

科技與人力教育季刊

114年 3月號 第十一卷第三期

專刊：科技學習與STEAM教學

- ◎ 序：STEAM教育與STEAM素養.....1-5
- ◎ 以夏伯納勞作教育思想與 SDGs 保育海洋生態融入..... 6-22
國小科技教育的課程設計與教學實踐—以海洋星光燈為例
- ◎ 它是如何運作?運用ARCS模式激發國小生的學習興趣..... 23-41
- ◎ 海洋議題融入國小科技教育的課程設計與教學實踐.....42-52
—以迴力車為例
- ◎ 以紙電路設計教案探討科技教育中跨學科學習之實踐:..... 53-62
結合海洋生物特性與動手能力的教學模式
- ◎ 實施杜威理念於小學專題式學習課程：..... 63-79
以科技結合美術的海洋教育為例
- ◎ 以海洋生物保育融入攀爬玩具製作之國小科技教育課程....80-100
實踐與成效分析

序：STEAM 教育與 STEAM 素養

張玉山

王嫻茵

國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系教授

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系博士生

前言：素養導向強調情境的實際應用，跨領域強調知識的連結與整合，加上創造力與問題解決，學習變得更能符應生活的需要，更符合未來發展的需要。STEAM 教育與 STEAM 素養能達到這樣的目標，滿足時代趨勢與需求。以下就針對 STEAM 教育及 STEAM 素養進行探討。

一、從 STEM 到 STEAM

早在 2001 年的美國科學基金會(National Science Foundation, NSF)提出 SMET 的概念，強調科學與科技教育的重要性(Lathan, 2021)。後來因為科學科技人才的短缺，所以美國大力推動 STEM 教育，尤其歐巴馬政府最具代表性(The White House Office of Science and Technology Policy, 2018)。在美國大力推動 STEM 教育後(The White House Office of Science and Technology Policy, 2018)，ARTs (包括藝術與工藝、語文、體育、社會)的統整，迅速受到重視

根據歐盟 STEAM 教師學院 Europass Teacher Academy (2022)、澳洲 Brocklesby Public School (2021)、美國康乃狄克大學(STEAM at UConn, 2021)、紐西蘭教育部數位學習社群(Te Kete Ipurangi, TKI)(2021)、加拿大 Calgary 大學(University of Calgary, 2022)等共同的定義，STEAM 就是引導學生利用 S、T、E、A、M 來進行探究、統整、及批判思考的教育方法(Te Kete Ipurangi, 2021; University of Calgary, 2022; Wannapiroon & Pimdee, 2022)。STEAM 也更加受到各國的重視與推動。

二、STEAM 的架構

大家最熟知的 STEAM 金字塔(STEAM Pedagogy Pyramid)是以教學觀點所提出的架構(STEAM Education, 2018)，如圖 1。從 STEM 到 STEAM 的區分關鍵，不只是藝術的加入，更重要的是分科到統整、設計思考整合、以及人文能力(創造力、主動態度與人際合作)(Lathan, 2021)。因此，Arts 所指的不只是藝術，更涵蓋社會人文的範疇，而主動探究、跨域統整、批判思考與創造力，也成為各國 STEAM 教育的重點目標(Wannapiroon & Pimdee, 2022; STEAM

at UConn, 2021; Brocklesby Public School, 2021; Te Kete Ipurangi, 2021; University of Calgary, 2022; Yakman, 2008)。

因此，STEAM 實作探究強調體驗學習與科學探究，以真實環境為背景，重點在學習知識、發現知識、與建構知識；STEAM 設計創新則強調設計思考與創意創新，以真實情境為背景 (Wannapiroon & Pimdee, 2022)，重點在應用知識、解決問題、與創新應用 (Chang & Weng, 2022)。知識學習與發現，以及知識應用與創新，互相支援，就如同中國古老哲學中的太極圖的含意，相生相長，互為體用，周而復始 (Wikipedia, 2024)，如圖 2。太極(taiji)的概念 (Supreme Ultimate) 出現在到家和儒家哲學中，太極陰陽圖（又稱「太極兩儀圖」），太極是由無極而來，是陰陽兩分前之混沌狀態，然後是陰陽分明的「兩儀」（一般所說之『太極圖』），並闡述著陰陽互動的關係 (Wikipedia, 2024; Chang & Weng, 2022)。就如同太極圖的意義，STEAM 教育強調教學主題與生活情境的結合，透過思考、探究、實作與創新，將知識、能力與態度整合運用在情境化的學習過程中，讓實作探究以及設計創新相生相長 (Wikipedia, 2022; Chang & Weng, 2022)，如圖 3。換句話說，可以利用太極的概念來整合探究與設計的設計思考，以及 STEAM 的學科統整，成為跨域整合的教學策略。

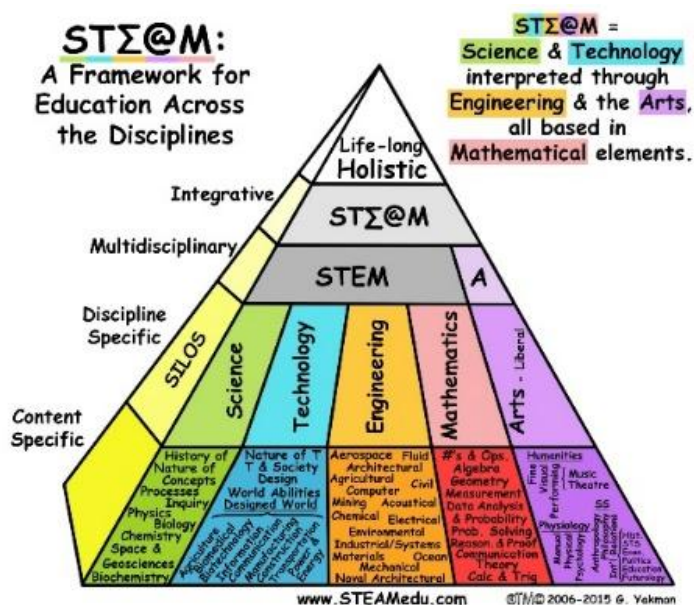


圖 1 STEAM 的金字塔

資料來源：STEAM Education. (2018)

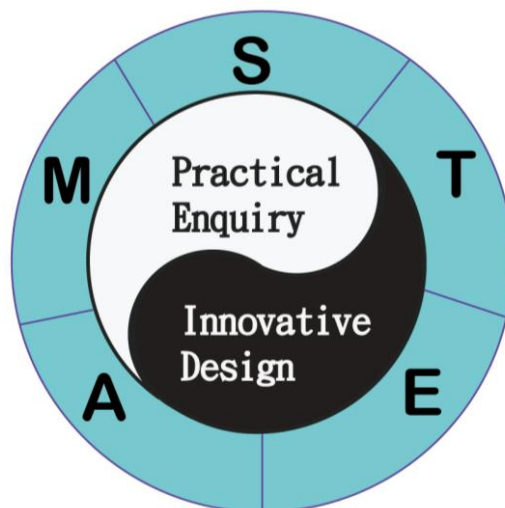


圖 2 科學 STEAM 與科技 STEAM 的整合
資料來源: Chang & Weng. (2022)

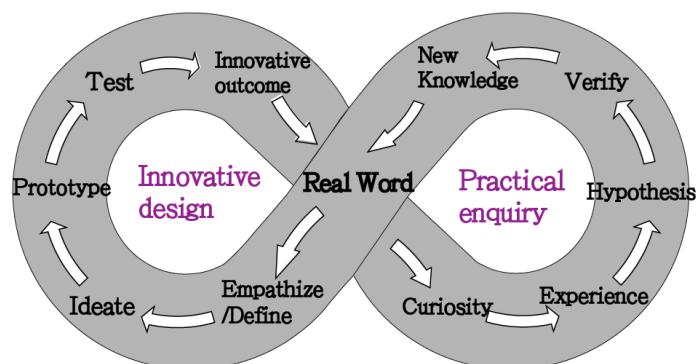


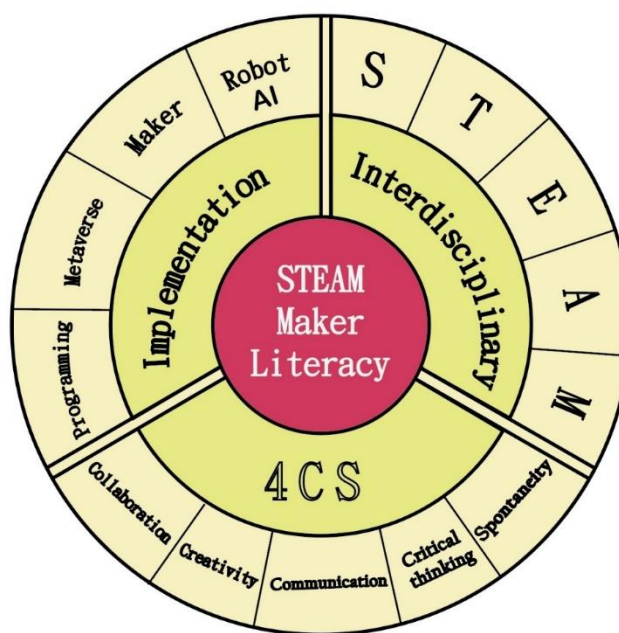
圖 3 Innovative design & practical enquiry in STEAM
資料來源: Chang & Weng. (2022)

