因科衝衝小火箭學之原理與生活經驗有相當的連結，孩子除了對於彈力原理的理解更加迅速外，在製作時能也更加專注。此外，根據該校教師後續分享了解到班上孩子對於把玩小火箭之時間持續了 1 週左右，可見孩子之學習興趣延續至了課堂外。

二、創意設計之時間需更加充裕。

由於本教學活動時間有限，因此未給予孩子充分的時間進行小火箭外觀上的設計，因此仍有小部分學生未完整將自己的創意展現與小火箭上，根據該校美術教師後續分享了解到其在課後又對部分學生進行了設計引導，且孩子的成品前後差異非常大（圖 17），此為本教學活動有待改進之處。



圖 17 孩子課後創意設計之延續

三、教學活動知識統整之重要性。

由於教學活動之對象為國小一年級學生，因此在知識統整的並未以學習單的方式進行，而是透過：你學到了什麼？你製作時遇到了什麼苦難？你如何解決困難？火箭元素的顏色是怎麼選擇的？……等問題引導孩子，協助其統整四節課所學到的 STEAM 知識概念。根據該班教師後續分享了解到孩子於課後會主動和別班學生分享所學，可見本教學活動確實達到教學目標。

陸、參考文獻

林一平 (2021)。《愛彌兒》與做中學。聯合新聞網。 <https://udn.com/news/story/7339/5366142>

張玉山 (2020)。「跨域力、創造力、實踐力、學習力」打造科技素養人才。

<https://eric.csofe.org/news/content/e6d7fd9da3bf11ea9637000c293074b5>

張玉山 (2019)。STEAM 跨域課程的設計與教學。新北市教育季刊，33，63-69。

張玉山、翁子涵 (2021)。6E⁺的 STEAM 教學。中學生活科技教育季刊，8(2)，3-18。

教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要—國民中學暨普通型高級中等學校—科技領域課程綱要。

國家教育研究院 (2020)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。

魏肇基 (譯) (2013)。愛彌兒 (原作者：Jean-Jacques Rousseau) 臺灣商務。(原著出版年：1762)

Yakman, G. (2008). *STEAM Education: An Overview of Creating A Model of Integrative Education*.

STEAM 教學融入小學科技教育

STEAM Education in Elementary Technology Class

薛雅云

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Hsueh, Ya-Yun

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

壹、前言

2014 年教育部頒布《十二年國民基本教育課程綱要總綱》，正式於中等教育納入科技領域，而在小學教育階段則採用議題融入的方式於課程中實施，課程的規劃延續總綱的理念，著重學習整合、問題解決、生活連結及統整性的探究與實作活動，強調學生的認知和情意發展及動手實作能力，啟發學生的學習興趣（國家教育研究院，2019）。

本教案針對國小低年級學生，藉由「蝴蝶夾子」主題，從實作活動中體驗 STEAM 跨領域整合，包括高年級自然科學領域的「槓桿原理」以及結合美感教育，讓學生發揮創意設計自己的蝴蝶夾子，並思考夾子與槓桿原理的關係，過程中引導學生從既有經驗出發，進行觀察、探索、實驗與操作，學生能夠直接體會 STEAM 學習整合，理解其中原理，進而與其生活經驗產生連結。

貳、科技教學理念

一、美國教育家杜威

杜威又被稱為「經驗主義之父」，其教育理論建立於其實驗主義的知識論上，強調「經驗學習」、「做中學」，主張以經驗為基礎，以科學為方法，以民主為目標，強調教學的連續性，而經驗源於個體與環境的交互活動，因此若將經驗應用於生活環境上，則有助於解決生活上的問題，重視實際經驗的教育活動，鼓勵主動學習，除此之外，杜威反對灌輸和機械式的教育，教學應符合學生需求，將知識與生活建立連結，才能引起學生興趣，進而激起學習動力（李雯琪，2016）。

二、德國教育家拉伊

拉伊為現代教育科學的先驅，也是實驗教育的主要代表人物，把教育實驗分為三個階段，將問題構成假設，再根據假設進行實驗，最後將實驗結果應用於現實，提倡透過活動、行動來教學，國小教育階段的學習重點著重於體驗、探索、實作等面向，而拉伊的論點對小學生活科技的啟示，也期許學生透過觀察來學習，由於觀察是有意識、有目的的覺知，再透過所觀察到的現象或假設，進行實驗驗證，進而將結果系統化的歸納成知識，並應用於生活（梁福鎮，2010）。

參、本活動之 STEAM 概念

	學習目標	活動應用
科學 (Science)	認識生活中的槓桿原理。	槓桿原理在生活中無所不在，夾子也是其一。
科技 (Technology)	熟悉應用手工具	學會正確安全地使用剪刀。
	認識材料並安正確使用	學會如何正確使用砂紙，認識其用途。
工程 (Engineering)	認識設計流程	依循設計流程完成實作活動。
藝術 (Arts)	繪製設計圖以呈現設計構想。	運用自身所學過的藝術觀念與學到的著色方法，展現創意。
數學 (Mathematics)	尺規	透過基本的量測，畫出適當大小的蝴蝶翅膀。

肆、教學設計

一、教案設計

專題名稱	蝴蝶夾子		
教學對象	國小二年級	教學時數	共 4 節，160 分鐘
實施類別	<input type="checkbox"/> 單一領域融入 <input checked="" type="checkbox"/> 跨領域融入 (領域/科目：自然科學領域、科技教育議題)	課程實施時間	<input checked="" type="checkbox"/> 領域/科目：自然科學領域 <input type="checkbox"/> 校訂必修/選修 <input type="checkbox"/> 團體活動時間 <input type="checkbox"/> 彈性學習課程/時間

教學設備	設備：投影機、簡報 材料：密集板、砂紙、橡皮筋、美術紙、兒童剪刀、泡棉膠、粉彩紙條、著色用具（彩色筆、色鉛筆或粉臘筆）	
專題摘要	「蝴蝶夾子」是針對低年級設計的課程，從實作活動中體驗 STEAM 跨領域整合，包括高年級自然科學領域的「槓桿原理」以及美感教育，本專題活動由學生日常生活中的經驗出發，讓學生了解所學是與生活息息相關的。	
先備知識	1. 手工具操作：剪刀使用 2. 基礎繪畫能力	
學習領域/科技教育或資訊教育議題	學習重點	
	學習內容	學習表現
	科議 P-II-2 工具與材料的介紹與體驗。 科議 P-III-2 工具與材料的使用方法。	科議 s-II-2 識別生活中常見的手工具與材料。 科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度。 科議 s-III-1 製作圖稿以呈現設計構想。
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 能透過觀察、探索與體驗，理解生活中的槓桿原理。 ● 能體會動手實作與創意設計的樂趣。 ● 能使用視覺元素與想像力，展現個人美感於作品。 	

二、教學活動

教學活動設計			
節次	教學活動內容及實施方式	時間	備註

<p>第一節</p>	<p>【準備活動】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 教師自我介紹2. 建立上課規則：與班上同學建立默契，並要求學生共同遵守。  <ol style="list-style-type: none">1. 上課不能聊天。2. 不能玩材料。3. 發言前，請先舉手。4. 我說「注意」，全班就要一起拍手回答「注意」。 <ol style="list-style-type: none">3. 展示教具，給予學生體驗，引起興趣。4. 學蝴蝶飛，讓學生體驗蝴蝶翅膀擺動的幅度，以及兩側翅膀是同時擺動的 <p>【發展活動】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 請同學試舉出生活中的夾子，並說明為什麼。2. 觀看槓桿原理介紹短片(4:47)  <ol style="list-style-type: none">3. 從影片中提問： 問題 1：影片中使用到的科學原理？（槓桿原理） 問題 2：翹翹板會往_____的一邊傾斜。（重） 問題 3：翹翹板支撐的地方叫_____。（支點）	<p>5</p> <p>30</p> <ul style="list-style-type: none">● 從學生舉出的例子中，判斷學生是否理解夾子的使用方法的共通性（擁有施力點與支點）
------------	--	--

第一節

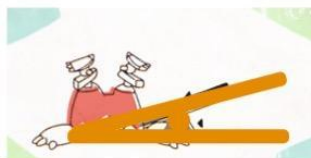
問題 3：小電箱到支點的距離是_____。（力臂）

問題

小電箱使用鐵桿和石頭，就能把現在泥土中的歐米救出來，你知道他是使用哪一個科學原理嗎？

(1) 槓桿原理

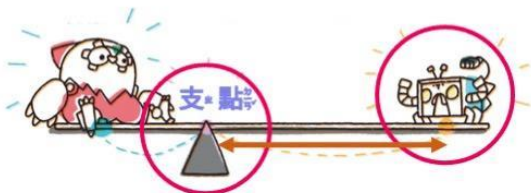
(2) 發射原理



4. 重點整理

重點

3. 小電箱到支點的距離是力臂。



5. 補充問題：將槓桿原理與生活產生連結，加深學生的印象。

Q：若你和爸爸媽媽一起玩翹翹板，你要坐離支點遠一點或近一點？

6. 探究科學實驗：天秤小遊戲

藉由天秤小遊戲，讓學生實際體驗距離與重量該如何安排才能維持平衡。

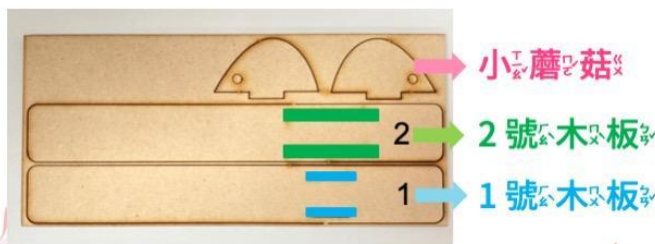


● 從影片中提問，可了解學生的學習狀況以及專注程度。

	<p>【總結活動】</p> <p>再次複習槓桿原理的重點與原理原則。</p> 	5	<ul style="list-style-type: none"> 科學原理由全班一起大聲回答，其餘題目則抽問同學回答。
第二節	<p>【準備活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 發下蝴蝶夾子材料：密集板、砂紙、橡皮筋。 介紹材料，同時請同學檢查自己是否缺少 	7	



3. 請同學在木板上編號

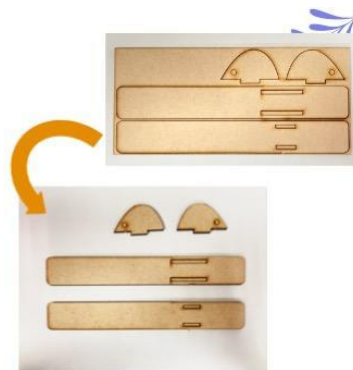


【發展活動】開始製作木夾子部分

實作步驟：

步驟一：拿出木板把夾子拆下來。

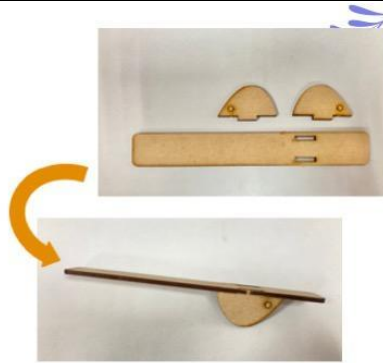
1
拿出木板
把夾子
拆下來



步驟二：把小蘑菇插到 1 號木板。

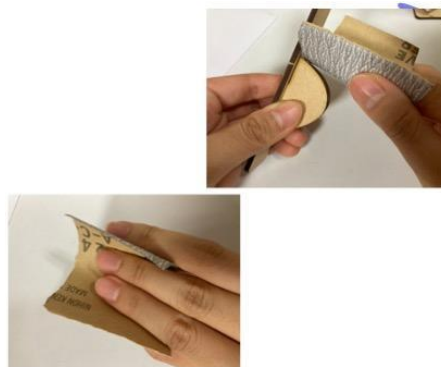
第
二節

2
把小蘑菇
插到
1號木板



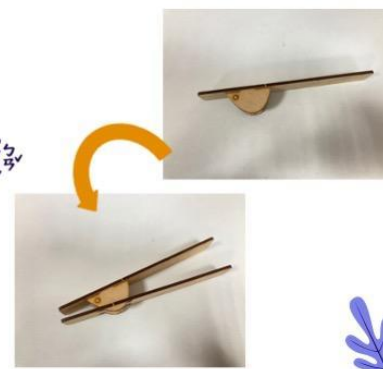
步驟三：小蘑菇磨一磨

3
小蘑菇
磨一磨



步驟四：把2號木板裝上

4
把2號木板
裝上

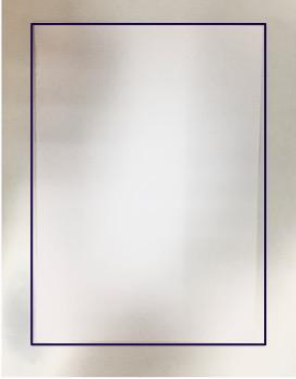
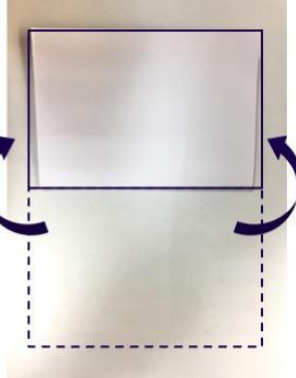



步驟五：套上橡皮筋繞兩圈

- 請同學將密集板燒焦的地方利用砂紙磨乾淨，直到沒有摩擦聲。

	<p>5</p> <p>套上橡皮筋繞兩圈</p>  <p>【總結活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 試夾夾看，同時詢問學生今天使用了哪些材料。 2. 說明下週進度，並提醒同學將夾子保管好，下週攜帶著色用具。 	3	
<p>第三節</p>	<p>【準備活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 複習上週課程 <p>問題 1：請問夾子的原理是什麼？（槓桿原理）</p> <p>問題 2：翹翹板會往____的一邊傾斜。（重）</p> <p>問題 3：翹翹板支撐的地方叫_____。（支點）</p> <p>問題 4：你到翹翹板支點的距離是_____。（力臂）</p> <p>問題 5：請問上禮拜用了哪些材料？（木板、砂紙、橡皮筋）</p>  <p>請問上禮拜用了哪些材料？</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 展示教具，說明課程內容。 3. 發下圖畫紙與剪刀。 	7	<ul style="list-style-type: none"> ● 請同學舉手發言，並給予獎勵

	<p>【發展活動】</p> <p>1. 請同學觀察真實的蝴蝶翅膀是否對稱？</p> <p>2. 介紹對稱，請同學判斷並找出日常生活常見 Logo 的對稱線。</p> <p>若為對稱，則請同學上台指出對稱線位置。</p> <p>若非對稱，則請全班說明為何為非對稱圖形。</p> <div data-bbox="287 604 973 1366"></div> <p>3. 對稱剪紙（設計蝴蝶翅膀並剪下）</p> <p>步驟一：拿出圖畫紙</p>	30	
--	--	----	--

<p>第 三節</p>	<p>1 拿出圖畫紙</p>  <p>步驟二：向上對摺</p> <p>2 向上對摺</p>  <p>步驟三：邊邊往上折</p> <p>3 邊邊往上折</p>  <p>步驟四：畫超大翅膀</p>	<ul style="list-style-type: none">● 因小學生力氣較小，因此在對折處需請同學利用大拇指與食指重複刮4-6次。● 請同學盡量將翅膀大小佈滿整個圖畫紙邊緣，以讓翅膀拍動時能更明顯，學生
-----------------	--	--

<p>第三節</p>	<div data-bbox="311 224 518 425"> <p>4 畫超大的翅膀</p> </div> <div data-bbox="287 459 454 560"> </div> <div data-bbox="287 571 518 616"> <p>步驟五：剪下來</p> </div> <div data-bbox="630 190 941 560"> </div> <div data-bbox="311 672 582 840"> <p>5 剪下來</p> </div> <div data-bbox="287 918 454 1019"> </div> <div data-bbox="287 1030 957 1075"> <p>步驟六：打開中間打 X (X 的部分為黏貼處。)</p> </div> <div data-bbox="582 672 965 974"> </div> <div data-bbox="311 1131 558 1344"> <p>6 打開中間打 X</p> </div> <div data-bbox="287 1377 454 1478"> </div> <div data-bbox="582 1131 965 1422"> </div> <div data-bbox="295 1556 933 1814"> <p>【總結活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請同學檢查自己的蝴蝶翅膀是否對稱。 2. 請同學將剪刀收起來，翅膀壓至桌墊下。 3. 下課時，請先準備著色用具。 </div>	<p>3</p>	<p>剪下時也較安全。</p>
<p>第四節</p>	<p>【準備活動】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 檢查同學是否準備好著色用具。 	<p>5</p>	

2. 觀察與表達

(1) 請同學觀察帝王斑蝶翅膀上的圖形與顏色。

同學回答 (黑、白、橘、翅膀邊邊有斑點、歪掉的長方形)

翅、膀、上、有、哪、些、圖、形、與、顏、色、？



(2) 請同學觀察紅珠鳳蝶翅膀上的圖形與顏色變化。

同學回答 (黑、白、紅、下面翅膀有圓型、上面有線條)

翅、膀、上、有、哪、些、圖、形、與、顏、色、？



(3) 教師小結並提出顏色變化有漸層以及斑紋形狀為不規則。

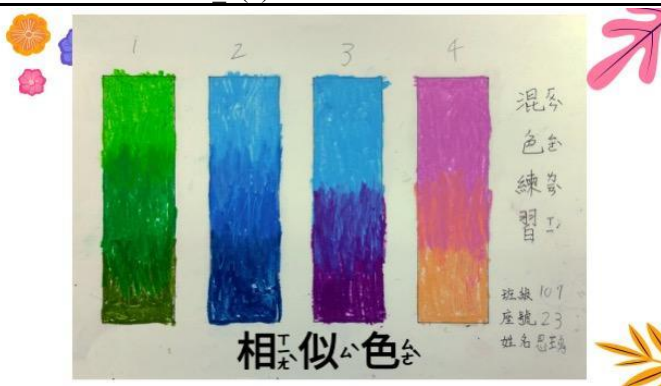
【發展活動】

1. 介紹漸層色

第四節

30

- 以學生著色用具做比喻，當著色用具顏色排整齊時，例如粉紅



2. 請同學開始設計自己的翅膀
3. 教師開始將泡棉膠黏至同學的木夾子上，以製作連桿機構使翅膀揮動。

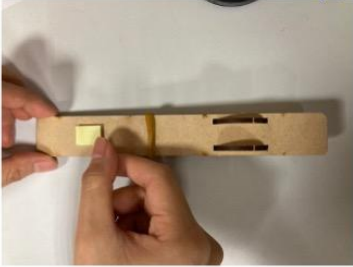
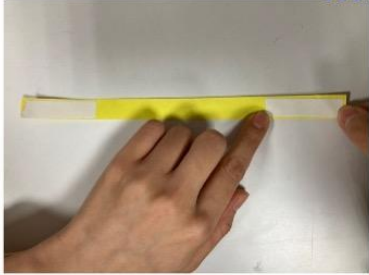
步驟一：1 號木板上面貼長泡棉膠