三、AI 教學應用的實例

STEAM 是引導學生利用 S、T、E、A、M 來進行探究、統整、及批判思考的教育方法(Te Kete Ipurangi, 2021; University of Calgary, 2022; Wannapiroon & Pimdee, 2022)。跨領域、實作(元宇宙、AI、程式設計、機器人、創客手做等)、以及 4CS(合作、創意、溝通、批判思考、自發性)，組織成 STEAM 素養的架構與內涵。

有研究指出，STEAM 教育可以透過探究、發現、連結、創意激發、反思的教學流程，增進大學生的創意力 (Abueita et al, 2022; Wannapiroon & Pimdee, 2022)。也有實證研究指出，STEAM-based 的機器人學習可以提高八年級學生的學科學習與創意思考(Abueita et al, 2022)。這些研究的共同特點是透過探究導向、設計導向、以及專題導向(Zayyinah et al., 2022)，並且強調在學科知識深度學習與批判思考、創意思考等高層次思考能力的學習效果(Wannapiroon & Petsangsri, 2020; Wannapiroon & Pimdee, 2022)。許多先進國家越來越重視 STEAM 教育的推

動，透過以上的研究驗證，也提供有力的佐證，證實 STEAM 教育的價值。



圖四 STEAM 素養

結語：STEAM 教育是引導學生利用 S、T、E、A、M 來進行探究、統整、及批判思考的教育方法。跨領域、實作(元宇宙、AI、程式設計、機器人、創客手做等)、以及 4CS(合作、創意、溝通、批判思考、自發性)，組織成 STEAM 素養的架構與內涵。透過探究導向、設計導向、以及專題導向的課程教學，更有助於發展學生適應當前與未來社會的能力。

參考文獻

- 維基百科 (2024)。太極。 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%AA%E6%A5%B5>
- Abueita, J. D., Fayez, M. Q., Alsabeelah, A., & Humaidat, M. A. (2022). The impact of (STEAM) approach on the innovative thinking and academic achievement of the educational robot subject among eighth grade students in Jordan. *Journal of Educational and Social Research*, 12(1), 188-203.
- Brocklesby Public School. (2021). *STEAM*. <https://brocklesby-p.schools.nsw.gov.au/learning-at-our-school/steam.html>
- Chang, Y. S., & Weng, T. H. (2022). An AI –STEAM instruction exemplar. *Science Study Monthly*, 60(6).
- Europass Teacher Academy. (2022). *From STEM to STEAM education: a new learning approach*. <https://www.teacheracademy.eu/course/steam-education/>
- Lathan, J. (2021). *Why STEAM is so important to 21st century education*. https://onlinedegrees.sandiego.edu/steam-education-in-schools/?fbclid=IwAR3vLsLcxYSzkC0Gza9jEEBzS_xpgCqg4kye09AuavneC98BWKnlGCCXv2E#STEAM
- STEAM at UConn. (2021). *What is STEAM*. <https://steam.uconn.edu/#>
- STEAM Education. (2018). *STEAM pyramid history*. <https://steamedu.com/pyramidhistory/>
- Te Kete Ipurangi, TKI. (2021). *What is STEM/STEAM?* <https://elearning.tki.org.nz/Teaching/Future-focused-learning/STEM-STEAM>
- The White House Office of Science and Technology Policy. (2018). *Summary of the 2018 White House state-federal STEM education summit*. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/06/Summary-of-the-2018-White-House-State-Federal-STEM-Education->

University of Calgary. (2022). *Education - STEM & STEAM Education*.

<https://libguides.ucalgary.ca/c.php?g=255548>

Wannapiroon, N., & Petsangsri, S. (2020). Effects of STEAMification model in flipped classroom learning environment on creative thinking and creative innovation. *TEM Journal*, 9(4), 1647-1655.

Wannapiroon, N., & Pimdee, P. (2022). Thai undergraduate science, technology, engineering, arts, and math (STEAM) creative thinking and innovation skill development: a conceptual model using a digital virtual classroom learning environment. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5689-5716.

Wikipedia. (2022). *Tai chi*. https://en.wikipedia.org/wiki/Tai_chi

Yakman, G. (2008). *STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education*.

In *The Pupils' Attitudes Towards Technology Conference* (pp. 1-28), Academia.

Zayyinah, Z., Erman, E., Supardi, Z. A. I., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022). STEAM-integrated project based learning models: Alternative to improve 21st century skills. In *Eighth Southeast Asia Design Research (SEA-DR) & the Second Science, Technology, Education, Arts, Culture, and Humanity (STEACH) International Conference (SEADR-STEACH 2021)* (pp. 251-258). Atlantis Press.

以夏伯納勞作教育思想與 SDGs 保育海洋生態融入國小科技教育的 課程設計與教學實踐—以海洋星光燈為例

Incorporating Otto Scheibner's Arbeit Education Philosophy and SDGs for Marine Ecosystem Conservation into the Curriculum Design and Teaching Practice of Elementary School Science Education— Taking the Marine Star Light as an Example

陳筠婷

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

Yun-Ting Chen

Dept. of Technology Application & HRD,

National Taiwan Normal University

摘要

面對未來快速變遷的社會環境，如何培養學生解決日常生活中問題的能力，是二十一世紀核心能力之一（Partnership for 21st Century Skills, 2019）。Drake & Burns (2004) 指出，跨領域統整教學能夠有效地促進學生在達成學科標準的同時，將不同領域的知識整合，從而提升學習的深度與實際應用能力。而在議題融入說明手冊（教育部，2019）呼應永續發展目標（SDGs）的落實需求，特別列出 19 項議題融入各學習領域，提供學校及教師議題融入的教學指引。本研究旨在將夏伯納勞作教育思想（引自李化方，1969）應用於國小科技教育課程中，探討其對學童學習表現與成效的影響。研究對象為國小六年級學生，課程主題為「海底星光燈」，教學過程透過設計與實作，幫助學生理解簡單電路概念，並運用電子零件完成具有創意的作品。教學成果顯示，融入夏伯納勞作教育思想的科技課程能有效提升學生的注意力與課堂參與度。同時，本文針對課程設計提出以下建議：提供學生充足的設計時間，促進學生創意力發展，以及增強實體教材應用的靈活性，以提升國小科技教育的成效。

關鍵詞：國小科技教育課程、夏伯納勞作教育思想、SDGs 課程設計、保育海洋生態

**以夏伯納勞作教育思想與 SDGs 保育海洋生態融入國小科技教育的
課程設計與教學實踐—以海洋星光燈為例**

**Incorporating Otto Scheibner's Arbeit Education Philosophy and
SDGs for Marine Ecosystem Conservation into the Curriculum Design
and Teaching Practice of Elementary School Science Education—
Taking the Marine Star Light as an Example**

陳筠婷

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

Yun-Ting Chen

Dept. of Technology Application & HRD,

National Taiwan Normal University

Abstract

In the face of a rapidly changing social environment in the future, cultivating students' ability to solve problems in their daily lives is one of the core competencies of the 21st century (Partnership for 21st Century Skills, 2019). Drake & Burns (2004) pointed out that interdisciplinary integrated teaching can effectively promote students' achievement of subject standards while integrating knowledge from different fields, thereby enhancing the depth of learning and practical application skills. The "Guidelines for Integrating Issues into Teaching" (Ministry of Education, 2019) echoes the need for implementing the Sustainable Development Goals (SDGs) and specifically lists 19 issues to be integrated into various learning areas, providing schools and teachers with instructional guidance for issue integration. This study aims to apply Otto Scheibner's labor education philosophy (as cited in Li Huafang, 1969) to elementary school technology education curriculum, exploring its impact on students' learning performance and outcomes. The subjects of the study are sixth-grade elementary school students, with the course theme being "Undersea Star Light." The teaching process involves design and implementation, helping students understand simple circuit concepts and use electronic components to create innovative works. The teaching results show that technology courses

incorporating Shaw's labor education philosophy can effectively enhance students' attention and classroom participation. At the same time, this paper offers the following suggestions for curriculum design: provide students with sufficient design time, promote the development of students' creativity, and enhance the flexibility of applying physical teaching materials to improve the effectiveness of elementary school technology education.

Keywords: Elementary school technology education curriculum, Otto Scheibner's Arbeit

Education Philosophy, SDGs curriculum design, marine ecology conservation.

壹、前言

在十二年國民基本教育課程綱要總綱中，國民中學階段設有科技領域，而國小階段則透過議題融入各領域的學習課程或彈性課程來實施（教育部，2014）。為協助學生在小學階段建立對科技的基礎概念，國家教育研究院(2020)制定了《國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明》，期望透過該指引為後續學習階段奠定扎實的基礎。

其中，國中生活科技課程特別強調「做、用、想」的理念，並重視學生動手實作能力的培養。（國教院，2018）夏伯納（Otto Scheibner）的勞作教育思想特別強調「全人陶冶」，透過「橫斷面」（計畫、執行、評估）與「縱斷面」（技術、體驗）的分析模式，讓學生在實作過程中深化理解與體驗學習價值（引自李化方，1969）。種結合理與實作的課程設計，不能引導學生逐步掌握勞作技能，還能有效提升他們的解決問題能力與綜合素養。

同時，聯合國於 2015 年提出永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs），包含 17 項核心目標及 169 個細項目標，致力於解決全球環境、經濟與社會問題，並提供具體解決方案，以實現和平、安全、繁榮、公正與共榮發展的永續未來。自此，SDGs 成為全球各領域在 2030 年前相互溝通的重要共同語言，並為教育領域的發展指引方向（引自施瑜琰、施又瑀，2024）。

然而，SDGs 融入中小學教科書的方式與過往相比已有顯著變化。朱肇維（2022）指出，過去在設計國際議題融入時，往往流於形式，為融入而融入，缺乏真正具備國際元素的內容。在課程設計上，多偏重於知識面的了解，而較少涉及深入的探究與情感的體驗。隨著十二年國教課綱（教育部，2014）強調素養導向，課程設計逐漸轉向注重探究與實作的學習模式，種為 SDGs 議題融入教育提供了新的契機。因此，本研究希望透過將 SDGs 中的保育海洋生態議題融入課程設計，不提升學生的相關知能，更培養他們對環境永續的深刻理解與實踐能力。

貳、教學理念

一、課程理念

本課程依據夏伯納勞作教育思想（引自李化方，1969），設計一系列以「橫斷面」與「縱斷面」為核心的學習活動。例如，在「準備材料」階段，學生需選擇適合的再生材料（如寶特瓶），在「計畫與執行」階段，學生則透過簡單電路學習 LED 發光原理，並在「評估」階段進行作品展示與同儕回饋。此外，透過 SDGs14 海洋教育的議題融入，讓學生理解海洋塑膠

污染的影響，並思考如何透過設計解決環保問題。

二、夏伯納的勞作教育思想

根據李化方（1969）在《歐美勞作教育思想史》中對夏伯納勞作教育思想的探討，勞作的廣義概念包含以下三點：

- （一） 消耗勞作力所產生的連續活動：此處的勞作力消耗並不限於體力，還包括精神力的付出，例如藝術家的創作或學者的研究過程。
- （二） 有目標性的勞作活動：無與是物質目標的累積，還是精神目標的實現，均需要具備清晰的方向性。
- （三） 勞作材料的產出合果保有自身價值：種些成果不 體現勞作的實際價值，也反映出過程中的努力與意義。

夏伯納特別關注勞作過程，並將其分為「橫斷面」與「縱斷面」兩個維度進行分析。橫斷面主要側重於勞作的各個階段，首先需要設定勞作的目的，接著準備所需的材料，然後制定詳細的計畫並分析各項目。在計畫完成後，依序執行並將各部分整合，最後再對勞作的合果進行評估，以確保達成預期目標。

另一方面，縱斷面則關注勞作的外在與內在程程。外在部分強調操作層面的勞作技術，要求學生熟練掌握各結實作技能，而內在部分則著重於勞作體驗，使學生在實作過程中獲得心理層面的感受與成長，進一步深化學習效果。

綜上所述，夏伯納認為，勞作教育的核心不 在於物質產出，更應全面考量內外在的影響，以達成「全人陶冶」的教育目標。他強調，教育應將學生的身心發展納入勞作過程，使勞作成為啟發思維、激發潛能的重要途徑。在實施勞作教育的過程中，夏伯納進一步提出以下幾項關鍵要素：

- （一） 獨立性：強調學生的自主性與主動參與。
- （二） 自然性：課程設計應符合學生的身心發展特徵。
- （三） 經濟性：合理分配學生的精力，避免過度疲勞。
- （四） 適切性：選用符合學習目標的材料，促進學習成效。
- （五） 生活相關性：課程內容應合合學生的生活經驗與日常情境。
- （六） 成果性：確保勞作活動的合果對學生產生實際意義與價值。

此外，張玉山（2008）將夏伯納的理與製作成表格(表 1-1)，以方教教師設計教學活動。教師可在表格中填寫教學活動的流程與活動目的，從而同時兼顧兩結類型的勞作學習內涵。

表 1-1

	勞作技術	勞作體驗
目的		
預備		
決定		
實行		
評價		

註：夏伯納之勞作過程。取自以體驗式提問引導國小學生創新設計—以「后羿射日」單元為例，張玉山、張育禎，2008，生活科技教育月刊，四十一卷(第七期)，37-50 頁。

在本活動中，實作開始前，教師先展示作品範例，幫助學生明確理解活動目標，並激發參與動機。學習單的設計參照 SDGs 目標，並透過美術課程引導學生認識海洋生物，使其對海洋生態有初步理解。此外，學生需於前期課程完成作品草稿的繪製，此過程不培養創意思考能力，也讓 SDGs 海洋生態保育理念融入設計，透過合合海洋生物造型，提升學生的繪圖表達能力。

在實作階段，學生開始製作海洋星光燈，然而，考量到學生的實作能力有所差異，過程中可能遇到預期外的挑戰，此時學生需透過解決問題的過程培養判斷力、統合力與決策能力，同時發展專注力與耐心。

最終，學生將進行成果發表，不展現個人作品，亦藉此訓練其欣賞能力與表達能力，使學習程序更為完整。表 1-2 即為本活動的勞作過程，概述各階段的技術與學習重點。

表 1-2

活動勞作過程

	勞作技術	勞作體驗
目的	作品範例欣賞	喜歡勞作
預備	學習單、繪本課程（美育）	創意思考
決定	繪製草圖（美育）	判斷、統合、決策
實行	製作海洋星光燈	專注力、耐心
評價	成果發表	欣賞能力、表達能力

參、教學設計

一、教學設計

本次教學以簡單電路的應用為基礎，設計了一款以 LED 燈發光、寶特瓶為主要材質的燈籠，傳遞再生利用的理念，並呼應 SDGs 中保育海洋生態的核心目標。課程設計以夏伯納的勞作教育理念為框架，合合技術操作與實踐體驗兩大主軸，提升學生的動手能力與環保意識。

課程以主題式規劃，內容層層遞進，並搭配學習單作為引導工具，確保學生在每個學習環節中都能掌握核心概念並深化理解力。課程初始階段，透過 TED 影片《三個寶特瓶的奇幻旅程》，引起學生動機，讓其了解寶特瓶的循環利用，並思考如何合合科技創作環保作品。學習單與提問環節則進一步幫助學生建構保育海洋的意識與知識基礎。

接下來，課程引導學生探索深海生物的發光原理，並學習簡單電路、LED 燈與導線的應用，讓學生在理與層面奠定科技學習的基礎。同時，透過實物示範海洋星光燈的教具，學生觀察並討論相關科學原理，檢視既有知識並加深理解，最終將其轉化為實作創作的靈感來源。

在實作階段，學生利用回收寶特瓶設計海洋生物造型燈飾，強調立體合構設計與美感表現，並學習簡易工具與材料的處理技巧，如剪刀、雙面膠與白膠的應用。此外，學生需在創作過程中考量如何將科技應用於環保作品，透過實作體驗提升解決問題的能力。

最後，學生為自己的作品命名，並上台分享創作內容，如海洋生物的特徵與意義，展現學習成果。透過種次課程，學生不 提升了對科技與科學的興趣，還培養了創意思維與問題解決能力，進一步實現跨領域統整的教育目標。

二、學習評量方式

為提升評量的客觀性與可操作性，本研究採以下方式評估學生學習成效：

- (一) 學習單評量：依據學生在學習單上的概念理解與應用能力進行評分。
- (二) 作品評量：透過作品創意性、合構完整性及電路應用能力進行評估。
- (三) 同儕回饋與教師觀察：分析學生的課堂參與度與表現。

三、教案設計

領域/科目別	科技教育議題		
教學對象	六年級	教學時數	共 6 節， 240 分鐘
教學設備	設備：投影設備、PPT 材料：色紙 2 包、圖畫紙 28 張、學習單 28 張、剪刀 28 隻、雙面膠 3 卷		
學習目標	1. 學生以圖稿呈現設計構想並進行海洋生物的外觀製作 2. 學生能認識工具的使用並按照特定步驟製作物品 3. 探索海洋科學與永續海洋資源的環境素養 4. 探究簡單電路、了解電學的科技素養		
先備知識	1. 剪刀的操作與使用 2. 保育海洋生態的相關生活經驗 3. 簡單電路的相關生活經驗		
議題融入實質內涵	海 E11 認識海洋生物與生態 海 E7 閱讀、分享及創作與海洋有關的故事 SDGs14 保育海洋生態		
學習表現	科議 s-III-1 製作圖稿以呈現設計構想 科議 c-II-1 依據特定步驟製作物品		
學習內容	科議 P-III-1 基本的造形與設計 科議 P-III-2 工具與材料的使用方法		
主題一			
活動名稱	寶特瓶的一生	學習目標	探索海洋科學與永續 海洋資源的環境素養
議題融入 實質內涵	海E11 認識海洋生物與生態 SDGs14 保育海洋生態	時間	共 2 節， 80 分鐘
使用設備	設備：投影設備、PPT、學習單。 工具：剪刀、色紙、南寶樹脂、泡棉膠。		

教學活動內容	實施方式
一、準備活動 1. 破冰遊戲：教師學學生「問問答」的遊戲，設立多個有趣的題目，增進彼此的關係。 2. 建立課堂規範：使學生了解該課堂的規則，共同遵守。 3. 引起動機：展示本次活動要做的作品，並問學生什麼時候需要使用到燈籠，分享元宵節的小故事，以及回收再製藝術品的概念。 4. 保育海洋生態的生活經驗問：透過問「形式，引導學生回顧過往與環保及海洋相關的生活經驗，加深對保育意識的理解與連合。 5. 觀看 TED 影片《三個寶特瓶的奇幻旅程》：先進行問「探索，再藉由觀看影片的過程，加深學生的印象，並完成學習單的填」。	 圖1-1引起動機：教具展示  圖1-2保育海洋生態的生活經驗問  圖1-3 觀看《三個寶特瓶的奇幻旅程》