1
1 號木板
上面貼
長泡棉膠



步驟二：2 號木板上面貼短泡棉膠

色的左右兩邊可能是紅色和橘色，因此這三個相近色則可以展現出漸層效果。

第 四 節	<p>2 2號木板 上面貼 短泡棉膠</p>  <p>步驟三：紙條兩邊貼雙面膠</p> <p>3 紙條兩邊 貼 雙面膠</p>  <p>步驟四：當同學繪畫完成，請同學舉手，教師協助同學將翅膀中間黏於木夾子，並將紙條左右兩側，黏於翅膀兩側。</p> <p>步驟五：完成！試著夾夾看！</p> <p>【總結活動】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 蝴蝶飛飛秀2. 分享這兩個禮拜印象最深刻的事。3. 老師總結並給予回饋	5	
-------------	--	---	--

伍、教學成果與省思

本教案蝴蝶夾子結合了 STEAM 實作活動與美感教育，經過 4 節課的實作體驗，學生皆能順利完成自己獨一無二的作品，此外，蝴蝶夾子主要包含兩大主題「科學原理」與「美感

教育」，融合 STEAM 知識、工具操作、學生設計及強化學生科技素養。

在科學原理方面傳達了「槓桿原理」與生活周遭的關聯性，以生活中的實例，例如天秤、翹翹板等，並使用教具讓學生實際體驗重量與距離如何安排才能維持天秤的平衡，加深印象，此外，讓學生想像若和爸爸媽媽一起玩翹翹板，該往前坐還是往後坐，才能使翹翹板透過槓桿順利運動，課堂中鼓勵學生以自身經驗發現生活中原理，加深其對於課堂中原理的印象。

在美感教育方面，帶領學生去仔細觀察真實蝴蝶的翅膀上有哪些圖形、線條和顏色，由蝴蝶翅膀花紋中發現除了顏色線條上變化，也引導學生去觀察蝴蝶翅膀色澤上的差異，有相較鮮豔明亮的「斑蝶」、也有閃耀炫彩色澤的「閃蝶」，由此延伸去讓學生了解蝴蝶翅膀的顏色深淺變化可以讓蝴蝶翅膀呈現更有層次，後續教導學生如何畫出漸層色，相信大家對於繪畫蝴蝶的美感呈現也有不錯的表現力。在設計繪畫過程，也觀察學生運用自身所學過的藝術觀念，配合本次教學提到對比色、漸層色，能以不同的線條、圖案與配色，設計出屬於自己獨一無二的翅膀，展現創意。

一、學生作品



圖 1 運用基本幾何圖形、清晰的色彩，呈現活潑設計感。



圖 2 使用紅橙黃暖色系色調，配合放射性紋路，呈現相對繽紛有層次的美感。



圖 3 同一色相和諧的配色，做出冷色調層次感的翅膀。



圖 4 透過藍色、黑色，相對飽和色調，配合課堂中提到斑紋作法呈現。

二、學生心得

- (一) 那四堂課我學到槓桿原理，槓桿原理就是有支點和力臂的，槓桿原理可以做出翹翹板、天秤、夾子等等。我希望 coco 老師和米妮老師可以在教我們做更多的玩具，我好開心。

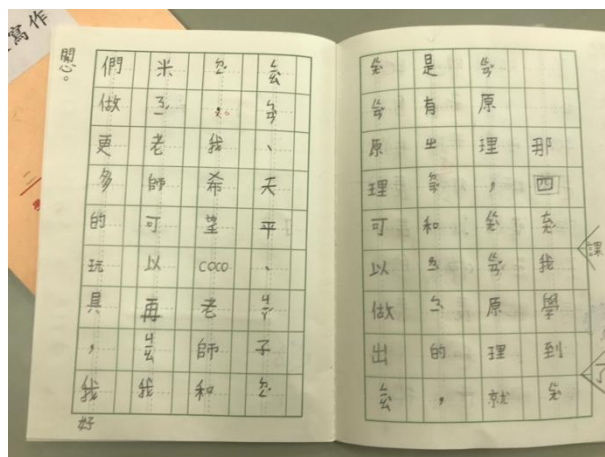


圖 5 學生心得 1

(二) 我學到了槓桿原理等於力臂和支點，我很喜歡這兩堂課，因為我做了蝴蝶夾子，也很希望雅云老師和 coco 老師可以再教我們全班。

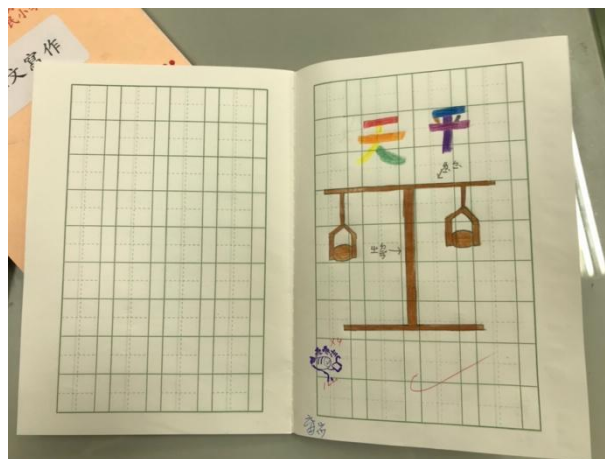


圖 6 學生心得 2

陸、結論與建議

經過這四節課的教學活動，統整提出以下建議：

一、PPT 一張放一個步驟，指令需清楚，重點重複提醒。

因為對象為低年級同學，本次課堂的呈現有別於以往傳統授課方式，為了能讓學生專注於課堂、容易理解、跟上進度，每一個步驟都須明確指示，請左右同學互相幫忙，直到全班都在同一進度上。

二、科學原理與創意設計兩者都很重要，時間需平衡分配。

學生無論對於科學實驗活動或是創意設計的展現都非常投入，因此為了能讓學生充分學習與發揮，需平均分配時間。

三、科學原理的教學盡量不要單純講述，可透過小活動引起學生動機並建立概念。

對象為低年級，對於高年級的科學活動較無概念，因此可準備教具，讓學生可以親自體驗，讓抽象的概念能夠具體化。

四、鼓勵學生認為自己就是一個藝術家。

學生通常會將喜歡的卡通圖案畫在作品上，因此為了讓作品能展現出自己的美感意識，會讓學生先觀察真實的蝴蝶，並說出其紋理、顏色的變化，奠定學生對蝴蝶翅膀概念，後續在創意設計有更多的方向。

柒、參考文獻

李雯琪（2016）。論杜威進步教育下的兒童中心思想。《臺灣教育評論月刊》，5(6)，195-201。

國家教育研究院（2019）。十二年國民基本教育議題課程綱要融入說明手冊。取自：

<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/29143/83847.pdf>

梁福鎮（2010）。邊納爾規範教育學之探究。《歐美研究》，44(4)，947-983

6E 教學模式於小學科技教學活動之應用-以連桿機構為例

The Application of 6E Teaching Mode in Elementary Technology

Curriculum—A Case of Linkage Mechanism

趙語涵

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Chao, Yu-Han

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

壹、前言

在十二年國民教育當中，科技教育尤其強調學生動手實作的能力，透過動手做可以提升學習動機、創造力以及問題解決能力，而透過「做中學」的過程更能讓孩童們從生活經驗中獲得有用的知識（Dewey, 1997），從經驗學習來看，學生與環境不斷交互進而學習，過程中需要觀察以及體驗，透過每次的經驗將知識建立後並能帶進生活當中。而 6E 模式（Barry, 2014）的教學活動以學生為中心，透過自身經驗中進行探索，能豐富學生知識以利加深的運用，並從探索中使得知識能夠實踐以利知識的堆積最終達到學以致用且能真實運用於生活當中。本文以經驗學習為底，透過 6E 的實作教學法，透過連桿機構的教學運用進行教學實驗，透過動手實作過程讓學生能理解連桿的原理並能加以運用於日常生活當中。

貳、教學法：6E 教學模式

本次教學利用 6E 教學法，透過與生活中與連桿的運用為出發點引起學生興趣進而投入接續課程，接著運用教師完成的作品進行探索與啟發，讓學生能夠思考原理而非空想以利達成後續學生自身作品之完成。本教學活動之六步驟分述如下表所示：

表 1

6E 教學模式

程序	內容
----	----

參與 Engage	連結學生生活中所擁有的連桿相關認知，以搭起後續教學之橋樑。 教師透過作品來引起學生的興趣，以利未來參與課程時能更投入。
探索 Explore	營造學生學習經驗的機會。教師引導學生觀察並發表自身意見，透過教師回饋進行互動，也讓學生有更多思考的時間。
解釋 Explain	確保學生所學概念能與更多現實情境連結。教師解釋連桿的知識與運用，並且讓學生嘗試解釋所學到的東西以利與生活中更深更廣之層面結合。
工程 Engineer	透過實作單元讓學生能夠更清楚知道該如何將學習之知識運用在實際物件當中。
豐富 Enrich	將所學進行加深加廣的運用，透過引導學生思考並進行運用的延伸，讓學生更明白所學將能運用到何處。
評鑑 Evaluate	瞭解學習成效。教師可透過作品的完成及學生的理解進行評鑑，並予以反思。

一、教學對象

本次教學活動對象為某臺北市公立國小一年級學生。

二、教學時間

本次教學活動時間為 6 節課，每週 2 堂課，共 3 週；每節課 40 分鐘，共 240 分鐘。

三、教學活動

課程名稱
手舞足蹈家族
教學時間
6 節(240 分鐘)
場地
教室
學習資源
投影片、成品
學習目標

- 1.透過觀察、蒐集資料，找出手舞足蹈的代表人物。
- 2.認識各種不同的創作媒材與表現方式。
- 3.提升抽象表現與自由創作的的能力。
- 4.能理解連桿的運用。

學習表現

- 1.科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣。
- 2.科議 s-II-1 繪製簡易草圖以呈現構想。
- 3.科議 s-III-1 製作圖稿以呈現設計構想。
- 4.科議 c-II-1 依據特定步驟製作物品。
- 5.科議 c-II-2 體會創意思考的技巧。

學習內容

1. 科議 P-II-1 基本的造形概念。
2. 科議 P-III-1 基本的造形與設計。
3. 科議 P-II-2 工具與材料的介紹與體驗。
4. 科議 P-III-2 工具與材料的使用方法。


評量要點

- 1.學生能否運用觀察、蒐集資料，找出自己想要設計的圖案
- 2.學生能否說出選擇這個人物的理由。
- 3.學生能否認真參與討論，勇於發表意見。
4. 學生能否認真參與活動，展現創意。
5. 學生能否收拾整理用具，並維護環境的整潔。

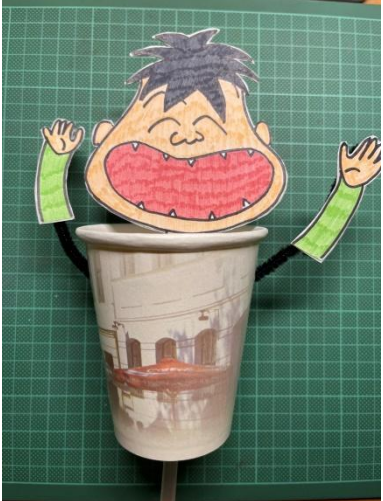

節次	教學活動	時間 (分鐘)
一	● 教師介紹本次教學活動「手舞足蹈家族」，透過教具展示，讓學生觀察手中這位手舞足蹈的主角的動作。	10'
	● 請學生思考為什麼會頭跟手一起動作，並進行提問。	5'
	● 學生根據自己觀察到的結果，進行回答。	10'
	● 分享後，教師針對連桿相關知識進行舉例及解釋，讓學生進行	15'

	更深入的思考，引導學生能解釋所學到的東西。	
二	● 請學生準備鏡子並觀察自己的五官。	5'
	● 進行「五官大集合」的接龍繪圖，每一位學生繪製一個五官並 往後傳，最後完成一張屬於這一排的五官。	10'
	● 利用此方式打破學生對於原先五官的組合認知以創作出有別 以 往的「創意五官」，接著繪製專屬於自己的手舞足蹈主角。	25'
三	● 說明製作流程並將材料發下。	15'
	● 請學生針對手舞足蹈的主角進行設計並將主角剪下。	20'
	● 收拾環境並確認學生進度。	5'
四	● 將紙杯底部中心及主角手部位位置挖洞。	20'
	● 將吸管穿過紙杯中心並將主角大頭貼上。	15'
	● 收拾環境並確認學生進度。	5'
五	● 利用毛根做出手連桿手臂。	20'
	● 繪製衣服或配件於紙杯上、對紙杯進行裝飾。	15'
	● 收拾環境並確認學生進度。	5'
六	● 全班完成「手舞足蹈家族」。	20'
	● 全班分享自己的作品並給予回饋。	20'

四、製作流程

製作流程	
1.進行主角草圖 繪製	

<p>2.進行主角上色</p>			
<p>3.將主角剪下</p>			
<p>4.將紙杯底部中心及上方開口兩側穿洞</p>			
<p>5.將主角大頭黏在吸管頂端，並且將毛根纏繞於吸管上</p>			

<p>6.將吸管穿過杯子底部的孔，並將繪製的手臂黏貼至適當位置</p>	
<p>7. 完成</p>	<p>確認是否能流暢作動。</p>
<p>8.進行身體美化 (動作較快的學生可完成此步驟)</p>	

參、學生實作過程與成果

一、實作過程





二、學生成果



肆、教學建議

在教學過程當中由於年級較低，若可以預留較多時間進行連桿原理的解說及運用效果更佳。另外在於過程當中，對於交換紙張等物品的指令需要先行練習以免在整個實作過程時因指令不明確而花費更多時間進行解釋。此外，在未來進行相關課程設計時，可預留時間進行作品的操作及反思，給予學生更多時間進行分享以及思考於自身生活當中可以有哪些地方能運用所學之知識，以利建構更完整的學習。

伍、參考文獻

Barry, N. B. (2014). The ITEEA 6E learning by DeSIGN model. *Technology and Engineering Teacher*, 73(6), 14-19.

Dewey, J.(1997).*Experience and education*. New York: Free Press.

6E 教學模式之 STEAM 實作彈力砲科技課程教學活動

A STEAM hands-on Activity of 6E Teaching Mode for Technology

Curriculum - Bullet Gun Activity

王雋杰

國立臺灣師範大學科技與工程學院科技應用與人力資源發展學系

Wang, Chun-Chieh

Department of Technology Application and Human Resource Development

National Taiwan Normal University

摘要

本研究採用 6E (Engage、Explore、Explain、eNGINEER、Enrich、Evaluate) 教學模式實施於 STEAM 實作「發射吧!彈力砲」課程教學活動中，以探討國小一年級學生於學習表現及學習過程中之成果，並藉此研究得知日後實施相同的教學模式在教學策略上作為參考及修改之依據。參與此研究對象的學生為 30 位國小一年級學生，並依循所設計之教學流程對學生進行授課。藉此研究結果可探究出該研究所設計的教學流程可行性、學生於各製作環節所表現出優缺點，並藉由此課程培養參與者於設計及探索與實作等方面之能力。

關鍵詞：6E 教學模式、STEAM 實作課程

壹、前言

隨者科技快速發展以及未來所面臨複雜性的問題提升，這也驅使許多問題需要透過實作過程才得以解決，也造就許多國家開始著重於 STEAM 的實作課程推廣，並結合由美國國際科技與工程教師學會 (International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA) 所提出 6E 教學模式 (6E Learning byDeSIGN Model)，包含參與 (Engage)、探索 (Explore)、解釋 (Explain)、實作 (eNGINEER)、深化 (Enrich)、評量 (Evaluate) 於實作課程中。而 6E 教學模式主要讓學生自主運用先備知識來對問題進行探索以及實作，並從中所得到的知識，最終讓學生能實際應用於日常生活之成效。因此本研究於國小一年級階段的科技課程，以彈力砲實作課程進行實施，並結合所發展出的 6E 教學模式於 STEAM 實作課程，以培養學生於設計及探索與實作等方面之能力。

貳、研究目的

本研究以 6E 教學模式實施於 STEAM 實作課程中，並搭配「發射吧!彈力砲」作為實作課程。

- 一、發展以 6E 教學模式於 STEAM「發射吧!彈力砲」實作課程中。
- 二、探討國小一年級學生參與本研究課程，於學習過程中之成果。
- 三、探究學生於課程中的表現成果及過程，並給予改善建議。

參、文獻探討

STEM 是一種跨多個領域及學科，並整合了科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、數學 (Mathematics)，目的為透過動手實作課程活動去培養學生於整合理論及實務、解決問題之能力 (林坤誼 (2014, 2018); 林人龍、游光昭, 2005; 張玉山、楊雅茹, 2014; Pinelli & Haynie, 2010)。在 2006 年美國為了要改善國家的競爭能力，因而推出了「美國競爭力計畫 (American Competitiveness Initiative, ACI)」加以提倡 STEM 教育，並表示在 STEM 人才的培育是當今至關影響國家競爭能力之因素，將助於日後滿足就業市場於 STEM 人才方面之需求 (Mississippi Department of Education, 2011; United States Domestic Policy

Council, 2006)。

本研究以 STEAM (融入藝術) 為主要之教學核心理念, 並借鏡羅德島設計學院所發展出的一項教學計畫 (The president's Committee on the Arts and he Humanities and Americans for the Arts, 2015), 整合了科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Arts)、數學 (Mathematics) 跨領域的教學形式, 助於學習者藉由相關課程將五大領域的知識去加以結合, 以補足各學科之間的阻隔 (Yakman, 2008; Hwang et al., 2019)。以下圖 1 為 Yakman (2008) 所繪製出的 STEAM 課程內容:

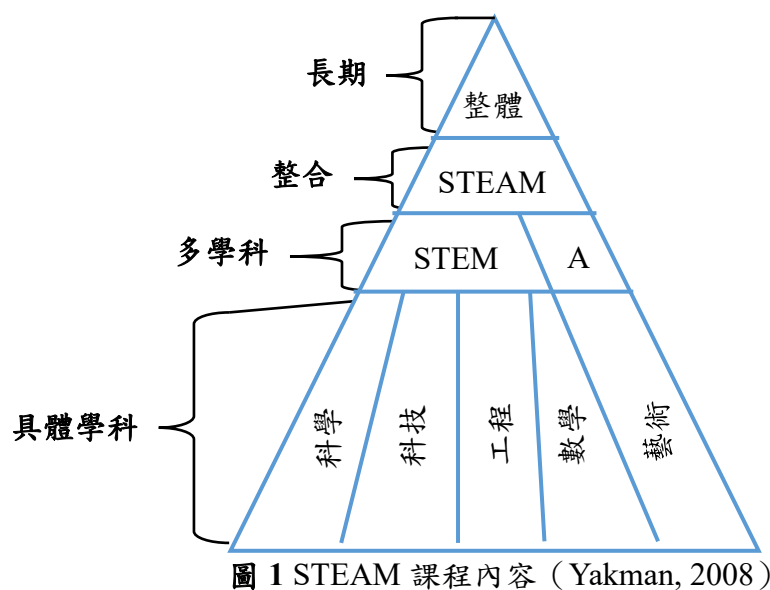


圖 1 STEAM 課程內容 (Yakman, 2008)