6. 填」學習單：完成學習單的填寫，學生能夠強化學習記憶，鞏固所學內容，並確認相關知識的掌握情況。

7. 海洋生態的現況：向學生說明過現現象，並藉由魚肚子裡發現瓶蓋，進行保育海洋生態議題的討論，了解食物鏈，生態環境對於人類的重大影響及生命威脅。

8. 寶特瓶外型製作：出出工具剪刀、泡棉膠、白膠、色紙、粉蠟筆等，開始按照先前美術課程完成的設計稿，進行外觀立體的製作。

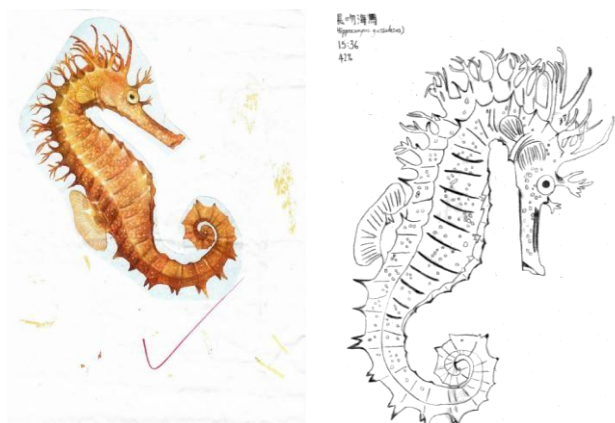


圖1-5美術課程完成的黑白設計稿



圖1-6寶特瓶外型製作

一、寶特瓶的一生

- 請選擇1到5的歷程，並用一句話來說明你知道的歷程。

原料：石油

二、寶特瓶的一生

- 觀看影片後，根據三個寶特瓶的一生，將內容分成五個階段，並簡單敘述每個階段的重點

用途？問題？ 環境？生態？氣候？

使用階段 衍生問題

生產流程 回收過程 永續發展

原料？ 回收分類？再生產品？

- 生產流程：石油成塑膠再做成寶特瓶。
- 使用階段：喝完後回收。
- 回收過程：分類回收做再生物或丟到垃圾掩埋場或被丟到大海。
- 衍生問題：海洋污染、水源污染。
- 永續發展：要回收才能再利用，成各種產品。

三、寶特瓶再製創意燈籠流程：

- 造型：

圖1-4填」學習單

生態系改變—過漁現象

過度捕魚（過漁）

- 大魚和年長魚越來越少
- 魚的體型變小
- 魚類提早成熟：產卵的品質、數量、存活率低

文華利圖片來源：從台灣海濱環境教育協會行動 國際海洋中心 2018

圖1-5海洋生態現況

主題二			
活動名稱	簡單電路	學習目標	1. 學生能以圖稿呈現造型設計並進行創作 2. 探究簡單電路、了解電學的科技素養，並應用在此次作品中。
學習表現	科議S-III-1 製作圖稿以呈現設計構想 科議 c-II-1 依據特定步驟製作物品	時間	共 <u>2</u> 節， <u>80</u> 分鐘
學習內容	科議P-III-1 基本的造形與設計 科議P-III-2 工具與材料的使用方法	使用設備	設備： 投影設備、PPT、學習單。 工具： 剪刀、色紙、南寶樹脂、泡棉膠、電路材料。
教學活動內容		實施方式	
一、發展活動 1. 延續上週的寶特瓶外觀製作： 經過上週進行外觀製作時，發現學生在將平面圖像轉換為立體合構的概念上存在困難。因此，本次特別針對魚的合構與特徵進行說明，並採用品色塊繪製的方式，幫助學生視覺化設計概念，逐步完成立體作品的黏合與組裝。 2. 簡單電路的相關生活經驗： 先從人類照明發展的程史談起，延伸至深海生物的發光原理，並透過「互動問」的方式引導學生探索相關知識。接著，學生將觀看紀錄片以深化對概念的理解，隨後進入本次主題—簡單電路。課程將逐一介紹電子元件，例如 LED 燈、導線、鈕扣電池等，		寶特瓶外型製作的步驟如下： 1. 翻開學習單背後的海洋動物彩色圖片（對應手繪的黑白稿圖） 2. 出出圖畫紙和色紙，學生按照其選定的動物去選用與真實動物相應 iii 的色彩，進行繪圖和色紙黏貼。 3. 使用粉臘筆在四分之一的圖畫紙上進行色塊的繪圖。 完成尾鰭部分，黏合在寶特瓶上呈現立體	

幫助學生熟悉基本組件與其功能。



圖2-2 介紹簡單電路

3. 探究簡單電路、了解電學：學生將運用所學知識，使用老師提供的材料，包括 LED 燈、鈕扣電池以及紅、黑導線，依序組裝並完成電路，最終成功讓 LED 燈泡發亮，驗證其學習成果。



圖2-3學生探究電路過程

填」學習單：完成學習單的填寫，學生能夠強化學習記憶，鞏固所學內容，並確認相關知識的掌握情況。

動手做做看！外型製作。尾鰭完成



請依照圖示，逐一為各個部位塗上顏色，直到所有部位都完成上色。

圖2-1 外型製作步驟圖

一、認識電路

1. 什麼是電路？

電路是指一條讓電流動的路徑。它需要電池、燈泡和連接它們的導線（導線）。這樣電流才可以流動，讓燈亮起來。

2. 什麼是通路？

- 通路是指電流可以流動的路。當我們把電池、燈泡、導線連接在一起，形成一條「封閉的迴路」，電流才能流動，燈泡才會亮。

二、導電物質是什麼？

- 導電物質是可以讓電流流動的物質。就像水管裡的水，能讓水流過；而導電物質能讓「電流」流過。

生活中可以找到的導電物質：

- 銅線（像手機充電線）
- 鋁箔（鋁罐的內層）
- 甚至是水（如果水裡有鹽分，也能讓電流流動）

三、畫出簡單的 LED 電路圖

任務：畫一個簡單的電路圖，讓 LED 燈亮起來。

- LED 燈：是會發光的小燈泡。
- 電池：像是電路的「動力源」，提供電流。
- 導線：把電池和 LED 燈連接起來，讓電流有路可以走。



四、麵包板接線

麵包板是一個用來做簡單電路的工具，它讓你不用焊接，也能輕鬆組裝電路。

- 電池接入麵包板：
 - 把電池的正極（+）接到麵包板的“+”行，負極（-）接到“-”行。
- LED 燈的接線：
 - 把 LED 燈的長腳（正極）插到麵包板的“+”行，短腳（負極）插到“-”行。
- 用導線連接：
 - 使用導線將電池的正極和 LED 燈的長腳連接，再將電池的負極和 LED 燈的短腳連接。

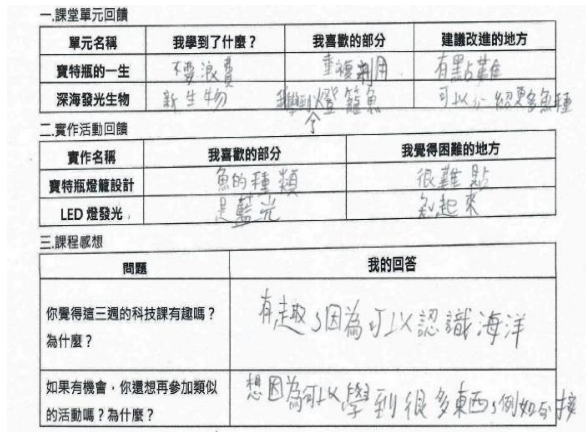
五、實作挑戰

- 組裝一個簡單的電路：使用麵包板、LED 燈和電池組裝一個簡單的電路，看看 LED 燈是否會亮起來。
- 尋找生活中的導電物質：在教室找找哪些物品可以導電，記錄下來。

六、反思與總結

- 為什麼電路需要是閉合的？
不然電管跑出來
- LED 燈是怎麼亮起來的？
長腳接正極，短腳接負極
- 生活中還有哪些東西可以導電？
鐵

圖2-4學習單 2 頁

主題三			
活動名稱	海洋星光燈走秀	學習目標	探索海洋科學與永續海洋資源的環境素養
議題融入 實質內涵	海E7 閱讀、分享及創作與海洋有關的故事	時間	共 2 節， 80 分鐘
學習內容	科議P-III-1 基本的造形與設計 科議P-III-2 工具與材料的使用方法	使用設備	設備：投影設備、PPT、學習單。 工具：剪刀、色紙、南寶樹脂、泡棉膠、電路材料。
教學活動內容		實施方式	
一、發展活動 1. 回顧前兩週課堂知識、寶特瓶外型製作：以問「形式回顧前兩週的課堂內容，幫助學生鞏固學習記憶並確認基礎知識的掌握情況，接著繼續完成寶特瓶外型的製作。最後，美育老師將參與指導，針對海洋動物外觀細節進行精細化處理，強調每種海洋生物的獨特特徵，如魚鱗片的紋路等，進一步提升作品的細緻度與視覺效果。 2. 回饋及成果發表：原計畫讓每位學生上台，以走秀方式展示個人作品，但由於作品製作花費較多時間，發表環節有所縮短，因此改採主動參與與獎勵機制，鼓勵學生上台分享。學生透過互評提供回饋與鼓勵，營造積極互動的學習氛圍。最終，每位學生皆需填寫反饋單，記錄自己的學習體驗，並作為後續課程改進的參考依據。		 圖3-1 寶特瓶外型製作  圖3-2 學生上台發表  圖3-3 反饋單	