隨者科技快速發展以及未來所要面對的複雜性問題, 許多問題需要藉由實作過程加以解決, 因此由美國國際科技與工程教師學會 (International Technology and Engineering Educators Association, ITEEA) 提出 6E 教學模式 (6E Learning byDeSIGN Model), 包含參與 (Engage)、探索 (Explore)、解釋 (Explain)、實作 (eNGINEER)、深化 (Enrich)、評量 (Evaluate)。透過 6E 教學模式培養學生於設計以及探索和實踐方面之能力 (Hashim, Ali, & Samsudin, 2017; Barry, 2014; Burke, 2014)。以下表 1 將說明 6E 模式:

表 1

6E 模式說明

6E 模式	具體說明
-------	------

參與 (Engage)	藉由情境建立與生活經驗連結，引發學生主動參與學習的動機。
探索 (Explore)	讓學生建構出自己對於實作活動的理解，助於後續討論每位學生皆可提出自我對於實作活動的看法。
解釋 (Explain)	讓學生去學習解釋或定義出他們所學，並且能思考先前所學的價值與意義。
實作 (eENGINEER)	讓學生運用所學的概念、實務經驗與態度等，發展出對實作活動主題更深入的理解。
深化 (Enrich)	在課程中，教師讓學生更進一步應用先前所學來解決複雜的問題，並藉此讓學生更深入的學習。
評量 (Evaluate)	提供教師以及學生了解學習與理解方面的效果。

綜合上述，本研究以「議題融入說明手冊」為課程之發展基礎，因國民小學階段以「體驗、探索、實作」等面向作為著重的學習重點，並包含了「議題實質內涵」。而本研究於國小一年級階段的科技課程進行實施，並結合所發展出的 6E 教學模式於 STEAM 實作課程，以培養學生於設計及探索與實作等方面之能力。

肆、教學簡介

本研究藉由所發展出的 6E 教學模式實施於 STEAM 實作課程進行教學研究設計，實施對象為國小一年級學生，以「發射吧!彈力砲」作為教學內容，並從中探究出學習者於「議題實質內涵」之成果。以下表 1 為 6E 教學模式與本實作課程之對應：

表 2

6E 教學模式應用於發射吧!彈力砲

6E 模式	彈力砲教學課程之對應
參與 (Engage)	藉由教師所事先完成之作品及動畫圖片，引發學生主動參與學習之動機。
探索 (Explore)	讓學生建構出自己對於實作活動的理解，助於後續討論每位學生皆可提出自我對於實作活動的看法。
解釋 (Explain)	播放動畫圖片詢問學生彈力砲發射之原理，再進行簡單解釋，並延伸讓學生思考用於生活中之實際案例。
實作 (eENGINEER)	讓學生依循教學步驟逐步完成彈力砲之作品，從中將所學知識及技巧運用於實際作品上。
深化 (Enrich)	以問答之方式，引導學生對於所學的知識進行延伸思考。

評量 (Evaluate) 藉由小組競賽活動之方式，促使學生從中體驗到彈力之原理及力道上的控制。

以下表 3 的「議題實質內涵」為參照國家教育研究院 (2019) 所制訂出的「議題融入說明手冊」：

表 3

「發射吧!彈力砲」實作課程之教學研究

領域/科目	科技領域	設計者	王雋杰
實施年級	一年級	助教	徐守芹
單元名稱	發射吧!彈力砲	總節數	5 節，共 200 分鐘
壹、教學研究			
設計理念	<p>本研究將 6E 教學模式融入於 STEAM「發射吧!彈力砲」實作之科技領域課程中，於課程中以彈力砲作為教學之作品。並助於學生於課程中學習到以下能力：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 期許藉由此課程於實作過程中，助於學習者對於彈力之概念更能具體加以理解。 2. 藉由剪裁過程中加以訓練學生於手部肌肉之靈活度及剪刀操作之流暢度。 3. 於彈力砲作品彩繪過程中，以範例引導去激發學生於創造力之能力。 4. 製作過程中，激發出小組的學生們產生互助之精神。 		
課程教學分析	<pre> graph LR Root[發射吧!彈力砲課程時間] --- L1[第一節課] Root --- L2[第二節課] Root --- L3[第三節課] Root --- L4[第四節課] Root --- L5[第五節課] L1 --- D1[✓ 藉由動態圖片，助於引發學生於學習上之動機 ✓ 進行問題探討] L2 --- D2[✓ 依循教學步驟進行彈力砲之製作] L3 --- D3[✓ 接續上節課未完成步驟進行彈力砲之製作] L4 --- D4[✓ 進行上節課未完成之步驟逐步進行製作。] L5 --- D5[✓ 運用完成之作品進行小組競賽 ✓ 進行問題探討] </pre>		
教學資源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教學設備：筆電、投影機、投影白板 2. 教材教具：於下述表 4 及表 5 進行說明 		




貳、教學設計		
學習重點	議題實質內涵	<p>科 E2 了解動手實作的重要性。</p> <p>科 E4 體會動手實作的樂趣，並養成正向的科技態度。</p> <p>科 E5 繪製簡單草圖以呈現設計構想。</p> <p>科 E6 操作家庭常見的手工具。</p> <p>科 E8 利用創意思考的技巧。</p> <p>科 E9 具備與他人團隊合作的能力。</p>
學習目標		<ul style="list-style-type: none"> ● 學生能正確將工具使用於實作過程中，並助於手指靈敏度之訓練。 ● 學生可發揮藝術天分，對彈力砲外觀進行設計。 ● 藉由觀察及實作過程中，能理解彈力之概念。 ● 於實作過程中實現玩中學，以加深對於彈力原理之理解以及提升學習動機。

伍、教學活動設計

本研究參照上述學習重點之議題實質內涵之教學設計，並採用 6E 教學模式探討國小一年級學生於 STEAM 實作的「發射吧!彈力砲」課程中，於學習過程中之結果。此研究參與對象為國小一年級學生合計 30 名學生，並以 6 人為一組，共計 5 組，每組會選出一位組長進行秩序維護及分配材料之職責；並接受為期 3 週的課程，於前 2 週每週進行 2 節課程之授課，第 3 週則以 1 節課程進行授課，總計 5 節課，每節 40 分鐘，5 節共計 200 分鐘來進行授課。

表 4

第一次上課 (11/29)：使用工具：


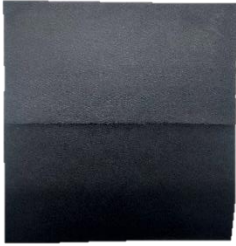




材料清單		
		
7 盎司或 12 盎司紙杯 2 個	氣球 1 個	色紙 4 張

工具清單			
 剪刀 1 支	 保麗龍膠 1 罐	 白膠 1 罐	 紙膠帶 1 捲
教學課程內容及實施方式		實施時間	
第一節 體驗、介紹			
<p>引發動機：</p> <p>1. 探討有什麼方法可不需藉由手即可促使物品飛出去？（以投石器及弓箭動畫作為範例）</p>		10 分鐘	
 投石器	 弓箭	30 分鐘	
<p>發展活動：</p> <p>1. 探討手中的氣球如果拉得越長，會有什麼結果呢？</p> <p>2. 進行製作步驟之教學。</p>			
第二節 製作彈力砲&外觀拼貼			
<p>發展活動：</p> <p>1. 進行製作步驟教學。</p> <p>2. 告知保麗龍膠使用注意事項。</p> <p>3. 學生依照製作步驟進行彈力砲的製作。</p> <p>4. 對有困難的學生進行製作上的協助。</p>		35 分鐘	
<p>總結活動：</p> <p>1. 要求學生各自於夾鏈袋上的空白貼寫上座號，並將材料放置於各自的夾鏈袋中。</p>		5 分鐘	

2. 復原教室環境。	
------------	--

表 5

第二次上課 (12/01)：使用工具

材料清單			
 吸管 1 根	 輪胎 4 顆	 黑色西卡紙 1 張	
工具清單			
 剪刀 1 支	 保麗龍膠 1 罐	 粉蠟筆 1 盒	 砲棉膠 2 條
教學課程內容及實施方式		實施時間	
第三節 彈力砲製作			
引發動機： 1. 提醒此節課要將作品完成。		5 分鐘	
發展活動： 1. 接續第二節課未完成的步驟進行教學。 2. 對有困難的學生進行製作上的協助。		35 分鐘	
第四節 活動競賽-準度射擊			

引發動機： 1. 告知下次上課將進行彈力砲準度射擊競賽的活動（勝利者將有小禮物）。	5 分鐘
發展活動： 1. 進行第三節課未完成的步驟逐步進行教學。 2. 對於在製作上有困難的學生給予協助。	20 分鐘

表 6

第三次上課 (12/08)：

教學課程內容及實施方式	實施時間
第五節 彈力炮射擊競賽	
引發動機： 1. 告知下節課將進行彈力砲活動競賽（勝利組別將有小禮物）。	2 分鐘
發展活動： 2. 說明彈力炮射擊競賽活動的規則。 3. 勝利小組進行頒獎。 4. 進行問答活動。	30 分鐘
總結活動： 1. 對遊戲競賽勝利的組別進行頒獎。 2. 探討手握著彈力砲時，洞口朝上或是朝下，會不會讓所射擊出的乒乓球比較容易打下紙杯上放置的乒乓球？ 3. 復原教室環境。	8 分鐘

表 7

作品製作流程：

花費時間	步驟		使用工具
10 分鐘	1	在 2 個紙杯的杯底沿著黑色虛線剪出洞孔	剪刀
3 分鐘	2	沿著氣球上的黑色去線剪去	剪刀
10 分鐘	3	將氣球有洞孔處套至其中一個紙杯底部	無

8 分鐘	4	將紙膠帶剪下 4 段，並貼至於氣球及紙杯接合處	紙膠帶
3 分鐘	5	將保麗龍膠塗置於有套氣球紙杯內部的黑色需線上，並將另一紙杯套置於其內部	保麗龍膠
8 分鐘	6	拿出 4 張色紙，並使用手撕成小塊	無
10 分鐘	7	將小塊色紙塗上白膠，並貼於紙杯外部	白膠
7 分鐘	8	以蠟筆繪製於 4 個無挖洞孔的輪胎面上	粉蠟筆
2 分鐘	9	減去吸管上有畫黑線之處	剪刀
10 分鐘	10	將保麗龍膠塗置於 4 個輪胎有挖洞空之處，將減半吸管黏置於輪胎洞孔處	保麗龍膠
10 分鐘	12	使用保麗龍膠黏置於兩個輪軸的吸管處，並黏合於紙杯下方	保麗龍膠
6 分鐘	13	在黑色西卡紙折合的上下兩處，以白色蠟筆畫出翅膀或機翼。	砲棉膠
2 分鐘	14	以剪刀沿著白色蠟筆線條剪下。	剪刀
2 分鐘	15	將剪下的翅膀於長度較長的邊往上摺，並使用砲棉膠黏至於摺痕處，在黏置於紙杯的兩側。	砲棉膠



陸、教學過程圖

下方表 8 為本研究教學實施過程之圖片。

表 8

教學過程圖



續表 8

教學過程圖



圖 8 將撕塊的色紙貼置於紙杯外部



圖 7 將紙膠帶貼置於氣球與紙杯接合處



圖 9 對輪胎外部進行彩繪設計



圖 10 進行小組競賽



圖 11 問題與討論

柒、教學成果

本研究於國小一年級階段導入 6E 教學模式，並設計出含有 STEAM 實作的「發射吧!彈力砲」課程活動，於 2021 年 12 月期間，課程合計共 5 節課，至國立臺北教育大學附設實驗國民小學進行教學研究實施。下述為經由教學所探究出之成果：

教學活動製作過程中，可查覺到每組皆會有程度較好的學生去主動去協助程度較落的學生，以助於減少作品於製作進度上之落差。



圖 1 在套氣球於杯底之步驟，可發現程度較好的學生，會主動協同程度較弱的學生。

- 一、於課程進行中，每組皆有一位小組長扮演維護秩序及領導之職責，以減輕教學者於授課中，需進行維護秩序之負擔。
- 二、藉由小組競賽，每組學生使用自己所做的彈力砲作品進行挑戰，在競賽中擺放不同大小的紙杯於桌面上，並放置乒乓球於杯底上方。於競賽過程中可發現到學生對於在成就感的部分會有所提升，並鼓勵及指導同組成員射下乒乓球的技巧。



圖 2 在小組競賽過程中，可察覺組員於遊戲進行中時，同隊組員會給予鼓勵。而成功將乒乓球設下的學生，則會將自身經驗傳授給同組組員。

捌、結論：省思與建議

經本研究所實施的教學活動，即可探究出學生對於完成彈力砲這項作品的動機是高的，並於製作過程中所遇到之問題，將藉由下述幾點進行說明及問題之建議：

- (1) 課程進行中，易於關注學生所提出之問題，因而造成課程進度上的落後，日後應於進行問題探討時，才去予以理會學生所提出之問題。
- (2) 於氣球套至於紙杯底部之步驟，由於事前未顧忌到低年級學生手部力道的不足，導致部分學生需進行協助才可順利完成此步驟，也因此造成進度上之落後，在此步驟建議應事先告知學生們進行相互合作，並對仍無法完成的同學給予立即協助。
- (3) 製作過程於輪胎黏合吸管的步驟中，因未顧慮到低年級學生們使用保麗龍膠力道控制及耐心之問題，造成塗擠過量保麗龍膠於輪胎洞孔內部，以至於輪軸的吸管須待較長之時間才能牢固與輪胎黏合，在這部份於日後建議以熱龍槍直接幫每位學生進行黏合，以省去大量的等待時間於黏合上，避免課程進度落後之情形發生。
- (4) 於輪軸與彈力砲杯底黏合步驟中，於教學流程設計中未考慮到學生的耐心，因而導致有些許學生於黏合過程中出現不耐煩之情形發生，以及也花費較多時間於黏合上。於日後建議以砲棉膠進行代替，以避免上述情形的發生。
- (5) 綜合上述，礙於教學過程進度上之延誤，且課程節數之不足，造成有些學生需將作品帶回家中進行完成，因此建議日後應分配 6 節課進行課程之教學，於授課的時間上會較為充足。
- (6) 礙於授課對象為一年級學生，對於填寫學習單的部分可能較為吃力，且課程時間上的限制，因而未製作學習及評量表單給予學生們進行填寫。

玖、參考文獻

- 林坤誼 (2014)。STEM 科際整合教育培養整合理論與實務的科技人才。《科技與人力教育季刊》，1(1)，1。
- 林坤誼 (2018)。STEM 教育在台灣推行的現況與省思。《青年研究學報》，21(1)，41。
- 林人龍、游光昭 (2005)。水平整合的思考：以 MST 為導向的九年一貫生活科技課程設計。《生活科技教育月刊》，38 (8)，24-41。

張玉山、楊雅茹 (2014)。STEM 教學設計之探討：以液壓手臂單元為例。 *科技與人力教育季刊*, 1(1), 2-17。

Pinelli, T. E., & Haynie III, W. J. (2010). A Case for the Nationwide Inclusion of ENGINEERING in the K-12 Curriculum via Technology Education. *Journal of Technology Education*, 21(2), 52-68.

Mississippi Department of Education (2011). *STEM applications*. Jackson, MS: Author.

United States Domestic Policy Council (2006). *American competitiveness initiative*. Washington, D. C.: Author

Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. (PATT-19). Retrieved from <http://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>

Herschbach, D. R. (2011). The STEM Initiative: Constraints and Challenges. *Journal of Stem Teacher Education*. 48(1), 96-122.

Hwang, G. J., Li, K. C., & Lai, C. L. (2020). Trends and strategies for conducting effective STEM research and applications: A mobile and ubiquitous learning perspective. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 161-183.

Hashim, H., Ali, M. N., & Samsudin, M. A. (2017). Adapting Thinking Based Learning Approach and 6E Instructional Model in Implementing Green STEM Project. *THE SCHOLARSHIP OF TEACHING AND LEARNING 2017*, 68-82.

The President's Committee on the Arts and the Humanities and Americans for the Arts. (2015). *RECOGNIZING MODEL STEAM PROGRAMS IN K-12 EDUCATION*. Retrieved from http://www.theovationfoundation.org/innovation-grant-awards-program/innovation-steam/docs/Ovation_Innovation_Publication.pdf

Barry, N., & Burke, D. (2014). 6E Learning by Design Model. *Technology and eENGINEERING Teacher*, 14-19.

Burke, B. (2014). 6E Learning by Design Model. *Technology and ENGINEERING Teacher Magazine, March*, 14-19.

透過同儕教導學習策略實行科技 STEAM 教學活動-以機械夾為例

Implementing technology STEAM teaching activities through peer-teaching learning strategies -An example of mechanical clip

吳沛龍

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Wu, Pei-Lung

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

摘要

本文旨在以凱欣斯泰納的四階段工作原理，進行國小端的 STEAM 的機構實作課程設計，並將課程實施於小學四年級的學生，以驗證課程的可行性與其成效。根據課程實施之成果，我們可以明顯觀察到學生經由動手實作的過程，針對科學現象進行有效的觀察、綜合、分析與驗證，而本文亦根據課程實施狀況，提出未來此課程應用於教學現場之改善與建議。

關鍵詞：STEAM、小學科技教育、同儕教導

壹、前言

科技社會的發展之下，各國對科技教育日漸重視；美國在 2010 年的國家創新研究所的科學院研究報告提到，為了迎合科技專業技術人才的短缺，提出跨領域的整合-STEM 教育的概念；藉此透過整合領域知識，包含科學、科技、工程與數學，帶動學生對相關領域的學習興趣，以利未來滿足相關人才的需求，提升國家未來的競爭力。

因應全球化科技教育的發展，我國教育部（2014）提出「十二年國民基本教育課程綱要總綱」，將生活科技與資訊科技合併為「科技領域」；但小學教育階段並無明確將「科技」作為教學科目，只將「科技」採取議題融入的方式實施於在各領域的學習課程或彈性課程。國家教育研究院在民國 109 年研擬出「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」，以十二年國教的議題融入說明手冊與總綱當依據，編擬出相關的說明；以引導國民小學設計科技教育中的相關教學內容，提供各縣市相關機關、學校行政單位與教師，依照情境與學生的需要，採取科技素養導向的教學方式。林曉雲（2020）中提到，雖然小學無相關的專業師資，但要將科技能確切的應用在各個科目；翁崇文（2018）提到科技領域融入相關的課程，過往會仰賴專任的老師或資訊組長；但對於現代科技的千層萬變，無非是對教育現場的一項挑戰。而根據教育部的統計資料，國小學童的人數下降，師生配比造成的相關教師人員不足問題；教師相關人力不足的問題在偏鄉離島更甚嚴重；蔡旻妤、謝佳潏與楊舒婷（2022）指出，在 2022 年新學期初，就有偏鄉學校在因師資缺乏的問題所困擾。

而我國國教署於 2014 年已提出「改善偏鄉離島地區師資人才不足」政策，透過近期、中期與長期的規劃進行師資不足問題的解決；其中提到透過混齡教學與師資配額的分配解決相關的問題；但在面臨新興科技的內容時，相關教師可能無相關的教學策略可以實施；透過本研究結合新興科技「機械爪」融入 STEAM 教育，配合在校內美術課程的實施，利用簡單的工具與生活周遭的材料完成作品的製作，以理解相關科技的應用與其在測試過程中理解材料、科學與數學等原理。另透過跨年級的學生產生學習互動，使不同年級的學生在學習過程中產生出不同的學習歷程。並分享相關的教學方案與成果去評估小學生，再進行同儕教導學習策略的 STEAM 教學活動，會有甚麼樣的學習表現與反饋以利未來在施行相同的教學策略之參

考依據。

貳、科技教學理念

一、STEAM 教育

STEAM 以科技教育跨領域的教學背景來看，最早的提倡者為馬里蘭大學 Doland Maley 教授；他提倡將數學、科學、科技(Mathematics, Science, Technology, 簡稱 MST)進行整合，使得科技能與數學與科學做連結。後來 Maley 教授覺得工程與科技具有密不可分的關係，因此將工程 (Engineering) 納入跨領域的整合教學，也越來越受到正視。後期 STEM 加進了藝術人文 (Arts)，把藝術與文理人文學科進行整合，具有跨域整合效果。總而言之，STEAM 具有跨領域與跨學科的核心概念，教師透過整合性的知識，使學生能應用綜合各學科知識，以創造性的思維方式去解決實際產生的問題 (陳瑩, 2015)。

而關於 STEAM 的概念與內涵，盧秀琴、洪榮昭、陳芬芳 (2019) 在文中指出，美國教育學者 Yakman 在 2006 年提出 STEAM 金字塔 (STEAM Pyramid) 的概念，其各層的內容說明如下：(1) 底層顯示為科學、科技、工程、藝術和數學等學科的特點內容；(2) 往上一層為更深入探討相關內容的學科概念；(3) 往上兩層是表示在 STEAM 的基礎概念下，融入藝術與人文的需求；(4) 第四層為以 STEAM 教育在各學科，以跨學科視角透過實踐與理論並解決問題；(5) 最高層次的目標為因應社會需求的不停發展，以培養學生終生學習的意識與知能。

而在課程設計層面，賓靜蓀 (2017) 認為課程設計該具有五個象徵：(1) 跨領域：以專題式學習的方式指導相關課程，並有道理的去結合兩種以上的專科知識。(2) 動手做：學生為學習的主體，並允許學生發掘興趣並培養學生的恆毅力與勇於嘗試錯誤。(3) 生活應用：能將所學習到的內容與生活作結合，以激發學生的好奇心。(4) 解決問題：強調解決真實世界所遇到的問題，使之能有意義的學習並驅使學生的學習動機。(5) 五感學習：學習不單單只經過腦袋的思考。

綜上所述，STEAM 教育的課程設計精神與教育框架，可以歸納出 STEAM 課程是透過在真實情境的狀況下，透過跨學科知識的應用，從科學、科技、數學與工程的基礎概論結合藝術與人文的實用。製作過程可以結合動手實作的歷程，讓學生去解決情境中的問題；其過程

可以培養學生不同的感官學習，甚至培養學生自我學習的動力。

參、同儕教導學習策略

同儕教導 (Peer Tutoring) 是透過同儕之間了能力與力量，協助課業上的學習、人際溝通技巧與日常生活技能等方面有困難的同儕；根據國家教育研究院的詞彙指出，其教學方式可以是下列兩種：(一)透過一個優秀的學生指導年紀比自己小的生手學生；(二)將同能力（或不同）能力的學生（或分開）合作完成教師於課堂中指定的任務。

進行同儕教導學習策略，有助於學生在進行相關的學習的活動有正向的幫助。Topping (1998) 指出，同儕教學策略讓孩子有意識幫助他人進行學習活動，而達到有效地學習效果；其包含同伴之間的評估、輔導、教育等效能，Brittany 與 Jennifer(2012)提到這個過程在學生學術與社會發展上有正面的影響。因此透過同儕之間這樣的學習過程，可以讓彼此觀察、模仿合宜的行為與模式，在課業的學習、人際互動溝通與社會交際都有正向的效果。

目前的常見同儕教導模式，根據潘倩玉 (2011) 指出，可以分成下列四種：(1) 交互式同儕教導：兩人為一單位，互相交互扮演教學者與學習者的角色。(2) 同儕協助學習：一方擔任教學者，教師須事先挑出資質較好的同儕；，一方擔任學習者，透過模仿教學者進行學習；教師要適時地介入。(3) 全班性同儕教學：全班分成兩大組，每大組又有數個兩兩配對；一位學習者一位教導者，組內學生的角色會互換；相較於交互式的同儕教學模式，不會特別凸顯某些需要關注的學生。(4) 跨年齡同儕教學：以年齡大者擔任教學者，年齡小者擔任學習者；其教導者有豐富經驗並透過老師的督導與指導下進行教學。

肆、同儕教導學習策略的 STEAM 教學實例

一、教學簡介

本次教學以「跨年齡同儕教學」的模式進行教學設計，透過兩個不同年齡層的學生進行學習活動，相關的教學內容以「機械爪」，其內容包含跨域知識的整合、動手實作、設計思考與創意設計等部分。

另在國家教育研究院 (2020) 中的「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」

中提到，科技課程的融入以小學三到六年級為主，並將體驗、探索與實作等面向識小學科技教育的學習重點；透過認知、情意與技能三個層次說明學生的「學習表現」，而「學習內容」是針對「學習表現」所要的基礎意涵。根據此參考說明，這邊以高年級的學習內容與學習目標為基準，將本課程設-「機械爪」的 STEAM 相關知識內容與「學習內容」作統整，再呼應相關的「學習表現」；另外針對低年級的部分內容，以科技議題的方式呈現，根據議題融入手冊，將對應的內涵融入課程設計，其詳細說明如表 1：

議題學習主題	議題實質內涵
日常生活的科技認知	科 E1 了解平日常見科技產品的用途與運作方式。 科 E2 了解動手實作的重要性。
日常科技的使用態度	科 E3 體會科技與個人及家庭生活的互動關係。 科 E4 體會動手實作的樂趣，並養成正向的科技態度。
日常科技的操作技能	科 E5 繪製簡單草圖以呈現設計構想。 科 E6 操作家庭常見的手工具。
科技實作的統合能力	科 E7 依據設計構想以規劃物品的製作步驟。 科 E8 利用創意思考的技巧。 科 E9 具備與他人團隊合作的能力。

表 1

機械爪對應的學習內容、學習表現與科技議題

學習步驟	學習內容 (對應指標)	學習表現	說明 (包含對應到的 STEAM 知識類別)	議題融入
一、問題剖析	科議 S-III-1	科議 c-III-2	能以實際的問題初步評估合宜的解決方案(Technology)	
二、生活中的夾夾樂	科議 N-III-1	科議 k-III-1	能理解機械爪在生活中有那些應用(Technology)	科 E1
三、夾夾機器人設計	科議 P-III-1	科議 s-III-1 科議 c-III-2 科議 c-III-3	能根據訂定的問題研擬出自己的機械爪機器人，並能依照需求繪製機器人的相關草圖(Technology)	科 E5 科 E8
四、認識	科議 P-III-2	科議 a-III-2	能理解材料的性質與工具正確的使	科 E4

材料與工具		科議 s-III-2	用方法(Science)	科 E6
五、爪子的產生	科議 P-III-2	科議 a-III-2 科議 s-III-2 科議 c-III-1	能運用量尺工具在圓形上繪製六個等分點。(Math) 能運用裁切工具進行作品的裁切(Technology) 能理解對折的概念(Math)	科 E7
六、爪子的測試	科議 A-III-1 科議 A-III-2	科議 s-III-2	能簡單的操作爪子並進行測試，並了解其運作原理-槓桿原理。 (Science)	科 E4
七、零件的塗裝	科議 P-III-1 科議 A-III-1	科議 s-III-2 科議 c-III-2	能認識常用的機械零件-齒輪、開關、螺絲和儀表板等。(Engineering) 能對零件進行色彩與線條的設計。 (Art)	科 E4
八、LED 面板的設計	科議 N-III-1 科議 A-III-1	科議 k-III-1 科議 a-III-1 科議 c-III-2	能知道甚麼是 LED 面板，並理解其原理與生活中的應用。(Technology) 能依照 LED 面板繪製相對應的圖形與符號。(Art)	科 E4
九、機器人的彈簧小手設計	科議 P-III-2 科議 A-III-1 科議 A-III-2	科議 a-III-2 科議 c-III-1 科議 c-III-2	能將紙透過量測工具與剪裁工具進行等分的裁切。(Technology) 能依照圖示完成彈簧手的設計(Engineering) 能使用簡單的色彩幾何圖形完成彈簧小手的外觀設計(Art)	科 E2 科 E4
十、機器	科議 A-III-2	科議 c-III-3	能理解機器人任務去調整自己的作	科 E8

人任務體 驗			品並進行優化(Engineering) 能依照任務評估適合的運作方式 (Engineering)	科 E9
十一、發 表會與回 饋	科議 S-III-1	科議 k-III-2 科議 c-III-3	能對於本次的作品內容進行初步的 說明，並以口頭的方式分享相關的 學習歷程。 (Technology)(Engineering) 能以紙筆的方式分析製作歷程中遇 到的困難並對作品進行回饋。 (Technology)	科 E4 科 E8

二、教學設計

本次教學根據上述的學習表現與內容進行設計，將機械手的 STEAM 教學流程編寫如表 2；教學對象為一年級的學生共計 26 名，五年級的學生共計 23 名；以 2 人 1 組，每組含一名一年級學生與高年級的學生；有其中三組因為人數因素，每組為兩名一年級學生與一名高年級學生；教學時間為 2 周，每周 2 節課，總計 4 節課。國小每節 40 分鐘，4 節共計 160 分鐘。

表 2

機械爪教學活動

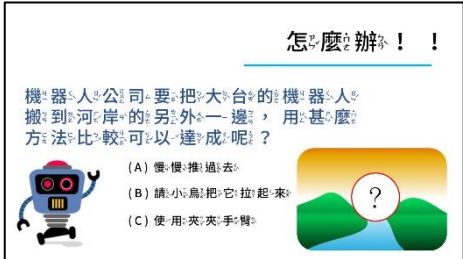
教學活動內容及實施方式	時間
第一節課——探索與動機建立	
<p>【問題剖析】構建一個故事敘述一個情境，並讓學生思考哪個解決方法是合宜的。(圖 2)</p> 	5 分鐘

圖 2. 課堂投影片引導

【生活中的夾夾樂】透過圖片與趣味的影片讓學生知道目前機械爪的優勢與目前在生活上與新興科技上的使用方式。(圖 3)

10
分鐘



圖 3. 課堂投影片理解機械夾的應用

【夾夾機器人設計】透過题目的引導，並老師的互動，兩位同學互相討論下研擬出自己的機械夾機器人。(圖 4)

25
分鐘



圖 4. 用圖片搭配題目引導學生完成自己的設計

第二節課——實作與測試

【認識材料與工具】告知學生有哪些材料，並發放材料進行確認。(圖 5)

5
分鐘

 <p>材 料 清 單</p> <p>每 個 人 2 個 (已加工) 紙 杯 吸 管 1 支 零 件 紙 1 張 (兩 人 共 用)</p>	 <p>工 具 清 單</p> <p>剪 刀 1 支 白 膠 1 捲 彩 色 筆 1 盒 直 尺 1 支</p>	
<p>圖 5.用圖片可以讓學生清楚的理解到要準備材料與用具</p>		
<p>25</p>		
<p>【爪子的產生】利用圖示，結合實際的操作讓學生完成基本版的作品 (圖 6)</p>		
 <p>步 驟 8 釘 釘 子</p> <p>將 花 瓣 折 開 穿 過 洞 裡， 然 後 用 釘 書 機 固 定 囉！</p>		
<p>圖 6.用簡單明確的文字讓學生理解操作步驟，過程中不乏有高年級協助低年級完成的部分</p>		
<p>【爪子的測試】讓學生在無夾取的物品狀況下測試物品有無問題，並預告下次上課要準備進行的內容與材料準備。</p>		
<p>10</p>		
<p>分鐘</p>		
<p>第三節課——加工與創意設計</p>		
<p>【零件的塗裝】在這個過程中主要讓學生認識機械常用的零件，並且由高年齡的同學帶領低年齡的同學進行分配。(圖 7)</p>  <p>說 明</p> <p>這 兩 個 不 要 上 色 囉！</p> <p>你 們 認 識 幾 個 零 件？</p>		
<p>圖 7.這裡需要由同組間互相分配適合黏貼在作品上的材料</p>		

<p>【LED 面板設計】讓學生理解 LED 面板在目前生活中的應用，並理解它的發光原理；理解之後讓組員互相分配要怎麼對各自的 LED 面板進行塗裝。(圖 8)</p> <div data-bbox="256 409 1185 667"> </div>	<p>10 分鐘</p>
<p>圖 8.除了有照片的示範，也透過相關的科技產品機器人引發學生的學習興趣</p>	
<p>【機器人的彈簧小手設計】學生在這個過程要將紙想辦法平分成四分，這個部分是由高年級帶領低年級去做；再進行裁切；另外因為大部分的高年級都會製作彈簧，所以教師只有引導部分不會做的高年級學生，並請他們指導低年級學生如何完成。(圖 9)</p>	
<div data-bbox="256 1198 1185 1456"> </div>	<p>20 分鐘</p>
<p>第四節課——實際活動與評鑑分享</p>	
<p>【機器人的任務體驗】在這個任務之中，我們用顏色的糖果代替；這任務的過程需要讓組員之間評估怎麼樣的合作方式進行比較順利。</p>	<p>20 分鐘</p>

<p>圖 10.簡報說明文件</p> <p>【發表會與回饋】這段過程會邀請學生上台分享自己的經歷，並且組員在學習單填寫對於這次內容的困難點與回饋。(圖 11)</p> <p>圖 11.組員之間需要討論並進行評估整次教學活動中的困難與關鍵</p>	<p>20 分鐘</p>
--	------------------

伍、結語：教學成果、省思與建議

一、教學成果

本文透過跨年齡同儕教學進行 STEAM 教學活動，設計機械爪活動，於 2021 年 12 月在台北市北教實小進行教學。經實地教學的主要成果及發現如下：

1. 跨年級同儕教學的成效：生在教學活動中，高年級的同學主動性指導低年級除了工具的操作，還有讓低年級的同學可以理解到其他學科的相關知識（如圖 12）。另外高年級也主動指派與分配工作偕同低年級的同學一同完成相關的任務。（如圖 13）。



圖 12 高年級的學童指導低年級的學童如何認識小數的概念，並如何在杯子上進行描點



圖 13 組員之間共同完成學習單，並討論如何設計出自己的機器人

2.學生的從理念到創意設計：在引導學生誘達設計，有許多的同學對於繪製設計都有自行發揮的空間，所以在部分的學習單中我們可以看到學生有兩部作品同步的出現；另外學生在從文字到圖形的轉化，有些是非常清楚明瞭的(圖 14)。

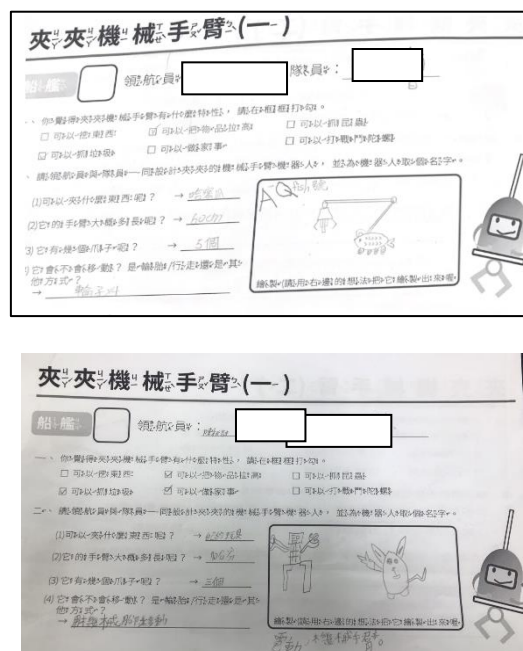


圖 14 學員在設計圖的展現可以看到團隊中各自的表现，也可以知道學生是否能根據自己構思的設計完成符合的設計概念。

3.藝術設計的創意製作：在本次課程結束，由學校的藝術老師引導，繼續對相關作品設計創作；學生可以透過色彩與幾何圖形的排列組合創造出更多不同的巧思。(圖 15)



圖 15 有藝術老師引導學生後期的創意作品

二、省思與建議

透過本次的教學活動，學生在作品的完成率是高的；但學生在對於測試與修改的環節概念較為懸殊；評估主要是學生對於相關知識的概念不足與明確，這邊也沒有太多的環節去讓學生討論「槓桿原理」的相關應用知識；關於此後續可以透過實際的演示讓學生對相關概念能有更多的了解。

另一個部分在引導學生如何去敘述自己所遇到的問題時，學生無法結構化的評估自己作品與分析過程中所遇到的困難；評估的狀況是學生在過往的學習活動可能比較少進行類似的活動，建議未來可以讓學生在進行每階段的學習活動中，就讓學生嘗試去敘述過程中的問題，也利於在同儕之間的交流中，發現自己的問題並尋求與討論合宜的解決方案。

陸、文獻引用

中文部分

林曉雲(2020)。國小資訊課沒專科師資教團憂。 <https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1388929>

陳瑩 (2015)。〈STEAM 教育，玩的就是學科「跨界」〉。擷取自：

https://read01.com/mQGokP.html#.WZp7x_gjGzc

翁崇文 (2018)。國小推動科技教育教學的困境與策略。 **臺灣教育評論月刊**，7 (10)，219-221。

教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。

<https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw>

教育部 (2014)。教育部國教署推動「改善偏鄉離島地區師資人才不足政策」。媽祖日報。

<https://w3.matsu-news.gov.tw/news/article/176379>

國家發展委員會 (2019)。議題融入說明手冊(定稿版)。臺北市：國家發展委員會。

國家發展委員會 (2020)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。臺北市：國家發展委員會。

潘倩玉 (2011)。同儕教導之成效及其在融合式體育課程之實務應用。 **中華體育季刊**，25 (1)，129-138。

賓靜蓀 (2017)。五大精神，培養 STEAM 新素養。

<https://www.parenting.com.tw/article/5073993>

蔡旻妤、謝佳滂、楊舒婷 (2022)。急徵老師台東桃源國中招聘 9 次無人來。

<https://www.chinatimes.com/newspapers/20220813000454-260107?chdtv>

盧秀琴、洪榮昭、陳芬芳 (2019)。設計 STEAM 課程的協同教學—以「感控式綠建築」為例。 **教育學報**，47 (1)，113-133。

英文部分

Brittany Hott, Jennifer Walker(2012).Peer tutoring.from : <https://council-for-learning-disabilities.org/peer-tutoring-flexible-peer-mediated-strategy-that-involves-students-serving-as-academic-tutors/>

Spencer, V. G. (2006). Peer tutoring and students with emotional or behavioral disorders: A review of the literature. *Behavioral Disorders, 31*, 204-223.