肆、教學成果與討論

本研究根據《國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明》(國教院, 2020), 設計「海洋星光燈」具教學活動, 並於 2024 年 12 月在國立臺北教育大學附設實驗國民小學進行為期三週, 共六節課的實體教學。課程成果與發現歸納如下:

一、提升學生的環保意識, 深化海洋生態保育觀念

透過生活實例引導學生關注海洋污染與環保議題, 並鼓勵他們分享所學與創作經驗。課程從學校的垃圾分類出發, 幫助學生理解廢棄物的處理方式, 並進一步探討寶特瓶的循環利用及其對海洋生態的影響。學生透過觀看 TED 影片《三個寶特瓶的奇幻旅程》, 參與討與寶特瓶的生命程程, 包括被隨意丟棄造成的生態危機與正確回收後的不同結局, 進而理解廢棄物處理對環境的長遠影響。

此外, 在教師的引導下, 學生將海洋環境、過現現象、食物鏈衝擊等議題與自身生活經驗相合, 並透過再製寶特瓶創作燈籠(圖 4-1), 展現他們對環境保的重視。過程中, 學生不能理解製作原理, 還能思考解決環保問題的可能方法, 並藉由作品向他人傳遞環保意識, 提升其社會責任感。

二、融入簡單電路實驗, 提升學生的科技應用能力與探索精神

在「海洋星光燈」的製作過程中, 課程導入簡單電路的概念教學與科技實驗操作, 幫助學生學習 LED 燈、鈕扣電池及導線的應用。學生透過自主探索, 嘗試連接電路, 成功使 LED 燈泡發亮, 進一步提升其對科技知識的興趣與應用能力。(圖 4-2)

在教學過程中, 學生不 回顧四年級資訊課程所學的電路概念, 還透過不同組合方式進行試驗, 如交換 LED 燈腳與導線, 以檢驗電路是否正確運作。種結動手實作與反覆測試的過程, 不 增強學生的邏輯思維與問題解決能力, 也培養其主動學習與科學探究的態度。

三、培養學生的創造力與表達能力, 強化立體造型與加工技術

在創作過程中, 學生需合合海洋動物造型設計, 將平面設計轉化為立體合構, 並運用紙雕概念完成作品。為了提升作品的美感與精緻度, 課程鼓勵學生細心觀察海洋生物的特徵, 運用色塊描繪魚類的形態, 並進一步刻畫魚鱗紋理與細部裝飾, 使作品更具層次感與視覺效果。最終, 學生透過親手組裝 LED 燈飾, 成功完成「海洋星光燈」的創作, 並在課堂上進行作品發表與同儕互評活動。(圖 4-3) 他們不 能自信地表達設計理念, 分享海洋生物的象徵意義與環保概念, 還能透過彼此交流與回饋, 深化學習成效。種樣的學習程程不 提升了學生

的創意思維，還加強了其表達能力與自信心，使課程達到跨領域統整與實踐學習的教育目標。



圖 4-1 寶特瓶外型製作



圖 4-2 探索電路過程



圖 4-3 作品展示—海洋星光燈

伍、合與與建議

本文根據《國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明》（國教院，2020），設計並實施海洋星光燈課程。透過課堂觀察與學生作品表現，依照夏伯納勞作過程中的要素，整理出以下合與與建議：

一、獨立性：強調學生的主動性與自發性，鼓勵獨立完成任務。

在學習簡單電路的過程中，學生需親手操 LED 燈與導線，透過實驗與調整，掌握電流運作的基本原理。教師在課堂上提供基礎概念與必要材料後，鼓勵學生自主探索，嘗試不同的連接方式，觀察 LED 燈的亮滅變化，並從錯誤中學習。例如，當燈泡未能正常發亮時，學生需自行檢查導線的接觸點，或交換 LED 燈的正負極，找出問題並修正電路設計。

種結學習方式不 培養學生的問題解決能力，也提升其主動學習的態度。相較於被動接受知識，學生透過親身實作與反覆測試，能夠更加深刻地理解電路原理，並建立自信心。同時，種結自主探索的過程也符合探究式學習的核心精神，讓學生在實踐中學會獨立思考與動手解決問題，進一步提升學習的成效。

二、合乎自然性：活動設計應符合兒童的身心發展特質，避免過於複雜或抽象。

在製作海底星光燈的寶特瓶外型過程中，遇到了一些挑戰。雖然根據皮亞傑兒童認知發展理與，將平面概念轉化為立體概念通常是在國中階段，但考慮到學生為國小六年級，原本預期他們能夠透過實物觀察和操作指導順利完成製作。然而，在第一堂課合束後，發現學生的製作效果未如預期，因此立即進行調整。改以色塊的方式進行說明，並由小範圍（如尾鰭、魚鰭）到大範圍（如魚身）逐步引導學生，讓他們能夠順利完成外型的製作。儘管如此，種樣的紙雕創作仍花費了不少的時間。

三、經濟性：適度利用學生的注意力資源，避免過度疲勞，確保學習效率。

在每一堂課的主題和活動設計中，需注重趣味性。例如，學習單的填寫可能會增加學生的學習負擔，因此建議在後續課程中，將簡單電路單元的概念改為小組討論的方式，讓學生上台繪製電路圖，或合合平板和大螢幕進行虛擬電路圖的配置。透過虛擬配置，學生可以即時、互動地檢視電路是否正確，並觀察是否能成功發光。種樣不 能夠達到原有學習單的知識涵養，還能加強學生的學習體驗，降低學習難度，並激發學生的學習動機。

四、材料適切性：選用符合學習目標的勞作材料，以提升實作體驗的品質。

在設計國小科技教育的創作活動時，應優先考量使用簡單易學的基本工具，例如：剪刀和南寶樹脂，讓學生能夠輕鬆完成材料加工。而對於 LED 燈飾的部分，由於國二的生活科技課程才會學到相關的內容，包括焊接技巧，因此在國小階段，問們選擇使用麵包板來完成電路連接，種樣學生就能輕鬆地讓 LED 燈順利發光，達到學習目標。

五、生活相關性：融入學生日常生活中常見的材料與情境，增加活動的親近感與實用性。

綜合上述提到的生活實例與選用適合年齡的工具進行加工等設計，種些都必須考慮到不同年級學生在日常生活中的經驗與學習程度。例如：國小六年級學生對於校園內垃圾分類的實踐概念已有一定認識，並具備基礎的海洋生態知識。因此，可以透過種些已知概念來引發學生對於海底世界的探索，進而了解海洋動物如何發光。種樣的知識延伸，將有助於引導學生進行 LED 燈飾的製作，並將他們的學習與實際生活緊密合合，進一步提升學生對環保與科技的興趣與理解。

六、對象性與成果性：確保活動內容豐富且有實際收穫，提升學生的學習成效。

實作課程若要強調成果發表並提高學生的成就感，首先應創造一個能讓學生展示自己的舞台。種不 能讓他們發揮所學，還能增強他們的自信心。學生上台展示自己創作的作品時，可以讓他們從展示的過程中體會到自己的努力成果。除此之外，種樣的過程也能訓練學生的表達能力，幫助他們學會如何清晰地介紹與分享自己的想法和創作過程。

陸、參考文獻

教育部（2014 年 11 月）十二年國教課程綱要總綱。

<https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8>

%BD%E7%B6%B1.pdf

國家教育研究院 (2018 年9 月) 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://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/27526/66412.pdf>

國家教育研究院 (2020 年 6 月) 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%99%BC%E5%B1%95%E5%8F%83%E8%80%83%E8%AA%AA%E6%98%8E.pdf

教育部 (2019 年 12 月) 議題融入說明手冊(定稿)。

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

國家教育研究院 (2022 年01 月07 日) SDGs 融入中小學教科書／自編教材的現況與展望。

〔主題式演講〕教科書研究, 15 (2), 113-146。

<https://ej.naer.edu.tw/JTR/v15.2/2022-08-jtr-v15n2-113.pdf> 李化方

(1969) 歐美勞作教育思想史 (1 版)。臺灣商務印書館發行。

施喻琰、施又瑀(2024)。國民小學推動 SDGs 常見問題與解決策略。臺灣教育評與月刊, 13 (1), 151 - 156。

<http://www.ater.org.tw/journal/article/13-1/free/06.pdf>

張玉山、張育禎 (2008) 以體驗式提問引導國小學生創新設計—以「后羿射日」單元為例。生活科技教育月刊, 41(7), 37-50。

<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/10257578-200807-41-7-37-50-a>

Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*.

Association for Supervision and Curriculum Development.

Partnership for 21st Century Skills. (2019). *Framework for 21st century learning*.

它是如何運作?運用 ARCS 模式激發國小生的學習興趣

How It Work? Applying the ARCS Model to Enhance Elementary Students' Learning Interest

張麗娟

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生

Li-Chuan Chang

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD,
National Taiwan Normal University

摘要

科技的進步使得生活更加便利，但同時也使得現代人失去了一些動手實作的機會與經驗，如今多數的國小學生實作經驗較過去學生來得少，意味著學生在實作活動中可能產生高挑戰感與低自我效能，本文以海洋生物的離心力玩具課程為例，運用社會認知理論作為基礎，搭配 ARCS 模式應用於課程設計，在三週共六節課的實際教學中，學生認識海洋生物與離心力，並透過作品的製作來體驗動手實作的樂趣，學生的回饋中有表示這樣的課程設計讓他們感到有趣，本文也總結出設計與實施小學科技教育課程應留意之部分。本文的結果如下：(1) ARCS 模式有助於學生對課程的投入；(2) 學生對於課程回饋多為正向；(3) 較不熟練的動作可搭配前製小練習提升信心；(4) 當學生完成自己認為有挑戰性的任務時會產生高成就感。

關鍵字：國小科技教育、ARCS 模式

壹、前言

依據「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」可知，國小階段的科技教育融入於其他領域課程中，理念旨在學習整合、問題解決、生活連結及統整性的探究與實作。如今生活環境隨著科技進步而更加便利，人們能較過往更輕鬆地達到需求以及目的，同時也失去了一些動手實作的機會與經驗，意味著現今學生先備的實作經驗可能較過去學生來得少，學生在實作活動中可能面臨高挑戰感與低自我效能感，如何運用合適的教學策略方法，培養學生實作能力與提升自我效能感為本文探討議題。

如何有效地帶領國小學生進行實作活動成為課程設計的一大課題，本文以班杜拉社會認知理論作為基礎，著重於透過模仿與觀察另一個人(楷模)來學習。示範教學常運用在教導實作技能，演示正確的操作方式讓學生進行觀察，並模仿習得技能，教師也可以應用認知示範來教導心智技能與拓展視野，例如：操作上面臨到困難與問題時以耐心與穩定的情緒面對處理；分享自己觀察到的學生表現並加以提出建議與想法，引導學生除了觀察教師外也能注意優秀同儕的表現等。

ARCS 模式由約翰·凱勒(John M. Keller)於 1983 年首次系統性的說明，並將其作為設計激勵性教學的框架，Keller 後續於 1987 年出版的文章中更進一步發展了 ARCS 模式並詳細地介紹其應用實踐，該模式強調在教學設計中應考慮如何提升學習者的學習動機，並從四個核心層面來系統化地設計教學策略，分別為 Attention (注意)、Relevance (相關性)、Confidence (信心)、Satisfaction (滿足感)。藉由 ARCS 模式設計之課程策略，學習者對課程感到興趣，認為知識實用並與自身相關，具備學習信心而認真學習，亦能從學習中獲得成就感(錢芷萍，2023)。郝光中(2021)研究指出將 ARCS 融入課程，學生對此教學方式給予正面評價。

本文旨在透過班度拉社會認知論與 ARCS 模式設計課程，探討實施在國小四、五年級學生之學習成效，如何引發學生動機與提升自我效能，通過實際授課的經驗整合並提出建議，以供欲融入科技教育課程的國小教師參考。

貳、教學理念

Bandura (2007)提到我們必須為自己的學習負責，所學的課程內容未來可能會消失，但無論追求的是什麼，自我調整技能都具有持久的功能性價值。班度拉社會認知理論強調人類的適應、學習與動機是通過個人、環境與行為這三者之間的交互作用得以形成，重視個人如何透過觀察、模仿和自我調節的方式，從他人或環境中學習，而社會認知理論有兩個關鍵要素：觀察學習與自我效能。觀察學習指觀察者透過觀察他人而學習，而選定的楷模會與目標、後果和期望有所關聯，若觀察者會因其目標或結果注意楷模，並嘗試重現楷模的行為，若觀察者自我效能感高，則他們更願意向楷模學習(Bandura,1997；Schunk et al.,2014)。

Bandura (1986)提出觀察學習的要素有四項：注意、保留、再現以及動機與增強，以下針對四要素於教學的運用進行說明：

- (一) 注意：教學中，教師運用清楚的演示與明顯的重點提示來確保學生的注意力集中於課程重點。
- (二) 保留：為了重現行為，學生必須記住每個步驟，可以運用口訣、圖像與練習幫助學生的記住行為要素。
- (三) 再現：將觀察到的行為再現出來，而練習能夠使學生行為更加流暢熟練，搭配教師對於學生行為的回饋能夠使行為再現更加貼近專家。
- (四) 動機與增強：學生須有完成觀察或再現行為的動機，教師提供這麼做的機會讓學生有發揮的空間。而學習的過程中會伴隨一些失敗，教師能夠運用直接或間接鼓勵方式增強學生行為動機。

研究顯示具有高自我效能的學生在面對具有挑戰性的活動時，會發揮更大的努力、毅力和韌性，對於活動帶來的壓力感和焦慮感也較低(Bandura,1977；Honicke & Broadbent, 2016)。研究指出導入三元學習論(即社會認知理論)有助於提升學生的學習成效，並且降低學生對課程學習的障礙與排斥，讓學生對於課程學習更具信心及興趣(李昭憲，2021)。

科技教育除了知識上的學習，也強調動手實作，學生透過實作活動將學理與務實連接，

強化知識與現實世界的連結，並學習工具操作與使用技能，科技教師在執行實作活動常以示範教學法引導學生習得技能，而社會認知論能啟發教師在實作活動教學的設計與實施。

參、教學設計

一、教學簡介

本教學以離心力原理與應用為基底，搭配海洋相關議題，課程先從製作作品開始，從遊樂器材話題引發學生的興趣，引導學生的注意力到作品本身，由於作品的製作過程較為複雜且重點步驟多，故示範教學多並特定步驟的正確性，從多種製作的過程中培養學生動手做的能力，學習多樣操作技能，而設計的過程中學生可以體驗到創意發揮的樂趣，課程後段則點出作品的原理，搭配學生自身經驗與觀察手上旋轉的作品強化對於離心力的認識，並且介紹生活中離心力的應用，加深學生對於離心力的理解，最後讓自願的學生上台發表，發表作品設計想法並展示作品旋轉的狀態。

課程設計融入 ARCS 模式，而四個字母分別代表 Attention(引起注意)、Relevance(切身相關)、Confidence(建立信心)、Satisfaction(感到滿足)四個要素，透過四要素激發學生學習興趣，強化學生學習動機(Keller, 1987)。以下針對 ARCS 融入課程進行說明：

表 1

ARCS 融入課程說明

要素	定義	本課程對應內容與教學策略
Attention (引起注意)	吸引學生的興趣和刺激學生的好奇心。	善用詢問技巧，透過學生感興趣的話題開頭吸引注意力，引發學生對於作品的興趣與期待。當作品完成並且運作時，在不確定原理情況下，激起學生對於為什麼會動的好奇心，想要了解背後的原理。
Relevance (切身相關)	滿足學生個人的需求和目標，使他產生積極學習態度。	學生能選擇喜歡或感興趣的海洋生物作為創作主題，讓學生能夠在黏土塑型與上色的過程中能夠自我創作，滿足創意發揮的需求，而成品具有自己的獨特性與喜歡的要素。
Confidence (建立信心)	幫助學生建立起能成功的信心，相信自己有掌握是否能完成他的能力。	較難的製作步驟提供練習機會增加成功的經驗。製作的過程中訂定明確目標，對於表現好的學生給予正向回饋，而對於還在努力的學生給予鼓勵，

當有學生能夠完成時也會激發其他學生能夠完成的信心。

Satisfaction (感到滿足) 學生能因成就而得到內在和外在的鼓勵和報償。
透過上台發表的方式，讓自願的學生有機會在大家面前介紹自己的作品，而後教師做總解，分享教學過程的觀察與口頭肯定，從中讓學生可以感受到完成作品的成就感。

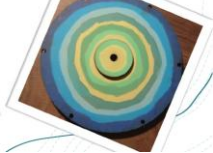
二、教案設計

領域/科目別	科技教育		
教案名稱	海洋嘉年華		
教學對象	國小四、五年級	教學時數	240 分鐘，共 6 節
教學設備	設備	簡報、投影設備	
	工具與材料	剪刀、奇異筆、壓克力彩繪筆、白膠、牙籤、熱熔膠槍與熱熔膠條、圓體大小測量器、定位制具 雷切板材：圓盤 Ø11cm*1 個、輔助圓 Ø3cm*2 個、外盒尺寸 6.6 cm*6.6cm*8cm*1 組 棉線 15cm*8 條與 60cm*1 條、竹筷 1 根、超輕黏土 35g、泡棉膠 5cm 長*2、紙片 4cm 長*2	
學習目標	1. 能繪製草圖以表達設計 2. 認識海洋生物與慣性(離心力) 3. 培養學生的美感 4. 能識別並正確運用工具與材料 5. 能透過製作作品來體驗動手實作的樂趣		
先備知識	1. 認識常見海洋生物。 2. 觀察到生活中物品旋轉會甩出的現象。 3. 基本工具使用：剪刀、白膠、泡棉膠。		
學習重點	學習表現	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-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。	
	學習內容	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N-II-1 科技與生活的關係。	

第一節與第二節		
教學活動	活動內容	使用設備
引發動機與說明本次活動(10 分鐘)	詢問學生是否有去過遊樂園遊玩的經驗，分享認為有趣好玩的遊樂設施，引發學生的興趣。  知道這是哪裡嗎？ 形容一下你覺得有趣好玩的遊樂設施  當遊樂器材變成手上的玩具	簡報 投影設備
選擇海洋生物與繪製草圖(20 分鐘)	介紹海洋環境，發下設計藍圖，說明設計藍圖的內容以及如何完成，準備海洋生物書籍與海洋生物的投影片，提供學生選擇主題。 海洋生物 • 地球表面積有70%被海洋覆蓋 • 海洋在生物的演化有著不能忽視的地位 • 遼闊的海洋有許多的居民，人類已知的海洋生物有20多萬種，而專家認為還有200多萬種海洋生物尚未發現。  福氏角箱魨 奇形怪樣的魚	