Topping,K.(1988).The Peer Tutoring Handbook: Promoting Co-Operative Learning. Brookline Books, PO Box 1046, Cambridge, Ma 02238(paperback: ISBN-0-914797-43-3;hardcover: ISBN-0-7099-4348-2)

凱欣斯泰納之教學理念應用於國小科技 STEAM 教學活動設計-以旋轉機構為例

The Application of Kerschensteiner 's Teaching Concept to STEAM Teaching Activities in Elementary School-An Example of Rotating of Mechanism

李柏勳¹、黃士瑋²

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Lee, Po-Hsun¹、Huang Shih-Wei²

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

摘要

本文旨在以凱欣斯泰納的四階段工作原理，進行國小端的 STEAM 的機構實作課程設計，並將課程實施於小學四年級的學生，以驗證課程的可行性與其成效。根據課程實施之成果，我們可以明顯觀察到學生經由動手實作的過程，針對科學現象進行有效的觀察、綜合、分析與驗證，而本文亦根據課程實施狀況，提出未來此課程應用於教學現場之改善與建議。

關鍵詞：STEAM、小學科技教育、凱欣斯泰納

壹、前言

在科技的推演下，全球對於 STEAM 的重視也越來越強烈，各國也紛紛對其進行相關的教育政策制定 (Lovatt, 2021)，我國也對 STEAM 實施相對應的課程規劃，包含科技領域的獨立。STEAM 是由科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art)、數學 (Mathematics) 五大領域所組成，STEAM 在過往許多文獻中代表著許多意涵，本研究將視 STEAM 為一種內容整合性的教學方法，在旋轉機構主題(時來運轉)中融合不同領域的內容。

國小的科技領域由議題融入的方式進行呈現，藉由時事或生活中的例子來實施教學，其中也注重實作的展現，實作是在老師的引導下，進行系統性的學習，並且能將所學知識進行運用及整合 (國家發展委員會，2020)，為了能將其與 STEAM 有效的結合，本研究將採用凱欣斯泰納的四階段工作原理：觀察、綜合、分析及驗證，來實施本次的教學活動。

貳、科技教學理念

一、凱欣斯泰納

凱欣斯泰納的思想中主張知識及實作能力需藉由勞作活動進行實現，其重視「手工」學習，但手工只是一般的陶冶方法，為教學方式的一部份而已，並認為教育都是互相關連，合而為一才有效果，並且希望以手工教育的方式來進行。若只是用書本去推行，很難達成預定的教育目標 (引自 Röhrs, 1993)。

在凱欣斯泰納的勞作活動中重視的是學童的興趣並且是否能在實作中培養出獨立問題解決與主動的知識追求能力，為了達到以上目的，因此其提出的四階段工作原理：首先是帶領學生「觀察」生活中的周遭事物所涉及的相關原理，來提起學生興趣並主動的追求知識；接著為「綜合」，能在教師引導下整合經歷及課程內容；再來為「分析」，找尋為何如此及如何實現的答案；最後透過實作來「驗證」所學之內容，進而內化知識 (引自 Röhrs, 1993)。本研究也將其步驟實驗於教學當中。

二、STEAM 與實作

STEAM 的探索是認知發展和學習方法中終身學習技能發展的一部分。STEAM 的實作學

習經驗有助於發展解決問題能力和提高頭腦靈活性，但最後的展現也取決於孩子的發展能力和興趣以及與教師的教學 (Yakman & Lee, 2012)。在過往的文獻中可以發現，在 STEAM 實作教學中，教師所提供的材料與學生的興趣或經驗相關，孩子們會長期參與並提高解決問題、創造力和毅力等能力 (Bucher & Pindra, 2020)。許多研究也表明，STEAM 教學方法的實施對於學生具備好的發展 (Jamil, Linder, & Stegelin, 2018)。

實作會增強學生的學習動力 (Jerrim et al., 2019)。在動手學習中，能加深學生對原理的了解，並獲得科學概念和相關知識 (Rohaenah, Ngadiyem, Hasbudin, Fauzi, & Dewie, 2019)。透過實作活動不但能夠幫助學生將抽象概念具體化，還能夠實際增進學生的經驗與技能，促進學生在學習上有更好的學習動機與學習成效。

因此，本研究選擇國小四年級為對象，在其處於國小中年級的階段，運用凱欣斯泰納的教學理念並結合 STEAM 實作課程，來觀察學生在學習上的變化。



參、教學設計

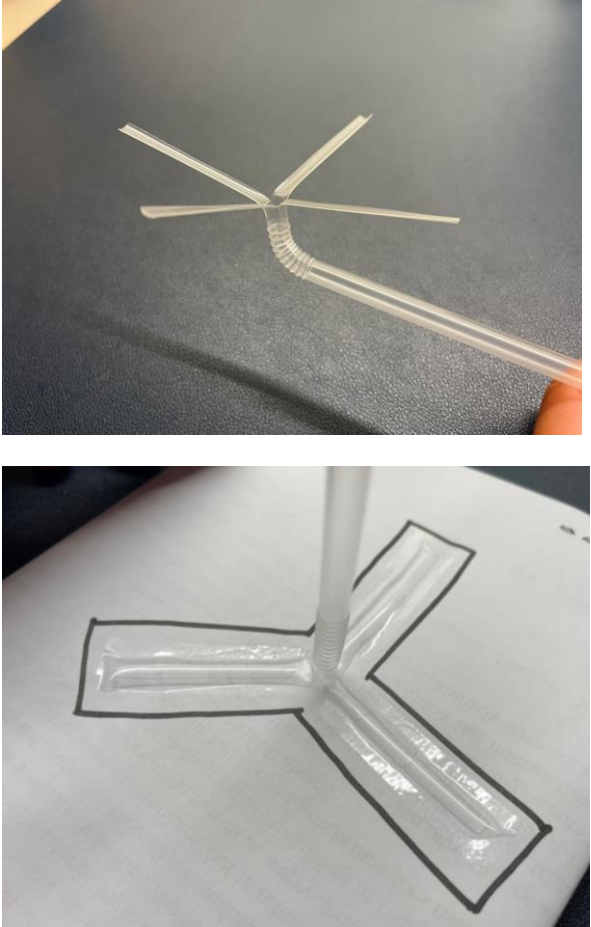

單元名稱	時來運轉
教學時間	4 節課
教學對象	國小四年級
教學理念	藉由有趣的實作課程，讓學生能親自動手來完成作品，從中摸索老師所講解的原理，並在遇到問題時能嘗試找尋方法將其解決。在作品中更能加入自己的創意，盡情的發揮想像力，設計出屬於自己的外觀與故事
學生學習 條件分析	基本文具的使用、對圖的形狀有基本的認識
教學目標	【知識】 1.了解離心力。 2.了解轉動方向的轉換。 3.了解各式手作用具的使用方式。




	<p>4.工具使用的安全規範。</p> <p>【情意】</p> <p>1.對物理原理感到興趣。</p> <p>2.增加實作熱忱。</p> <p>3.對問題感到興趣、想解決。</p> <p>【技能】</p> <p>1.正確使用手作用具。</p>
<p>學習內容</p>	<p>學習表現</p>
<p>科議 N-II-1 科技與生活的關係。</p> <p>科議 P-II-1 基本的造形概念。</p> <p>科議 P-II-2 工具與材料的介紹與體驗。</p>	<p>學習階段二：</p> <p>科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣。</p> <p>科議 c-II-1 依據特定步驟製作物品。</p>
<p>教學策略</p>	<p>【四工作原理：觀察→綜合→分析→驗證】</p> <p>1. 「觀察」：帶領學生認識生活中的周遭事物所涉及的離心力原理及轉向機構，來提起學生興趣並主動的追求知識。</p> <p>2. 「綜合」：能在教師引導下整合經歷及課程內容。</p> <p>3. 「分析」：找尋為何如此及如何實現的答案。</p> <p>4. 「驗證」：將所學之內容進行實作，進行時來運轉的製作並完成老師的要求，最後進而內化知識。</p>
<p>教學架構</p>	

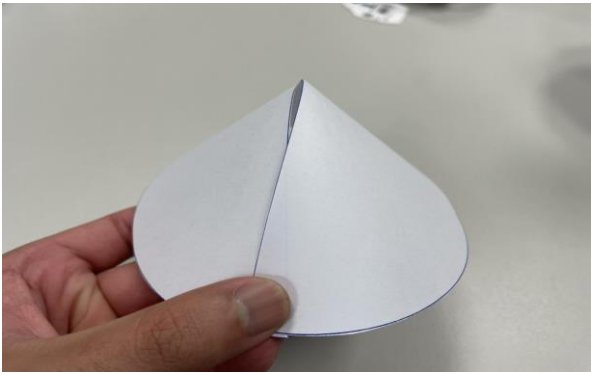

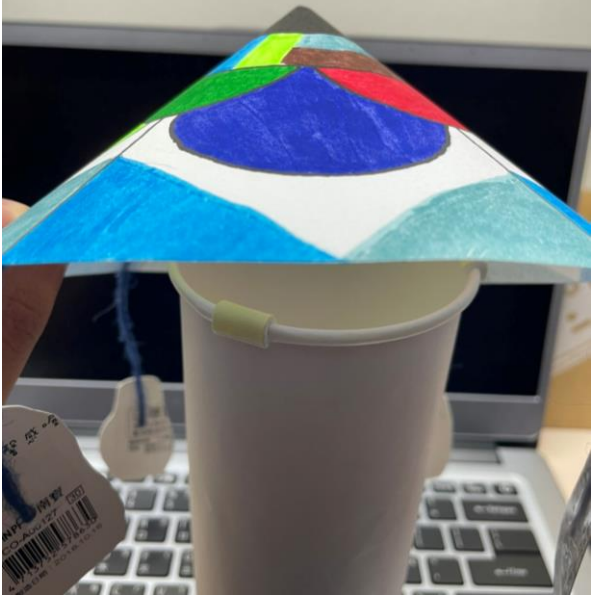
課程教學	
第一、二節 <u>認識作品原理與設計</u>	<p>本週重點：(1)物理原理認識：離心力、(2)外觀設計與繪圖。</p> <p>【引起動機】觀察</p> <ol style="list-style-type: none">1. 引用生活小故事或遊樂園相關設施之影片與照片讓學生認識離心力的概念。2. 展示實作範例給予相關學習目標。 <p>【發展活動】綜合、分析</p> <ol style="list-style-type: none">1. 運用簡易教具讓學生親手體驗離心力的概念。2. 運用透明箱的方式讓學生了解吸管的構造及轉動方向改變的相關概念及原理。3. 透過學習單讓學生發想主題及外觀設計。 <p>【統合活動】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 簡易說明今日所學，並預告下次上課要進行的內容。
第三、四節 <u>設計與實作</u>	<p>本週重點：(1)工具認識與使用、(2)作品製作與完成、(3)作品分享。</p> <p>【引起動機】分析、驗證</p> <p>以遊戲的方式幫助學生進入狀況，並從中複習上週相關概念。</p> <p>【發展階段】</p> <ol style="list-style-type: none">1. 製作工具與材料的解說及安全規則。2. 將上週設計之草圖實現於作品零件上。3. 將各零件進行組裝。4. 完成組裝並修正。

	<p>【統合階段】</p> <p>學生簡易討論與分享。</p>
--	--

步驟	內容	實作照片
1	屋頂外觀設計	
2	柱子與圓盤外觀設計	

<p>3</p>	<p>將吸管剪開，分成三～四等份，並黏貼至紙盤上。</p>	
<p>4</p>	<p>在紙杯底部與側邊挖洞，並將吸管穿透兩個洞。</p>	

<p>5</p>	<p>將兩個紙杯從底部黏合，並粘貼於紙盤上。</p>	 A photograph showing two white paper cups stacked on top of each other. The top cup has a green band with white polka dots and a pattern of colorful stars. The bottom cup has a similar pattern. They are placed on a white circular paper plate. The cups have Chinese text and a 'Hormax' logo on them.
<p>6</p>	<p>將繪製完成的柱子外觀，黏貼於紙杯外。</p>	 A photograph showing a person's hands applying a colorful drawing to the exterior of a white paper cup. The drawing features a blue background with a white shark, a green turtle, and other sea creatures. The person is using a brush or applicator to transfer the drawing.
<p>7</p>	<p>將完成外觀設計的屋頂剪下並粘貼成圓錐狀。</p>	 A photograph of a white paper template for a cone. It consists of a large circle with a smaller circle cut out from the bottom center, forming a sector shape. The template is laid flat on a light-colored surface.

		
8	將小裝飾以棉線黏貼至屋頂邊緣。	
9	以泡棉膠將屋頂與柱子組合。	

10	完成作品	
----	------	--

肆、教學成果

一、學生在設計外觀時，會先考慮黏合後的情形，以確保圖案的連貫性。



圖 1



圖 2

二、學生在實作過程中的互助合作



圖 3



圖 4

三、學生在實作中進行觀察與驗證



圖 5



圖 6

四、成品展示



圖 7



圖 8

伍、結論與建議

透過此次的教學活動，可以明顯觀察到學生透過動手實作，針對科學現象進行有效的觀察、綜合、分析與驗證，將知識有效內化與吸收。然而針對此教學，仍然有一些地方稍嫌不足，需要進行調整。因此以下將根據此次教學中遇到的狀況提出改良建議。

一、吸管的材質不夠耐用

此次教學過程中，由於學生對於轉動吸管的力道與角度拿捏不順利，導致吸管蛇腹管處經過多次扭轉產生軟化，造成機構失效無法改變施力方向。因此筆者建議，需尋求更具韌性的吸管以加強機構的耐久性，或是以其他能有效運作的物品進行替換。

二、裝置重心過高容易倒塌

由於此次設計的作品是透過從下方轉動紙盤，帶動柱子與屋頂的轉動，從而使屋頂上的裝飾產生離心力的偏移現象，因此在柱子過高的情形下，導致整體裝置的重心不平均，在轉動過程中容易有倒塌的情形發生。對此筆者建議，可將組成柱子的紙杯尺寸進行調整，使整體高度不會過高，或是在裝置底部進行配重，使整體重心平衡以利於操作。

根據上述的建議，筆者認為可使教學活動更加完整與利於運作，並使學生進行課程時可有更好的體驗與觀察機會。

陸、參考文獻

中文部分

國家發展委員會 (2020)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。臺北市：國家發展委員會。

英文部分

Bucher, E., & Pindra, S. (2020). Infant and toddler STEAM. *YC Young Children*, 75(2), 16-23.

Jamil, F. M., Linder, S. M., & Stegelin, D. A. (2018). Early childhood teacher beliefs about STEAM education after a professional development conference. *Early Childhood Education Journal*, 46(4), 409-417.

Jerrim, J., & Moss, G. (2019). The link between fiction and teenagers' reading skills: International evidence from the OECD PISA study. *British Educational Research Journal*, 45(1), 181-200.

Lovatt, J. (2021). Full STEAM ahead-implications for teacher education in the context of curricular and policy reform in Ireland. *Asia Research Network Journal of Education*, 1(1), 1-14.

Rohaenah, I. N., Ngadiyem, N., Hasbudin, D., Fauzi, F., & Dewie, P. (2019). Improving science learning outcomes with hands-on-minds-on learning model on the third graders of elementary school. *JPP (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran)*, 26(1), 10-21.

Röhrs, H. (1993). Georg kerschensteiner. *Prospects*, 23(3-4), 807-823.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.

STEAM 教育結合跨領域課程於國小科技教育實作-以數理萬花筒為例

Combining STEAM with Interdisciplinary Practical Curriculum in Primary School Technology Education -An Example of Math Kaleidoscope

林美雯

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Mei-Wen Lin

Department of Technology Application and Human Resource Development

National Taiwan Normal University

摘要

近年 STEAM 被提倡與重視，STEAM 具備 STEM 重視的跨領域概念整合與應用，而藝術（Art）的加入用以促進學習者的創造力，在不同學習階段都適合融入於課堂中，賦予教育新價值與意義。本文設計教學活動設計以 STEAM 跨領域為概念，融入藝術、數學領域概念與基礎光學，以學生為中心，選擇與學生生活經驗相近之內容作為主題—萬花筒作為主題，說明 STEAM 的理念與做法、教學活動設計、及教學的反思與建議，並採用菲斯塔洛齊之教育理念作為核心，在課程開始先引起學生學習動機外，更讓學生透過觀察示例、課堂知識提點、發想、實際繪製設計圖與操作手工具進行製作來獲得真實經驗，重視學生於知識、技能與情意等面向的提升。最後，研究者經過教學後，提出結論與建議：（一）選擇適合活動主體能夠有效提升學習興趣。（二）教學過程中，提供指導及動作示範的重要性。（三）STEAM 能夠於國小階段進行推廣與融入。（四）作品製作完成後，可以提供學生於小組內進行分享、欣賞。

關鍵詞：STEAM、跨領域、科技教育、實作

壹、前言

STEM 教育 (Science, Technology, Engineering, Mathematics, STEM) 起源 1990 年代，由美國國家科學基金會 (NSF) 所提出 (Bybee, 2010)，藉由科學、科技、工程與數學之科際整合課程，來提升國民科學與數學的能力和興趣，進而言之促進科技人才的培育，並培養學生具備 21 世紀之能力，以提升國家競爭力與產業經濟所需人員。而在近年美國提倡加入藝術 (ART) 的 STEAM 教育，STEM 著重實用性，而藝術彰顯創造力，互補結合已賦予社會嶄新價值與意義。

本文欲理解學生在動手實作結合跨領域課程創造力之呈現，利用幾何圖形之排列組合及對稱觀念，其創意展現於萬花筒外觀設計與圓形圖案紙，透過學生動手實作光學玩具—萬花筒 (Kaleidoscope) 作為主軸，學習基礎的光學 (光的反射、面鏡成像)；在製作過程中，外觀設計有融入高年級於數學領域所學的幾何概念與光學的對稱概念，透過課堂中教師引導與示範，藉由實際組裝萬花筒的各項元件、及最終實際使用與操作後來了解面鏡成像了解對稱的應用。

貳、科技教學理念

本教學活動以學者菲斯塔洛齊 (Johann Heinrich Pestalozzi) 的教育理論作為核心，其教育思想為重視個人能力的平均發展 (均力)、強調自然的內心發展、自發性 (教師園丁論)、協同體與直觀原理。在直觀原理當中，菲斯塔洛齊認為應讓兒童直接觀察學習取代教師的言語文字說明，利用生活可見的經驗，在實際行動、直接觀察才兒童獲得知識最直接也最簡易的方法，凡自己所能做的事情、就自己來做，在過程中透過身體與精神的勞作，兒童自由地掌握自己內在思想力與在外的直觀活動所給予的感覺、肢體熟練，便能夠相互呼應與引起共鳴，這也能呼應前述當中菲斯塔洛齊在自發性所主張教師應如同園丁，其責任在喚起兒童與身具備之內在思想力後，由兒童自己活動並發展自律性，教師應尊重每位兒童的差異性，順從本身具備天賦成長。

隨著外在環境之變遷，教育部於 2018 年新發布《十二年國民基本教育課程綱要》，並於 2019 年 (108 學年) 起實施 (故也稱 108 課綱)，科技教育從過去九年一貫歸於自然與生活科

技，於 108 課綱獨立設科技領域，其中含有資訊科技與生活科技，其中包含之學習表現與學習內容涵蓋國中教育階段至高中教育階段，而國小教育階段仍則採用科技教育與資訊教育之議題方式融入於各領域科目當中進行實施，但於現今科技技術發展快速，科技教育應從更下面之教育階段著手生根。

國家教育研究院根據總綱，參照各領域領綱、學習重點與科技領域綱要、與十二年國民基本教育課綱議題融入手冊，2020 年六月頒布之《國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明》，其用意在於引導國小科技教育及資訊教育課程發展，提及國小教育階段的學習重點在於體驗、探索與實作，包含造型概念與設計、工具與材料使用以及科技產品基本運作概念等，同時注重學生在認知、情意以及動手實作的發展，教學過程中啟發學生的學習興趣，在課程設計方面也能夠連貫至國中教育階段。

透過文獻整理與當今教育政策，在國小科技教育融入不同領域之課程，對於學生在認知、情意、技能皆具有其益處。課程設計以學生為中心，內容與學生實際生活經驗連結，能夠提高學生的學習興趣，並於課堂中進行延伸與深化，課堂不僅需要有知識獲取，也需要關注學生在情意（想像力、欣賞、好奇）與技能的能力培養，藉由設計圖繪製引導個人想像力的實際展現，實作活動不僅訓練學生獨自操作工具、材料使用的能力，也可以讓學生學習與他人合作，體現裴斯塔洛齊所說：「凡事自己（學生）能做的，就自己（學生）做。」（李化方，1969），發表時能夠學習欣賞他人成品。教學過程中學生不僅僅是學習，更是在歷程中探索、體驗，發掘個人潛力，作為未來發展之重要基礎。

參、教學設計

教學活動對象為國小高年級（五年級）學生，課程內容根據《十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校》藝術領域領綱以及參考《國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明》，結合該班學生先前數學領域所學之幾何、對稱觀念，表 1 呈現課堂中包含的學習表現與學習內容：

學習表現與學習內容

學習表現	s-III-6 認識線對稱的意義與其推論。
	1-III-3 能學習多元媒材與技法，表現創作主題。
	科議 s-III-1 製作圖稿以呈現設計構想。
	科議 c-III-1 依據設計構想動手實作。
學習內容	視 E-III-1 視覺元素、色彩與構成要素的辨識與溝通。
	視 E-III-2 多元的媒材技法與創作表現類型。
	視 E-III-3 設計思考與實作。
	科議 P-III-1 基本的造形與設計。

課堂上，教師作為引導者的角色，透過問答讓學生發表自己的想法；主題希望與學生過去經驗相連結，以學生在日常生活中接觸的「萬花筒」作為主題，將日常經驗能夠於課堂中做延伸與深化，結合數學中的幾何與對稱、自然中的光學的概念，引導學生觀察其中的組成與運作原理，課堂中安排實作活動，藉此激發學生思考如何設計與製作屬於自己的萬花筒，過程中藉由不同幾何圖形與顏色搭配展現個人創意，藉由光學原理發覺不同圖形組合藉由光學反射產生得效果，綜合上述，該教學設計符合裴斯塔洛齊的教育理念，讓學生不單單是接收體，藉由感官觀察與自身想法的產生，透過實際行動展現。

肆、學習成果與省思

一、教學過程

本實作課程共有四堂課，兩週分別於每週連續兩節課程進行，本次課程於國立臺北教育大學附設實驗國民小五年級進行，班級內部分學參與過美感教育，學生於課堂前先備知識為數學領域的圓規使用、幾何圖形與對稱觀念，下列為教學活動規劃，如表 1。

表 2

教學活動規劃

週次	節次	課程內容	連結
第一週	第一節課	<ul style="list-style-type: none">● 經驗連結 <p>引發學生過去學習經驗，連結生活中之光學玩具—萬花筒，萬花筒基本原理，並以圖片提供學生視覺刺激。</p>	
		<ul style="list-style-type: none">● 問答交流 <p>透過問答建立教室空間的交流，該班學生對於教師提問會有踴躍的發言與互動，並在經過數次練習後，學生能夠更精準掌握教師的疑問。（圖三）</p>	S：基礎光學與應用。 M：幾何圖形。
第二週	第二節課	<ul style="list-style-type: none">● 萬花筒幾何拆解與功能 <p>將萬花筒拆解成紙筒（圓柱體）、面鏡（三角柱）與圖形圖紙（圓形），引導學生在生活中是由各式各樣的幾何圖形組合。</p>	
		<ul style="list-style-type: none">● 紙筒外觀設計 <p>課堂前半段先利用美感圖片展示，利用指導語引導學生了解對稱、排列的概念。</p> <p>引導學生在學習單上繪製萬花筒紙筒外觀具有「對稱與排列」的設計圖，並訂定主題與利用簡短文字說明創作理念。（圖一）</p>	M：幾何圖形排列、圖形大小。 E：預測製作遇到問題、針對設計圖簡化製作。 A：幾何排列與對稱。

週次	課程內容	連結
	<ul style="list-style-type: none">● 紙筒外觀製作 <p>學生可利用各色色紙進行剪貼，以手指作為工具沾黏白膠進行黏貼，並使用簽字筆增加圖案細節與著色。（圖二）</p>	
	<ul style="list-style-type: none">● 上週課程連結 <p>幫助學生連結我們製作的萬花筒，以及上週所做：萬花筒</p>	
第三節	<p>介紹、對稱排列之概念與萬花筒紙筒外觀設計。（圖四）</p> <ul style="list-style-type: none">● 圓形圖紙設計與繪製 <p>學生使用圓規畫出規定大小之圓形，並使用圓規的尖端將圓心戳大；後續使用剪刀剪下，將圓形圖紙分為一半，各半邊分別以「對稱排列」使用鉛筆繪製草稿，使用彩色筆進行著色。（圖五、圖六）</p>	M：幾何圖形觀念 T：工具使用。 A：媒材使用，幾何排列與對稱。
第二週	<ul style="list-style-type: none">● 面鏡功能 <p>引導學生了解萬花筒之所以有圖案行程之要點，是因為面鏡成像，我們可以設計屬於自己的圖案與致臥簡易面鏡。</p> <ul style="list-style-type: none">● 面鏡製作與組裝 <p>引導學生發覺萬花筒的重要元素—鏡子，將鋁箔色紙使用膠帶黏成三角柱，放置到紙筒當中。</p> <ul style="list-style-type: none">● 萬花筒組裝與完成 <p>將小段吸管固定在紙筒邊緣，使用竹籤穿過圖形圖紙，將竹籤放置於吸管當中，萬花筒完成，一隻手將萬華統朝光源較亮的地方，眼睛從一端看過去，另一隻手轉動圖形化指，便可透過面鏡成像，看到鮮艷圖案的變化。（圖七）</p> <ul style="list-style-type: none">● 同儕欣賞	S：面鏡成像。 A：使用不同媒材組裝。

週次	課程內容	連結
----	------	----

邀請同一組學生交換觀看紙筒外觀以及實際體驗萬花筒，
欣賞別人不同設計的作品。

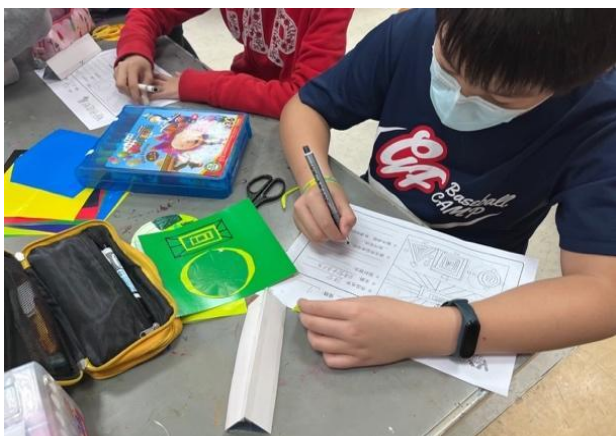


圖 1 撰寫學習單



圖 2 剪貼圖案



圖 3 課堂問答交流



圖 4 圓形圖紙製作



圖 5 圓形圖紙繪製



圖 6 萬花筒組裝

二、教學成果

經過四節教學活動結束後，每位學生均完成獨特且完整的萬花筒，並完成學習單中的萬花筒介紹、萬花筒的幾何圖形組成與功能、設計圖主與創作理念描述。在課程結束後，學生能夠連結於數學中的幾何圖形與對稱觀念，以及自然課講授之基礎光學、萬花筒原理，利用美術課的設計圖繪製將抽象概念具體展現，在當中融入美感的排列與對稱，透過動手實作訓練手腦協調與工具使用，使得萬花筒兼具數理概念與美術美感，展現其跨領域之內容與呈現。



圖 7 教學合照

三、省思

針對學生撰寫學習單之設計圖構圖，可以發現學生會使用生活日常接觸的影音作品、角色與個人喜愛物品作為主題，並試圖所要繪製的圖形進行簡化與結合幾何對稱與排列元素，能夠使用線條具體展現自身創作想法與文字進行描述，沒有模仿或抄寫他人作品，並了解在創作中的使用技巧；過程中小組內進行討論，也會舉手向老師進行提問，以解決自身遇到問題，下列圖 8 為課堂學習單。



圖 8 課堂學習單

針對圓形圖紙之圖案色彩使用，參考圖 9，可以發現該班學生在圓形圖紙兩半邊分成兩大類：相同配色與相異配色，提取喜愛角色、圖示的元素並使用排列、重複以及對稱之概念，具體呈現在圓形圖紙上；該班學生在傾向採用對比色，加上彩色筆特性，其圓形圖紙最終作品相當完整以及鮮豔，在最終於萬花筒的的面鏡成像相當經驗。



圖 9 課堂設計之圓形圖紙

伍、結論與建議

總結課堂上課情形，會發現學生對於指導語的掌握度不足夠，教師應該以簡潔與明確的用詞，搭配手部示範後，學生會更加清楚以及投入設計圖的創作。發現是從萬花筒紙筒設計圖到實際剪貼製作，有學生覺知到「如果現在我畫的設計圖在之後需要剪貼，現在設計圖畫得較細緻的話，我做不出來。」教師便可以在旁提示「簡化」，在此可以發現當學生發現設計與製作之間的差距，提出問題並協助學生來解決，這與裴斯塔洛齊教育體念十分相符，教師作為園丁來引發學生的天賦，並且根據不同學生的特質給予幫助與引導，而非給予齊頭式標準，也讓學生能夠在實作過程中發掘自己的潛能。

藉由本次教學活動後，在課堂中利用動手實作來實施跨領域課程，能夠對於國小階段學生將不同學科知識連結與整合，藉由日常生活之用品引起學生興趣，該實作跨領域課程可作為未來科技教育之參考。

陸、文獻參考

李化方。(1969)。歐美勞作教育思想史。台北：台灣商務。

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。

教育部（2018）。十二年國民基本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。

國家教育研究院（2020）。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.

柒、附錄

一、教案設計

領域/ 科目	藝術與人文領域/藝文科		單元名稱	數理萬花筒
實施 年級	國小五年級（高年級）		設計者	林美雯
教學 時間	本單元教學共需 4 節 160 分			
學 習 目 標	學 習 重 點	學習 表現	核 心 素 養	核 領 綱： 藝-E-B2 識讀科技資訊與媒體 的特質及其與藝術的關係。
		學習 內容		
教學活動設計			教學時間	評量方式

第一週 12/1 (三)		
<p>一、準備活動</p> <p>架設投影機、電腦</p> <p>小組座位安排</p> <p>默契培養（講注意，請學生回應「注意」）</p>	5 分鐘	
<p>二、發展活動（數理萬花筒）</p> <p>1. 介紹萬花筒</p> <p>展示萬花筒，發明與各式各樣的樣式，從具體的特徵（幾何形體與對稱）切入。</p>	10 分鐘	<p>學習單紀錄</p> <p>教師提問</p>
<p>2. 幾何形體</p> <p>〈介紹〉常見形體（圓形、三角柱、圓柱、錐體）</p> <p>〈想想看〉萬花筒的圓形紙片要多大？發材料</p>	8 分鐘	<p>學習單紀錄</p> <p>教師提問</p>
<p>〈實作〉示範使用雙色西卡紙捲成滾筒狀，並引導學生小組分工（撕膠帶、滾紙筒、黏貼）。</p> <p>〈實作〉使用圓規畫圓、並剪下，完成圓形圖案紙</p>	17 分鐘	<p>學習單紀錄</p> <p>實作評量</p>
	下課 10 分鐘	
<p>3. 對稱之美</p> <p>〈介紹〉幾何對稱的指引、對稱之美</p> <p>包含對稱軸、對稱邊，以及日常生活中會看到的對稱應用。發材料</p>	15 分鐘	<p>〈教材〉展示排列、次序、對稱的圖案，引導學生。</p>
<p>三、統整活動</p> <p>4. 設計主題</p> <p>在學習單繪製萬花筒主題，用簡單文字敘述創作想法。</p> <p>〈預告〉</p> <p>1. 下週提醒須帶彩色筆、剪刀</p>	<p>20 分鐘</p> <p>下課</p>	<p>學習單紀錄</p> <p>〈教材〉提供範例、關鍵字，給沒想法的學生參考。</p> <p>將學習單，半成品收回集中。</p>

教學活動設計	教學時間	評量方式
第二週 12/8 (三)		
<p>一、準備活動</p> <p>架設投影機、電腦</p> <p>小組座位安排、發學習單</p> <p>默契培養（講注意，請學生回應注意）</p>	5 分鐘	
<p>二、發展活動（數理萬花筒）</p> <p>1. 光的前進、反射</p> <p>表面條件：光滑、平面，不同的表面鏡射的丞相不相同。</p>	10 分鐘	學習單紀錄
<p>2. 面鏡種類、功能與應用</p> <p>〈介紹〉鏡子的發展，從水面、實鏡（黑曜石）青銅鏡、玻璃鏡。</p> <p>〈實作〉製作面鏡（剪刀、鋁箔色紙）</p>	25 分鐘	學習單紀錄 投影片
	下課 10 分鐘	
<p>三、統整活動</p> <p>3. 主題萬花筒</p> <p>〈實作〉完成設計圖，進行剪貼紙筒外觀。發材料</p>	20 分鐘	學習單紀錄
<p>4. 組合作品，分享</p> <p>〈實作〉將材料進行組合，完成作品。</p> <p>〈評分〉完成作品後，將學習單與作品拿給老師評分。</p>	15 分鐘	實作評量
<p>5. 學生發表</p> <p>請學生將作品與同組同學進行分享，並進行票選。</p> <p>由教師總結四節課程的知識、使用概念與作品。</p>	10 分鐘 下課	同儕互評

1、材料列表

使用材料/工具	尺寸/功能	數量
鋁箔色紙	每片寬 4.3 公分，長 15 公分。	3 片
紙筒	雙色西卡紙，每個直徑 5 公分，高度 15 公分。	1 張
蠟麵色紙	各種顏色，長寬各 15 公分，剪貼裝飾。	數張
彩色筆	著色用。	學生自備
吸管	一般細吸管（竹籤可穿過即可）放置用。	1
白膠	黏貼用。	教室準備
剪刀	剪貼色紙與圓形圖紙。	學生自備
圓規	製圖畫圓用。	學生自備

STEAM 小學生科學玩具課程設計

STEAM Science Toy Curriculum Design in Elementary Schools

劉珮婕

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Pei-Chieh Liu

Department of Technology Application and Human Resource Development,
National Taiwan Normal University

壹、前言

我國科技課程在新課綱的規劃下是從中學階段開始（國家教育研究院，2018a），但並不代表小學階段就不需要科技教育。科技與我們的生活息息相關，而科技課的精髓莫過於動手實作，學習使用工具、認識材料、設計方法等科技概念（林人龍，2003），以風火輪科學玩具為例，設計小學一年級科技融入課程。並且在課程中融入 STEAM 的概念，運用跨領域的整合，讓學生除了動手製作風火輪會用到科技的工具使用、工程的選擇材料和數學的幾何圖形外，也在課程活動裡面了解簡易科學原理，像是彈力與視覺暫留，美術與人文方面，除了配色與美感的提升之外，也將童玩陀螺與風火輪等文化帶進課堂裡。

貳、科技教學理念

學者杜威強調從做中學的理念，在課堂中加入動手做的實作課程，讓學生能夠透過動手體驗從實作當中學習（林秀珍，2006）。小學低年級的學生正好也處於肌肉發展的階段（許秀菊，2004），透過簡易手工具的使用與動作，如剪刀與撕膠帶等，讓小學生在技能學習上有所展獲。科技課程亦強調動手實作，但並非是單純的指勞作，而是在手作的活動裡手腦並用，發揮不同的創意進而創新。而動手實作只是手段，最終是培養解決問題的能力，這就牽涉到跨領域的整合，近幾年 STEAM 興起，將不同領域的知識應用到其中，幫助培養解決問題的能力提升。STEAM 是從 STEM 發展而來的（何奕慧，2019），原本在美國盛行的 STEM 教育再加上藝術（Arts），成為 STEAM 教育。融入了藝術與人文素養，使學生接受理工意味濃

厚的 STEM 薰陶時，也能夠有美感和美學的概念。

依照我國對於小學階段的科技教育課程參考，小學教育階段的學習重點著重於體驗、探索與實作（國家教育研究院，2018b）。雖國小階段無科技領域的課程，但可以採用議題融入各領域的方式，將科技融入其中。在小學的領域課程中，透過科學玩具的實作，融入科技教育的學習重點，在學習表現方面，透過剪刀的使用融入日常科技的操作能力；在學習內容方面，融入設計與製作，以風火輪玩具的設計與製作，讓小學生能夠製作出一個屬於自己的風火輪科學玩具。

參、教學設計

一、活動目標

本活動之對象為台北市國小一年級的小學生，此階段學生已經具備基本手工操作能力，可以使用剪刀、美工刀、色筆、卡紙等工具及材料來設計以及製作基本造型，且小學生對於動手體驗是不排斥願意嘗試的，以及對於玩具是充滿興趣的。因此本活動目標如下：（一）能夠運用簡單手工具剪裁造型、（二）了解風火輪玩具如何運作及其原理、（三）觀察視覺殘影現象、（四）能夠利用紙質材料完成創意風火輪設計與製作。

二、活動準備與實施程序

（一）工具：剪刀、圓規（圓形模板）、著色用具（彩色筆、色鉛筆等）、彩色膠帶。

（二）材料表：西卡紙、瓦楞板、中國繩。

表 1

材料清單（以人為單位）

項目	規格	數量	備註
西卡紙	A4	1（張）	
PP 瓦楞板	厚5mm	1（張）	已裁切完成
中國繩	120cm	1（段）	

（三）活動實施程序

在兩堂四節課當中，以講述教學輔以簡報，讓學生依照步驟做出。課堂引起動機的部分，

是以生活經驗為連結，先讓同學們思考日常生活中有沒有什麼東西是圓圓的，會轉的，轉很快的。有許多同學回應陀螺，帶入陀螺與風火輪皆為台灣早期社會的童玩。透過這樣的引導過程，讓小學生們探索我們要實作的科學玩具主題，接下來開始說明活動的主軸是設計與製作科學玩具，風火輪。

表 2

STEAM 教學說明與活動流程

節次	教學說明	活動流程
1	<p>示範風火輪玩具，說明製作步驟。</p> <p>S：講解視覺暫留。</p> <p>M：運用圓柱體描邊畫圓。</p>	<p>說明本課程之目標及活動流程。</p> <p>觀察風火輪玩具視覺暫留。</p> <p>討論風火輪玩具如何運作。</p>
2	<p>使用圓規畫圓形、使用剪刀或是美工刀進行剪裁。</p> <p>A：使用色筆著色。</p> <p>E：預測風火輪轉出之色彩效應。</p>	<p>用工具在西卡紙上畫出兩圓。</p> <p>將圓形設計圖案並著色。</p> <p>以工具剪下設計好的兩面圓形。</p>
3、4	<p>T：鑽孔與穿線。</p> <p>A：打結</p> <p>M：鑽孔位置是在圓中心之兩側。</p>	<p>使用工具將西卡紙與塑膠板鑽孔。</p> <p>將中國繩穿線並綁結。</p>