		
海洋生物黏土的演示教學(10 分鐘)	發下超輕黏土、線與大小測量器，並確認學生都有拿到材料與工具，實際示範並搭配照片與影片演示黏土捏塑的基本技巧。 製作步驟 揉圓黏土 → 測量大小 → 下一步 小洞不掉 大洞要掉 黏土塑形技巧 捏塑 拉 組合 壓 戳 白膠黏	
實作活動：製作海洋生物黏土(40 分鐘)	學生製作八隻海洋生物黏土。 	

		
第三節與第四節		
教學活動	活動內容	使用設備
準備活動(5 分鐘)	複習上周的活動，展示示範作品並說明本周的活動，發下材料並確認學生都有拿到完整的材料。	簡報 投影設備
示範主體的組裝與實作活動(35 分鐘)	示範組裝本體的步驟流程，提醒學生熱熔膠正確的使用方法以及注意安全。 組裝步驟  完成! 竹篾綁線 	

		
準備活動(10 分鐘)	發放上色工具，並說明上色的位置與技巧，引導學生發揮創意與美感。  顏色不一定要和真實動物完全相同 發揮設計師的美學吧!   上色技巧： ▶ 挑選相似色 ▶ 塗色從淺到深 圓盤上色技巧 ▷ 放射線上色 ▷ 挑選相近色     	
實作活動(30 分鐘)	學生上色海洋生物黏土與頂蓋。	



第五節與第六節

教學活動	活動內容	使用設備
發展活動(10 分鐘)	複習上週內容，並讓學生繼續完成之前未完成的部份，例如上色、綁線或黏貼步驟。	簡報 投影設備
作品操作的說明與校正(30 分鐘)	簡單說明作品的運作原理以及操作須留意的條件，並且演示錯誤的操作會導致失敗，引導學生多練習操作並提升成功的經驗，教師針對有問題的作品進行調整與校正。	

	旋轉吧~海洋嘉年華 • 拉線的速度 • 放手的時間點 • 觀察一下： 圓盤旋轉的方向跟前一次的方向相同嗎？  	
引發動機(5 分鐘)	運用問答方式使學生分享生活中體驗到離心力(慣性)的感受，引發學生的注意力。 認識離心力 • 有沒有和其他朋友或家人手拉手旋轉的經驗？ • 會有甚麼感覺？ 	
發展活動(15 分鐘)	搭配學習單，引導學生認識離心力原理，並採用問答方式讓學生分享自己觀察到的離心力應用，再介紹生活中離心力的應用。 離心力三要素 影片告訴我們 速度越快，離心力越_____ 速度越慢，離心力越_____ 	

	 生活中還有哪些離心力的應用? 旋轉動作 Spin 反直立轉 Back Spin 花式滑冰 打陀螺 鏈球	
成果展示與總結(20分鐘)	請自願上台的學生帶著作品並介紹以哪種海洋生物為主題，介紹其特徵與選擇牠的原因，分享覺得課程有趣的地方。最後總結學生們在課程中整體的表現，分享所觀察到的成長與努力。  海洋嘉年華 成品展示與心得發表	

三、學習評量方式

本教案的學習評量方式分為平時表現、學習檔案與作品等三項。

(一) 平時表現(占 20%)，包含課堂參與度(問題回答、經驗分享等)以及上課態度(是否專心、遵守上課規矩等)，若學生有特殊的表現(例如：教同學或者嘗試解決遇到的問題)則列入加分。

(二) 學習單(占 40%)，共有兩張，分別為「海洋生物設計藍圖」與「轉呀轉~海洋嘉年華」，前者主要讓學生紀錄設計的歷程，運用文字描述選擇的海洋生物特徵以及選擇其原因，並繪製其草圖；後者則是記錄离心力的認識與感想回饋。評量標準大致分為設計的表達(例如：草圖是否能清楚地表達海洋生物的特徵)、知識的正確性(例如：對於离心力的認識與運用)以及回饋感想(例如：課程的感受、課程中觀察到事物或學習到的知能)。

(三) 作品占(40%)，評量項目分為作品的完成度、功能性與設計美感，上台發表則列為加分項。

1. 作品完成度：從作品中能掌握學生對於材料與工具使用的能力並予評分。
2. 作品功能性：作品是否能運作、轉動的流暢度。
3. 設計美感：海洋生物的呈現、色彩的搭配與創意。

肆、學習成果

本教學實施對象為國小四、五年級的學生共 56 人，進行六節課的實作活動教學後，回收 44 份的回饋感想，其中 40 份為有效回饋。透過課堂上的觀察、作品與學習單以及學生的回饋，得出以下四點教學成果：

一、ARCS 模式有助於學生對課程的投入

本教案運用學生感興趣的話題或與其生活相關的例子來說明主題，引起學生好奇心與注意力。觀察到在介紹科學原理的活動中，轉動的作品勾起學生對於背後原理的興趣，再請學

生分享自身「旋轉」後的感覺，切身經驗降低學生對科學原理的陌生感，接著老師在說明「離心力」的原理時，能明顯感受到學生對於課程的投入度，介紹原理後，讓學生思考並回答科學原理在日常生活的應用，學生在舉手回答時表現積極與踴躍，透過對答的過程中，老師瞭解學生對於原理的理解與掌握，回答正確也能建立學生的信心。部分學生在回饋中提到科學原理的生活應用，可知貼近自身的例子能夠引發並維持學習興趣。

心得(製作感想、想對老師說的話等等)

謝謝老師的教導,我覺得很開心也很有成就感,因為沒想到生活中這麼多離心力的應用例如:扯鈴然後科學玩具很有趣。

心得(製作感想、想對老師說的話等等)

謝謝老師教我們作有趣的科學玩具,並讓我們知道它的原理,而且還舉現實中的例子讓我們認識。

心得(製作感想、想對老師說的話等等)

謝謝學校和老師帶來這麼精采的課程讓我學到,原來平常看似結構簡單,好玩又有趣的遊樂設施,竟然包含了許多科學原理,真是太神奇!

二、學生對於課程回饋多為正向

「好玩」、「快樂」、「開心」與「有趣」等正向字詞共分別出現於 24 份(占 60%)學生的感想回饋，多數學生對課程反應的情緒為良好。也有部分學生在回饋中提到「不會」與「困難」，主要是在實作活動感受到負向情緒，而後作品的完成與問題解決將負向情緒轉為成就感。

謝謝您讓我們體驗親手做黏土、綁繩子、打結、塗色、拼湊木板，我很開心能夠上這六堂課並做出一個可愛的作品。

我想跟老師說謝謝你教我們做科學玩具，也讓我們可以上很有趣的課，讓我覺得非常開心。

心得(製作感想、想對老師說的話等等)

我一開始我還不會做這個科學玩具，但是，現在我會了，因為有老師指導，所以我要跟老師說：「謝謝老師」

心得(製作感想、想對老師說的話等等)

我們最近正在做關於海洋生物的作品，它叫作海洋嘉年華，過程中我遇到許多困難，像是海洋生物手斷了和黏土膠等問題，但是因為同學和老師的幫忙，讓我成功克服了這些問題。謝謝老師教我許多知識，希望下次還可以在有一些這樣的課

三、較不熟練的動作可搭配前製小練習提升信心

課程實施前與國小現場教師討論本教案內容，其中提到現場學生對於打結並不熟練，這部分的製作可能需要提供更多的指導以降低學生的挫折感，故針對打結的製作過程增加了練習的環節。實際授課時，有些學生聽到要打結就立刻反應自己不會而排斥，而實際示範搭配影片解說，提供練習機會使學生願意嘗試打結，練習過程中建立成功的經驗，之後實際製作時的自我效能感提升，學生自信感增加並完成打結動作。