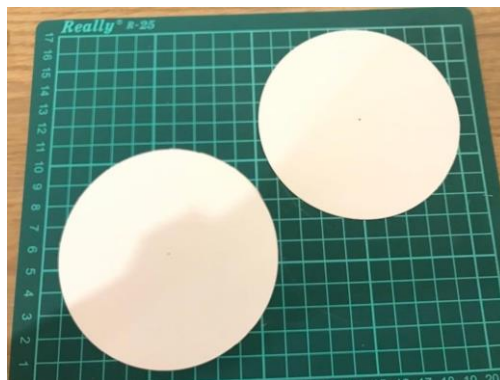
(四) 加工步驟

表3

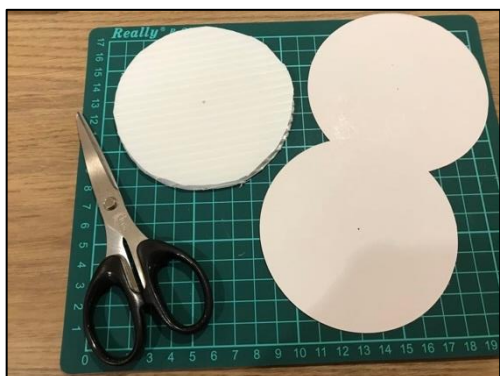
加工步驟說明及圖片

步驟	說明	圖片
----	----	----

1 將西卡紙上的兩個圓形剪下。



2 完成此階段之後，可以獲得兩個圓形，
與一個剪好的塑膠板。



3 白面朝外側，將三者黏貼。



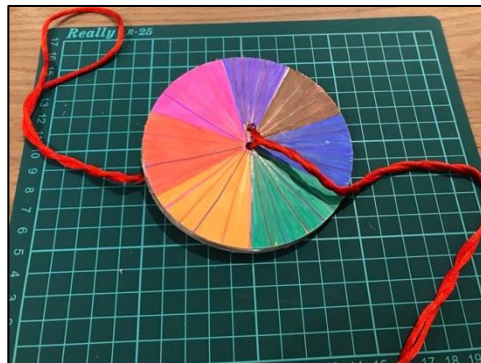
4 兩個紙圓形在外面，夾住中間
的塑膠板。



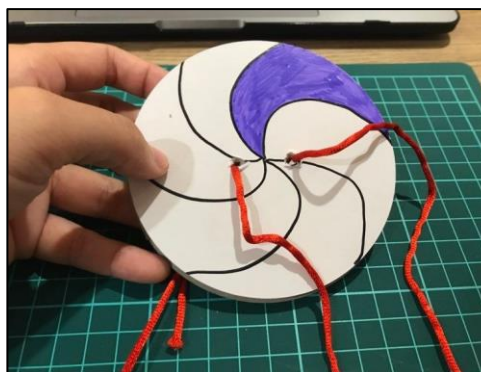
- 5 利用筆尖或其他工具，在圓心附近鑽兩個小洞。



- 6 將中國繩穿過兩孔。



- 7 完成作品。



肆、教學過程、成果與省思

於設計階段，先發下西卡紙，再來要求學生在紙上繪製兩個圓形。繪畫的過程中以描線的方法，讓學生用水壺或是雙面膠等圓面物體，放在紙上，以鉛筆描繪出其輪廓。惟少許學生描線的圓會有鋸齒的狀況，因此會請那些同學們再畫一次，直到大家都在紙上繪製出完整的圓形。接著讓同學們依照自己的喜好與選擇為圓形增添色彩並使用安全剪刀剪下兩圓；接著是把兩圓與一塊塑膠板包在一起，用雙面膠將三個物件黏好，我先在發下的塑膠板上黏好雙面膠，這樣學生拿到板子後就可以省下到台前撕一段一段雙面膠的時間，且因為疫情考量，盡量幫助學生一人一份材料避免共用，因此事先將雙面膠黏好在塑膠板上，以方便學生製作。最後一個步驟是排隊依序來講台前面，由我幫助他們使用錐子鑽孔，再將中國繩綁上即完成

作品。中國繩發放的部分，使用了一個有趣的方式，是讓學生們張開雙臂，由老師量測其手到手之間的距離，剪下一段長度給學生，也趁機告訴學生一個小知識是雙手張開的距離，恰巧會跟你的身高差不多。等待大家都完成作品之後，我讓大家自己找空位，大家一起來啟動自己的風火輪，讓大家試著轉轉看有沒有成功，結束這一次的活動。

伍、結論與建議

對於課程的進行與結束後的檢討，發現腦中所演練的與實際的狀況存在著許多有趣的差異。本以為小學生對於描圓形的外框就是沿著物品邊緣描繪即可，但實際狀況是，有些同學在這個環節是充滿挑戰的，畫出來的圓形就是不完整。因我認為，拿圓柱體來當工具，同學只需要將筆拿穩，沿著外圍施力繞一圈，即可畫出，不過後來發現，他是用雙面膠的內圓進行描圖，但握筆方式是向內施力，這樣的話形狀會跑掉，應該是向外施力才對。我在說明時指令應該要更明確與清楚，避免這類型的狀況；在穿線綁中國繩的環節，也在打結上遇到一個困難，我只有跟學生說打一個結就完成，但我忽略了學生沒有學習過打結這一的動作，心裡想著就是像綁鞋帶那樣，後來才驚覺學生們對於綁、打結的概念是尚未建立的，因此疏忽了這個部分，之後在面對一年級學生時，應該更仔細思考學生們的背景知識。

陸、參考文獻

何奕慧 (2019)。探討 STEAM 教育與杜威美學之關聯。《臺灣教育哲學》，5 (1)，73-117。

國家教育研究院 (2018a)。十二年國民基本教育課程綱要科技領域。

取自 <https://reurl.cc/leNb2Q>

國家教育研究院 (2018b)。國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明。

取自 <https://reurl.cc/2m6k09>

林人龍 (2003)。生活科技課程中設計與製作的學習歷程。《教育研究資訊》，11 (4)，3-24。

林秀珍 (2006)。杜威之《經驗與教育》導讀。《中等教育》，57 (2)，138-150。

許秀菊 (2004)。國小低年級學童書寫動作調整之行動研究。國立臺灣教育大學人類發展與家庭學系碩士班論文，未出版，台北市。

國小科技 STEM 教學活動設計-以毛毛蟲的藝響世界為例

The design of STEAM teaching activities in elementary schools-A case of taking caterpillar's artistic world

謝昇達¹、蔡承勳²

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

Hsieh, Shang-Ta¹, TSAI, CHENG-HSUN²

National Taiwan Normal University

Department Of Technology Application And Human Resource Development

摘要

近年來，世界各國開始重視 STEM 課程的推動，使學生能順應現今科技時代的快速變化，利用學科知識的整合，來解決生活中的問題。十二年國民教育，其基本理念以「成就每一個孩子-適性揚才、終身學習」為願景，培養具有社會適應力與應變力的終身學習者。科技領域注重跨域思考的整合學習，而國小階段的科技課程實施，是以議題融入各領域學習課程的方式，視情境脈絡與學生學習需求落實素養導向教學，重在體驗、探索、實作等面向。因此本文以毛毛蟲的藝響世界實作課程為例，透過設計構想的動手實作、培養創意思考，配合工具與材料的加工操作，展現出問題解決的能力。

關鍵詞：STEM、跨域思考、生活科技、知識整合、素養導向

壹、前言

近年來，世界各國開始重視 STEM 課程的推動，使學生能順應現今科技時代的快速變化，利用學科知識的整合，來解決生活中的問題。十二年國民教育，其基本理念以「成就每一個孩子-適性揚才、終身學習」為願景，培養具有社會適應力與應變力的終身學習者。科技領域注重跨域思考的整合學習，而國小階段的科技課程實施，是以議題融入各領域學習課程的方式，視情境脈絡與學生學習需求落實素養導向教學，重在體驗、探索、實作等面向。因此本文以毛毛蟲的藝響世界實作課程為例，透過設計構想的動手實作、培養創意思考，配合工具與材料的加工操作，展現出問題解決的能力。

貳、科技教學理念

一、自然主義

偉大的教育家福祿貝爾與蒙特梭利，均受盧梭自然主義的影響，其注重自然的發展，主張兒童應該自然的發展，成長與學習，通過多種教學活動，有助於孩子練習五感的經驗學習(Stübiger, H., 2010; Montessori, M., 1999)。教學活動上需吸引學生自發學習的注意力，幫助孩子們主動學習、瞭解和增加智慧，所以在國小階段透過手工具應用與動手實作中激發其潛能，並促進兒童學習天性，提高其創造力，培養科技素養、自然而然的做中學-五感的直觀學習經驗與實務操作的探索。如果教師扮演引導的角色，使其自然適性發展、培養謀生生活技能外，最終以學生為中心的學習方式，來連結真實的生活經驗(簡妙娟，2017)。

二、STEM

STEM，是由美國政府所提出的一種教育理念，結合科學、科技、工程、數學等學科，強調在經由跨域整合的探究與實作過程中來解決真實世界的問題，在近幾年來得到極大的重視(林坤誼，2014)。現今全球環境的快速變遷，是學生所要面對的，這就彰顯出了 STEM 教育的重要性，其存在是為了建構學生跨科整合知識的能力(范斯淳、游光昭，2016)。當學生在遇到需要解決的問題之時，運用數學的能力與過去所學之工程與科技的知識，配合程序的規劃與動手實作，便是 STEM 的核心理念(姚經政、林呈彥，2016)。

Kelley (2010) 亦指出，STEM 的課程以情境學習的方式來進行是其關鍵。因此，本教學活動以毛毛蟲的藝響世界為主題，將生活中會遇見的事物與實作活動相結合，使學生將生活經驗運用於創意思考中，是一項以 STEM 為核心理念設計的教學活動。

參、教學設計

一、學習目標

單元主題	毛毛蟲的藝響世界		時間 共四節，160 分鐘
課程綱要的對應	學習表現	<p>科議 a-Ⅱ-2 體會動手實作的樂趣。</p> <p>科議 s-Ⅱ-1 繪製簡易草圖以呈現構想。</p> <p>科議 s-Ⅱ-2 識別生活中常見的手工具與料。</p> <p>科議 c-Ⅱ-1 依據特定步驟製作品。</p>	<p>學習目標</p> <p>1. 學生能透過基本的造型種類及構成要素，繪圖或模型來表達想法。如平面圖、展開圖等。</p> <p>2. 學生能在生活中應用常見工具、材料的類別、用途及使用方式。如刀片、剪刀、瓦楞紙版、白膠、圓木棒等。</p>
	學習內容	<p>科議 N-Ⅱ-1 科技與生活的關係。科議 P-Ⅱ-1 基本的造形概念。</p> <p>科議 P-Ⅱ-2 工具與材料的介紹與體驗。</p>	

二、教學目標

認知	情意	技能	統合能力
1. 了解毛毛蟲的生態知識。 2. 了解對稱的觀念。 3. 了解物件間的整合方式。	1. 透過教學活動，增進學生的創意思考。 2. 透過教學活動，培養學生動手做的能力。	1. 學習剪刀、白膠等加工工具之使用能力。 2. 學習將作品上色美化的能力。	能將腦中的創意構想，透過工具的操作及材料的應用，使之完成作品。

三、教學對象

臺北市某公立國小二年級，共 30 位學生。

四、教學時間

本教學活動時間為四節課，每週 2 堂，共 2 週；每節課 40 分鐘，共 160 分鐘。

五、教學活動

節次	活動內容	時間 (分鐘)
一	課程介紹：介紹課程進行方式，與毛毛蟲相關知識。	5
	樹葉製作 1：製作底部樹葉，教導學生對稱知識，將草稿繪製於色紙上並剪下。	25
	樹葉製作 2：將剪下枝樹葉摺出葉脈痕跡，並彩繪樹葉。	10
二	樹葉製作 2：將剪下枝樹葉摺出葉脈痕跡，並彩繪樹葉。	10

	毛毛蟲製作 1：將衛生紙利用工具(筷子)捲起塑型，並使用白膠黏合衛生紙。	10
	毛毛蟲製作 2：繪製毛毛蟲，將毛毛蟲依照喜好進行上色。	20
三	製作短莖(拉動毛毛蟲)：將剩餘色紙的一角剪下，捲起成為中間孔洞較大，長度約為 5 公分之短莖。	20
	製作長莖(固定毛毛蟲)：將剩餘色紙的一角剪下，捲起成為中間孔洞較小，長度約為 10 公分之長莖。	20
四	整合物件(完成作品)：將葉子、毛毛蟲、莖做結合(以白膠黏和)，完成最終成品。	30
	分享與發表：抽問學生發表，毛毛蟲的設計理念與製作遇到的困難。	10

六、使用工具





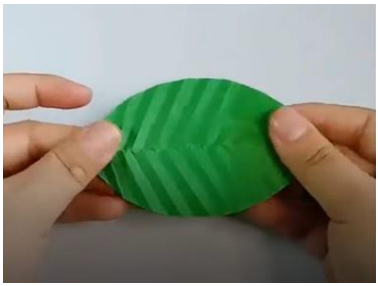
工具名稱	數量
剪刀	學生自備
上色工具(蠟筆、彩色筆)	學生自備

白膠	一袋(全班共用)
----	----------

七、所需材料表

項目	規格	數量
色紙	A5 丹迪紙	30 張
衛生紙	常規雙層衛生紙	30 張

八、作品製作流程

步驟一	步驟二	步驟三
把彩色紙對折	繪製樹葉形狀並將之剪下	將樹葉摺出葉脈痕跡
		
		

步驟四	步驟五	步驟六
-----	-----	-----

利用筷子或鉛筆將衛生紙
捲起



使用白膠將捲起的衛生紙
以白膠黏好，並進行推擠

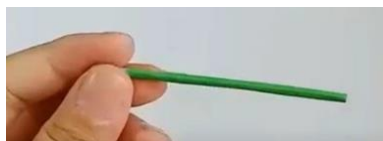


將毛毛蟲彩繪上色



步驟七	步驟八	步驟九
-----	-----	-----

剩餘色紙邊角剪下，製作
長莖、短莖



將短莖黏在樹葉根部



將毛毛蟲的頭部黏在長莖
上尾部黏在短莖上



步驟十

完成



肆、教學成果

一、評量方式

以學習表現作為評量標準	對應學習內容類別	具體評量方式
科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣。	科議 N-II-1 科技與生活的關係。	※觀察學生剪刀、刀片、白膠的工具操作狀況，以了解學生對於該項技能的學習狀況。
科議 s-II-1 繪製簡易草圖以呈現構想。 科議 s-II-2 識別生活中常見的手工具與料。	科議 P-II-1 基本的造形概念。	※審核學生樹葉的草圖，能否清楚表達對稱概念與尺寸。

科議 c-Ⅱ-1 依據特定步驟製作物品。	科議 P-Ⅱ-2 工具與材料的介紹與體驗。	※在看圖說故事的方式中，以問答的過程，請學生舉例樹葉的形狀。 ※從學生規劃的設計工作步驟中，審查學生的流程是否合理。
----------------------	-----------------------	---

二、教學過程與成果

與學生的問答互動



材料與工具的操作狀況



繪製草圖及了解對稱原理



成果發表



伍、教學結論與建議

此次的教學活動，為針對低年級所設計的課程，在教學過程中，首先會遇到的問題是學生的手眼協調並不是想像中的好，須盡量避免繁瑣的操作方式，否則會大大影響活動的成果，以此次教學中折葉子的情況為例，從畫線、剪裁到折紙等一系列步驟，初次教學時，我們設想學生能夠在聽完所有步驟後，便能順利完成，但大部分的學生卻在畫完剪裁線後，又重複的詢問下一步驟，必須重新的說明才能夠順利完成，因此提出如上述之建議，盡量將作品的步驟細分，並待學生確實完成後，在進行下一步的講解。另一項對於學生實作時的觀察，是使用白膠黏合時的步驟，根據課堂情況，黏合對於學生來說是相對困難的步驟，白膠之特性

為需要一定的膠合時間，但強度相對穩固且較美觀，學生在操作時，出現了很多在膠合中移動到作品的情況，造成膠乾之後，作品仍會散落，此處建議，日後若有老師欲實施此活動，在安全的情況下，可改用較為簡單熱熔膠槍，並將用具設置在老師方便觀察之處，以維護學生安全。過程中，可在其中納入挑戰任務，讓學生適時地訓練其操作能力，在使用工具上也需非常注意學生的使用安全性與操作方法是否正確；而在教學流程的設計上，由於低年級學生較無認知能力，因此需要將步驟明確並簡單化，採用「教學與實作互相穿插」的方式進行課程，學生在作品的製作進度上，會比「先教學後實作」的方式順利許多。在課程時間安排方面，建議可將時間拉長為 6 堂課，讓學生在色彩、造型的創意發揮上能有更多的時間。

陸、參考文獻

- 林坤誼 (2014)。STEM 科際整合教育培養整合理論與實務的科技人才。《科技與人力教育季刊》，1(1)，1-17。
- 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。
- 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。
- 簡妙娟 (2017)。Paulo Freire 哲思與教學的反思與實踐。《臺灣教育評論月刊》，6(11)，96-106。
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Householder, D. L., & Hailey, C. E. (Eds.). (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. Retrieved from the NCETE website:
<http://ncete.org/flash/pdfs/NCETECaucusReport.pdf>
- Montessori, M. (1963). *Education for a new world*. Madras, India: Kalakshetra.
- Montessori, M. (1999). *The discovery of the child*. Madras, India: Kalakshetra.
- Stübig, H.(2010).*Friedrich Wilhelm August Fröbel. Beiträge zur Biographie und Wirkungsgeschichte eine "verdienten deutschen Pädagogen"*.Bochum u.a., Deutschland:Projektverlag.

資訊科技雙語線上課程教學實踐

Information Technology Bilingual Online Course Teaching Practice

陳慶洋

臺北市立建成國中

Chen, Ching-Yang

Jan Cheng Junior High School, Taipei City

摘要

全球 COVID-19 的疫情正值高峰，本課程以線上方式進行雙語教學，活動採用 Content and Language Integrated Learning (簡稱 CLIL) 課程設計，由資訊科技教師以第二語言進行學科教學，學生以目標語言來學習資訊科技領域知識。課程藉由影片引導，勾起學生的日常生活經驗連結，以資訊素養「數位足跡」當作單元的主題，透過簡報教材及 IPAD 互動教學活動設計，引發學生學習興趣，適時問與答，讓學生熟悉該單元相關英文的用法，並以生活化的情境脈絡、遊戲化的任務活動，讓孩子自然而然，習得雙語能力與學科知能，搭配課後測驗題，有效確認學生學習效果，提昇學生正確資訊與網路素養。

關鍵詞：資訊科技雙語教學、資訊素養、行動載具

壹、緣起

行政院國發會在 2018 年提出「2030 雙語國家政策發展藍圖」，希望透過全面啟動教育體系的雙語活化，藉此達到「提升國家競爭力、厚植國人英語力」的目標。台北市長柯文哲 2022 年 1 月宣布，在 2026 年所有公立國中小學、完全中學 210 校，將全轉型為雙語課程學校，打造校園成為英語學習環境，讓孩子逐步與世界接軌，成為具有移動力的未來公民，是未來的目標。

貳、參考 CLIL 架構

現今的國際化社會，跨國語言溝通能力相當重要，為了達成上述雙語國家政策的目標，將語言學好，僅藉由每週三節課，當成一門學科來學習是不夠的，得多增加英文使用的機會，除了透過英文課的時間學習，其次就是雙語課程。

芬蘭學者 David Marsh 提出 Content and Language Integrated Learning (簡稱 CLIL)，強調學科內容與語言整合學習教學法 (Wolff, D., 2012)，由學科老師以第二語言進行學科教學，以目標語言來學習其他領域知識，生活中現學現用，透過天天的接觸，時常的使用，提昇學習成效。

(一) 4c 教學架構

教師如何設計雙語教學課程的能力顯得十分重要。參考 Coyle (1999) 所提出的 4Cs 理論，如圖一所示，學科知識內容(Content)、認知思考(Cognition)、語言的溝通(Communication)、以及國際及本土文化(Culture)。一個成功的 CLIL 課程架構，包括四個重要面向；教導學科知識內容，可幫助學生了解相關課程的知識；訓練認知思考，可幫助學生思考技巧的發展；促進課堂語言溝通訓練，可幫助學生語言的使用；提升國際及本土的文化，可幫助學生了解對他人的看法以及跨文化交流等。

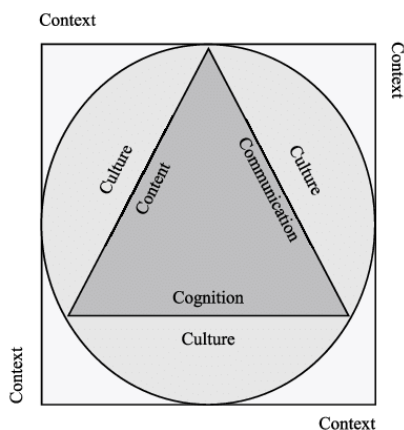


圖 1 CLIL 4Cs 課程架構

資料來源： *Content and Language Learning*. by D. Coyle, P. Hood & D. Marsh, 2010.

(pp.41) .

(二)語言溝通

CLIL 教學首重溝通，在學科學習時，以真實的情境達到有效溝通，透過師生間的互動、討論、合作等學習活動，給學生使用英語的動機及機會。教師適切規劃學科學習相關的語言任務，提供學生完成任務所需的詞彙及句型，引導學生使用語言達成任務，讓學生在過程中現學現用，透過使用語言除了學習學科知能，同時也能增進使用語言的能力。

Coyle 等人所提出之「語言三角」(Language Triptych) 的概念，如圖 2 所示，可作為老師們的課程設計參考用。

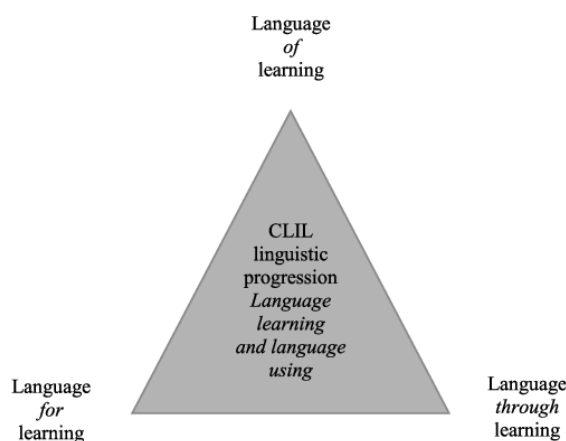


圖 2 語言三角 (The Language Triptych)

資料來源： *Content and Language Learning*. by D. Coyle, P. Hood & D. Marsh, 2010.

(pp.36) .

1. Language of learning

第一個語言元素是 language of learning (知識的語言)。當在學習學科新知時，該學科特有的專業知識或術語。例如資訊科技領域中的「演算法」(Algorithm)及「數位足跡」(Digital Footprint)都是 language of learning 的例子。

2. Language for learning

第二個語言元素是 language for learning (溝通的語言)，教師課堂指導學生的用語和課堂學習活動中學生參與互動所使用的英語。例如 What apps do you often use?、When do you leave a digital footprint?、What do you do online every day? What do you mean? 或 Do you think S + V...?句型用法等。

3. Language through learning

第三個語言元素 language through learning，跟著課堂學習的歷程中或已習得的內容，逐步發展建構出的語言，例如學生不經意地說出課堂中使用的單字或句子，Good job! Excellent! Let's go!等。

筆者參酌 CLIL 課程設計架構，融入 108 課綱精神，運用生活化的情境脈絡，設計遊戲化的任務活動，在學習活動中，讓孩子自然而然習得雙語能力與學科知能。

課程在 2022 年五月疫情的高峰，採用線上方式進行教學。使用 Nearpod 互動軟體，以學生為主體，設計出符合學生的興趣、需要的內容，讓學生使用行動載具進行學習，增進上課的學習動機，並將課室英語簡短易懂出現頻率較高的句子做歸納整理做安排，穿插在適當的時機，輔以影片、圖片，營造良善的英文情境，協助學生學習。

參、課程設計動機

俗話說「凡走過必留下痕跡」，當你去 Google 你自己，會出現什麼樣的訊息呢？會是臉書上的按讚、分享與評論嗎？還是社交軟體 Instagram 上發出的限時動態呢？又或是求學時籃球比賽或大隊接力競賽精彩的記錄呢？這些在網路上所留下的資訊，已經主動或被動分享到全世界。而你每天都會利用網路做日常聯繫、學習、工作、娛樂休閒等多元化使用，而這些在網路上的行為所留下的紀錄與軌跡，正是數位足跡。

網路言行就如同真實世界，參考教育部(2019)認識數位足跡的網頁，得知孩子們時常忽略網路世界的約束，敲打鍵盤、滑滑手指並發送分享，自己想說的和自己想做的，暢所欲言且為所欲為。甚至可能出現了嘲笑他人、批評同學的外表、謾罵言語、不實的言論訊息，或上傳不雅的照片或影片等不當行為表現，誤以為網路世界，可以因為只要我喜歡，有什麼不可以，進而影響個人的網路聲譽。

巴菲特(Warren Buffett)的名言：「要建立良好的聲譽，需要二十年，但要毀掉良好的聲譽，只需要五分鐘。明白了這一點，你的為人處事就會有很大的不同。」在日常生活裡，個人的言行舉止、外在表現、表情、聲音、談吐、對事的觀感，這些零零總總的表現，形塑出個人牌與形象。

當需要申請實習或應徵工作時，將會明白，我們曾在網路上做的事，如：網路分享過的照片、影音平台上傳過的影片或網路直播的內容、他人或自己的社群網站上的個人資料檔案、曾瀏覽過網頁紀錄、網路購物、YouTube 上曾經看過的影片，留下的留言評論等，上述這些使用過的軌跡，若是正面的表現，將有機會成為雇主或教授加分的部份，但若是負面的印象，可能將影響自己獲得錄取或升遷的機會。

也因此，身為資訊社會的現代公民，應具備有適應科技社會的能力與素養，如何保護個人資料是每個人需要正視與學習的課題。本課程主要在教導學生瞭解何謂數位足跡、哪些行為會留下記錄、教導學生正確使用網路及建構正向的數位足跡，幫助他們在使用網路的時，可以做出正確的判斷與選擇。

肆、教案設計

課程名稱	Online safe digital footprint (數位足跡)	
教學對象	八年級學生	
教學時間	合計 2 節，共 90 分鐘	
學科核心素養 對應內容	總綱	A 自主行動 A1 身心素質與自我精進 B 溝通互動 B2 科技資訊與媒體素養
	領綱	科-J-A1 具備良好的科技態度，並能應用科技知能，以啟發自我潛能 科-J-B2 理解資訊與科技的基本原理，具備媒體識讀的能力，並能了解人與科技、資訊、媒體的互動關係
學科 學習重點	學習 表現	資 a-IV-1 能落實健康的數位使用習慣與態度 運 a-IV-2 能了解資訊科技相關之法律、倫理及社會議題，以保護自己與尊重他人
	學習 內容	資 H-IV-1 個人資料保護 資 H-IV-2 資訊科技合理使用原則 資 H-IV-3 資訊安全 資 H-IV-6 資訊科技對人類生活之影響
學生 先備知識	1. 學科先備知識 具備基本電腦操作，中英輸入法及網路搜尋能力 2. 英語先備知識 Students understand: a. The simple phrase for greetings b. How to use basic English in life c. The basic classroom English instruction command	
本單元 學習目標	1. 學科 瞭解個人資料及如何保護個人資料 瞭解數位足跡重要性 理解網路行為會形成數位足跡 教導學生建構正向的數位足跡 2. 英語（例如：練習學生已經在英語課學過的句型、單字等）	

	<p>What apps do you often use?</p> <p>When do you leave a digital footprint?</p>	
語言學習 目標	Language of learning	
	<p>能理解相關字詞與句子</p> <p>Digital footprint: The trail of information you leave behind when you use the internet.</p> <p>Trail: a path or track</p> <p>Permanent: last forever</p>	
語言學習 目標	Language for learning	
	<p>能理解新的指令與句型</p> <p>How can information you post online affect you?</p> <p>The trail of information you leave behind when you use the internet.</p> <p>How much time do you spend every day?</p> <ul style="list-style-type: none"> ● I spend _____ hr(s)online every day. <p>What do you do online every day?</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>I play online games online.</u> ◆ Play online games ◆ Watch a video ◆ Send or read emails ◆ Send instant messages ◆ Listen to music ◆ Share photos and videos 	
中文 使用時機	教師	學生
	<p>T questioning Ss</p> <p>T explain the main instruction</p> <p>T explaining procedures of activities</p>	<p>Ss answering T questions</p> <p>Ss working on worksheets</p> <p>Ss doing sharing</p>
議題融入	<p><input type="checkbox"/>性別平等教育 <input type="checkbox"/>人權教育 <input type="checkbox"/>環境教育 <input type="checkbox"/>海洋教育 <input type="checkbox"/>品德教育</p> <p><input type="checkbox"/>生命教育 <input type="checkbox"/>法治教育 <input checked="" type="checkbox"/>科技教育 <input type="checkbox"/>資訊教育 <input type="checkbox"/>能源教育</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>安全教育 <input type="checkbox"/>防災教育 <input type="checkbox"/>家庭教育 <input type="checkbox"/>生涯規劃教育 <input type="checkbox"/>多元文化教育</p>	

	<input type="checkbox"/> 閱讀素養 <input type="checkbox"/> 戶外教育 <input type="checkbox"/> 國際教育 <input type="checkbox"/> 原住民族教育				
學習情境與動機引發	本課程設計藉由影片引導，勾起學生的日常生活經驗連結，本單元「數位足跡」，透過簡報教材及 IPAD 互動教學活動設計，引發學生學習興趣，適時問與答，讓學生熟悉相關英文用法，搭配課後測驗題有效確認學生學習效果，更提昇學生正確網路素養。				
教學策略	互動提問、競賽活動				
特色教學	<input type="checkbox"/> 閱讀 <input type="checkbox"/> 實驗 <input type="checkbox"/> 美工(含繪畫等) <input type="checkbox"/> 田野調查 <input checked="" type="checkbox"/> 資訊融入 <input type="checkbox"/> 肢體(舞蹈、戲劇、體育...等) <input type="checkbox"/> 電影 <input type="checkbox"/> 其他，請說明_____				
教學資源及器材	Slides, Videos, Computers, Tablets				
評量規準 Rubrics	Online quiz				
		4	3	2	1
數位足跡 課後練習題	能通過課後練習題達 80% 以上	能通過課後練習題達 60% 以上	能通過課後練習題達 40% 以上	能通過課後練習題達 20% 以上	

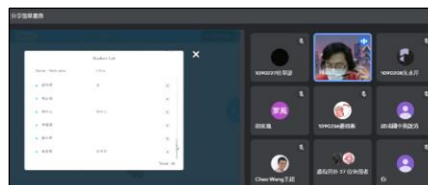
伍、教學流程及教材

教學流程 Teaching Procedures

簡報教材 Nearpod Slide

- 準備活動

1. Call the roll
2. Handout iPad



- 發展活動

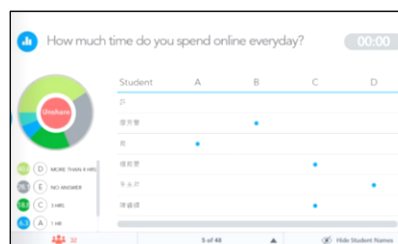
The teacher shows essential question. How can information you post online affect you?



The teacher shows a picture of footprint. Explain what is a footprint. When you walk on sand or mud, you leave a footprint.



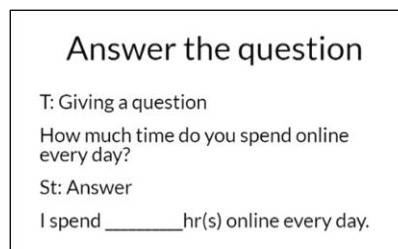
The teacher uses two polls activity to survey student's habits.



Q1: How much time do you spend online every day?

The teacher picks up 3 students to turn on their microphone to answer this question.

Q2: What apps do you often use?



The teacher shows and shares Polls results to student.

The teacher plays a video “Top ten most downloaded Worldwide apps of 2021”

The teacher shows a poll result about Taiwan’s most downloaded apps.



The teacher shows a picture and asks a question.

Q:What is a digital footprint?

The teacher gives a definition in English and Chinese.

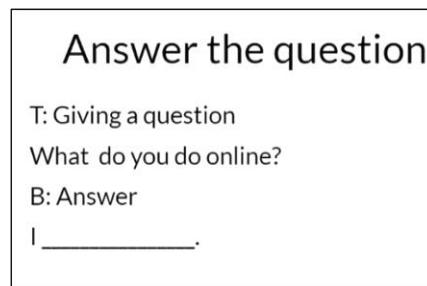


The teacher shows a picture.

Q:What are you (teens) do online?

The teacher uses two polls activity to survey students.

The teacher picks up 3 students to turn on their microphone to answer this question.



Q:When do you leave a digital footprint?

The teacher explains:

You leave a digital when you do online activity. Give the students some examples. Including social data, shopping data and financial data.

The teacher plays a video on the Screen. “The digital footprint.”



Q1:Why is a digital footprint so important?

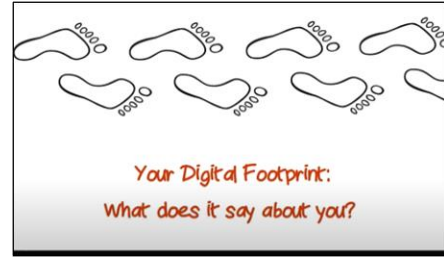
Q2:What's your personal information?

Q3:Who contributes to it?

Q4:Who can see your digital footprint?



The teacher plays a video on the Screen. Your digital footprint.
What does it say about you.



The teacher googles his name to see what comes up. Give 5 minutes to students to google themselves.



Q1:Can you erase your digital footprint?

Q2:What should I do?

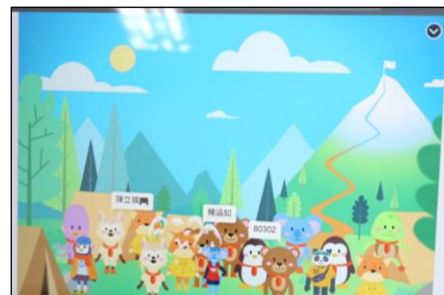


Creating a positive digital footprint The teacher gives 6 Tips to manage digital footprint



● 綜合活動

The teacher plays a video on the Screen. Ba a good citizen.



- **總結活動**

Go online quiz

- 收回清點 IPAD

- **教學影片**

Top ten downloaded Worldwide apps of 2021

<https://www.youtube.com/shorts/JbI3utnjAzc>

Privacy Student Intro Video - The Digital Footprint

<https://youtu.be/kHYkWtI7004>

Your Digital Footprint: What does it say about you?

https://youtu.be/_I8jERW3Jq0

Creating and Protecting Your Digital Footprint

<https://youtu.be/unTBvHP9X-A>

陸、省思與建議

一、搭建學習鷹架

在雙語教學課程設計，有賴教師建構學科教學與語言教學鷹架，依學生的程度、教材的難易度，適當的時機使用中英文，帶入現實生活經驗。希望學生不只於英語課程中學習英語，期望運用英語學習其他領域的知識，通過英語去探索世界，協助學生建立運用英語文學習及獲得領域知識、能力與態度，透過強化學生英語聽與說能力，提高學生英語力及移動力。

二、善用遊戲化教材

十二年國教新課綱以終身學習為願景，秉持自發、互動、共好的理念，重視學生自主學習及動手操作的能力，希望培育學生具有解決問題能力，能成為與時俱進的學習者。本單元採用 Nearpod 互動教學軟體，教師可在 Nearpod 平台內匯入教學簡報(PowerPoint)，加入不同的互動活動，例如測驗、繪圖、投票、影片等，採用遊戲化、競賽方式進行，增進學生學習效

果。教師可隨時檢視並收集每一位學生的答案，了解個別學生的學習狀況，有助老師進行評析與反思。

三、豐富雙語教材

資訊科技領域教師轉換成雙語教學，除了教學型態改變，主題的尋找、備課、設計教案，都是一大挑戰。筆者在設計雙語教學教材時，主要是參考了國外的資料，去做課程轉換。在此鼓勵同校或鄰近學校同領域教師，能形成共備社群，共發展教材，互相分享使用，期待將來更多教師的投入後，更能豐富雙語教學教材。

柒、參考文獻

許庭嘉（主編）（2022）。**國民中學資訊科技（第一冊）**。新北市：康軒。

林奕華、林宜隆(2014)。**資訊素養與倫理—國中版**。臺北市:臺北市府教育局。

行政院（2018）。**2030 雙語國家政策發展藍圖**。取自：

<https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/b7a931c4-c902-4992-a00c-7d1b87f46cea>

教育部（2019）。**認識數位足跡**。取自：

https://isafe.moe.edu.tw/article/1958?user_type=4&topic=8

Coyle, D. (1999). Theory and planning for effective classrooms: Supporting students in content and language integrated learning contexts. In Masih, J (Ed), *Learning through a foreign language: Models, methods and outcomes*. London: CILT.

Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *CLIL: Content and language integrated learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Common Sense Media (2022). *How might our digital footprints shape our future?* Retrieved from <https://www.commonsense.org/education/uk/digital-citizenship/lesson/the-power-of-digital-footprints>

Marsh, D., Mehisto, P., Wolff, D., & Frigols Martín, M. J. (2012). *European framework for CLIL teacher education*. Retrieved from https://ebuah.uah.es/xmlui/bitstream/handle/10017/14881/CLIL-Framework_Marsh.pdf?sequence=1&isAllowed=y