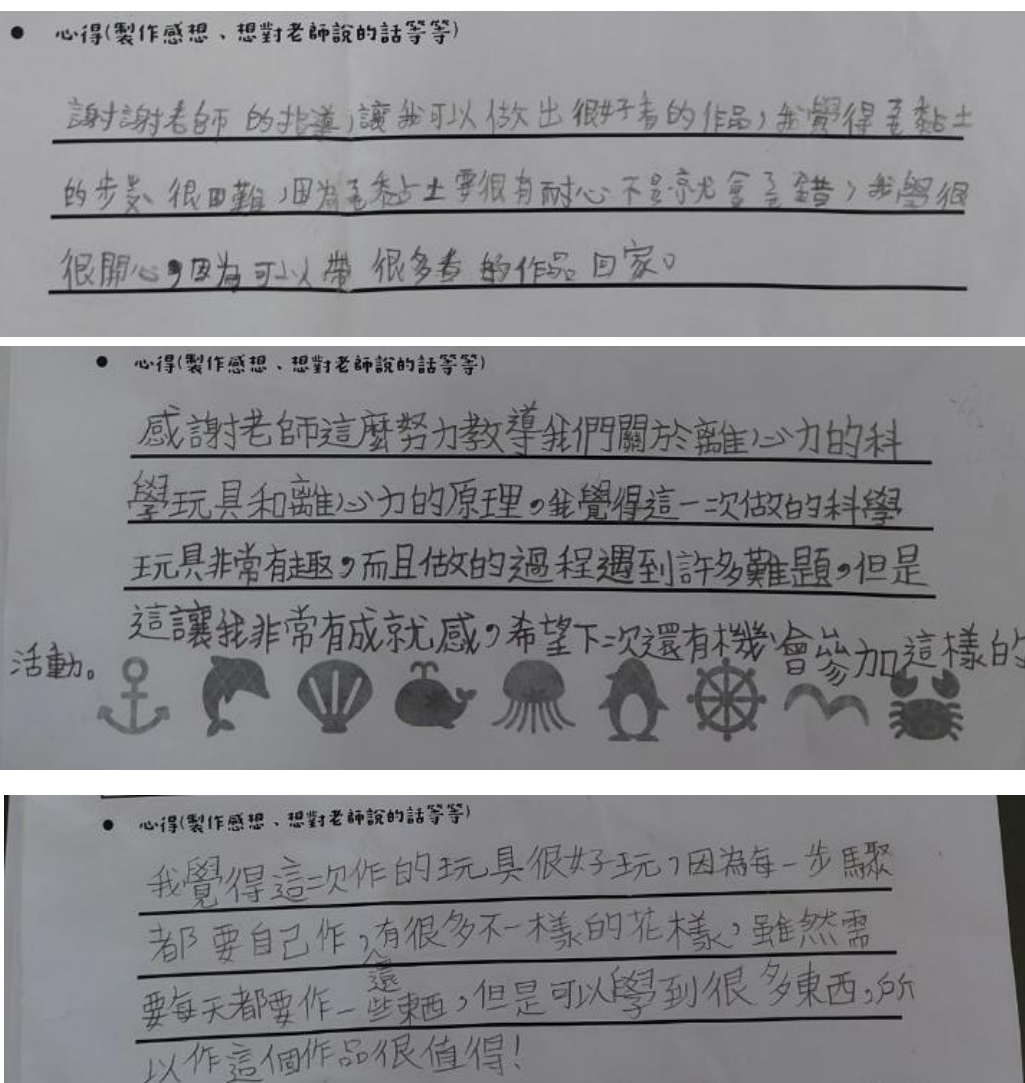
● 綁繩練習：將你完成的綁繩練習黏在下方的框內。

牙籤上打一個結	線上書點位置打結
---------	----------

● 心得(製作感想、想對老師說的話等等)

四、當學生完成自己認為有挑戰性的任務時會產生高成就感

本課程內容有較多元的實作技巧，對於學生動手做的能力要求較高，實施的過程中，學生從一開始懷疑自己是否有能力完成作品且自我效能感低，然而隨著一步步跨過他們認為困難的挑戰，作品逐漸成形，搭配上自己的美感設計，獨特的作品完成並且能成功轉動時，為他們帶來高成就感，學習持續努力會帶來成功，並在未來時願意以努力與堅持的態度面對挑戰與問題。



伍、結論與建議

一、認識與了解教學現場的重要性

在運用 ARCS 動機模式設計課程時，應轉換成學生的角度審視之，才能更確實地引起學生的學習動機、建立信心並提升學習成效。本文的情況是短期進入完全沒接觸過的學生，故先與現場教師了解教學環境與學生現況更為重要，掌握教學現場才能使教案更貼合學生的實際情況，也能評估實際教學可能會遇到的問題。以本文為例，與現場教師討論後了解學生目前常接觸到的事物與感興趣的話題，學生又具備哪些經驗以及對於某些實作技巧不熟練，在針對此進行教學設計的調整，挑選學生感興趣的例子引起興趣，如何示範教學才能讓多數學生學會製作技巧，並多留時間在不熟練的製作步驟。

二、製作步驟應分解細小步驟演示與說明

國小階段的學生在實作的經驗較少，教學實施時將學生不熟悉的製作步驟拆解成小步驟示範並提醒關鍵重點，搭配製作的影片與照片協助學生模仿正確的動作，多數學生能夠透過此過程完成他們認為有難度的製作步驟，影片的重複撥放與照片定格能夠有效得讓學生觀察與模仿，建議國小教師若遇到類似情境可考慮之。

三、學生之間的影響力引發動機

學生學習的過程中也會受到其他同學的影響，以本文為例，學生在挑選海洋生物時，選擇原因可能是為了朋友而非自己喜歡，也會觀察到學生因其他同學的海洋生物做得好看而改變選擇。授課班級的導師也跟我分享到，當班上有學生的作品塗好漂亮的顏色並且可以旋轉時，尚未完成的學生看到後，願意自主性地運用零碎時間來補上進度。從上述能觀察到學生之間的互動對學習產生影響，同儕互動關係如何引發學習動機是個可以探討的議題。

四、美感結合動態作品能夠吸引學生，引發動機

從學生的回饋中，能得到學生對於會動且具備設計美感的作品非常感興趣，引發學生想將作品完成的動機，現場國小教師也提到若作品中學生自己設計的比例多，有助於提高學生的興趣與提供學生發揮自身的創意機會，作品的呈現也更多元與繽紛，建議教師在課程設計時能朝學生有發展自我潛能空間的面向思考。

心得(製作感想、想對老師說的話等等)

瘋狂轉呀轉~請問會量嗎?快速盪呀盪~要飛出去了!
快樂做玩具>我非常開心!海豚一隻隻,游到哪兒去?
謝謝您老師,學生做玩具。我覺得開心,老師謝謝您!

心得(製作感想、想對老師說的話等等)

我學到的我的海洋生物很可愛,
因為它圓圓的,謝謝老師三週的教
育,我覺得這個科學玩具很好玩。



陸、參考文獻

- 郝光中 (2021)。專題導向式學習、ARCS 學習動機理論與競賽導向式學習在課程上學習機
及成效之研究：以網頁設計課程為例。人文社會科學研究：教育類，15 (2)，75-108。
- 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。
- 游光昭(主編) (2020)。中學生活科技教材教法。五南圖書出版公司。
- 李昭憲 (2021)。導入三元學習理論提升學生數據分析技術學習成效之研究。教育部教學實
踐研究計畫成果報告。
- 錢芷萍 (2023)。ARCS 動機模式及專題導向學習應用於社會心理學通識課程及學生學習動
機與學習成效之探討。大學教學實務與研究學刊，7 (1)，49-90。

Anita Woolfolk(2022)。教育心理學(14版)(羅素真、張麗麗、陸怡琮、邱珍琬、陳庸、陳品華、葉俊廷譯)。華騰文化股份有限公司。
(原著出版於 2018)

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice-Hall.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action : a social cognitive theory*. Prentice-Hall.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy : the exercise of control*. W.H. Freeman.

Bandura Albert. (2007). *Self-efficacy in health functioning*. Cambridge University Press.

Honicke, T., & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, 17, 63–84. <https://0-doi-org.opac.lib.ntnu.edu.tw/10.1016/j.edurev.2015.11.002>

Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2–10.

Schunk, D. H., Meece, J. L., & Pintrich, P. R. (2014). *Motivation in education : theory, research, and applications* (4th ed.). Pearson.

海洋議題融入國小科技教育的課程設計與教學實踐—以迴力車為例

Integrating Marine Issues into Elementary School Technology Education: Curriculum Design and Teaching Practice With Pull-Back Cars as an Example

陳芯玫

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生

Hsin-Mei Chen

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD,
National Taiwan Normal University

摘要

十二年國教課綱中，國小階段的科技教育透過議題融入各領域課程實施，國教院制定了《國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明》，闡述在小學階段的科技教育概念，以銜接後續學習階段。本文以「海洋迴力車」課程為例，針對國小四年級學生進行六節課教學實踐，旨在說明該課程說明如何應用於課程設計，並結合海洋教育進行實際教學與觀察，進而歸納出設計小學科技教育課程時應留意之處。課程結合珊瑚白化議題與橡皮筋動力車實作，透過影片引導、小組合作、動手組裝與創意造型，引導學生理解彈力與能量轉換概念，並藉由創作表達對海洋保育的關注。教學結果顯示：(1)課程設計應從學生的先備知識、生活經驗切入，引導學生深入議題探討；(2)規劃貼近生活的科技實作，能有效提升學生的學習動機；(3)學生的創意發想應給予部分限制，避免主題過度發散；(4)須建立課堂默契與流程節奏，協助教學進度更順暢。

關鍵字：十二年國教、國民小學科技教育、課程設計

壹、前言

十二年國民基本教育課程綱要強調在國小階段透過議題融入方式，引導學生接觸多元主題，其中包含海洋教育議題。科技教育則期望學生從小培養基本的動手實作與設計思考能力，並將環境議題與科技實作結合，進而培養學生的環境意識與科技素養（教育部，2021）。本課程以「海洋迴力車」為主題，結合海洋生態教育中珊瑚議題，並透過橡皮筋動力車的實作，讓學生在操作中了解能量轉換、彈力原理及摩擦力等科學概念。同時，學生將以創意設計的方式裝飾車體，傳達保護珊瑚生態、維護海洋環境的訊息，以實踐素養導向的教學目標。

貳、教學理念

本課程設計著重議題融入，將海洋及珊瑚議題有機結合於國小科技教育中。依據「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」精神，課程不僅注重學生基礎科學原理的學習，更強調從生活經驗出發，探究海洋生態與珊瑚保育的重要性。透過影片欣賞與實地觀察，學生初步認識海洋環境、珊瑚生態及其面臨的污染與氣候變遷挑戰，進一步了解珊瑚困境及保護方式，從而培養環保意識與社會責任感。

在議題融入策略中，課程採用問題導向學習（PBL），引導學生主動探索與討論海洋議題。透過小組討論與跨領域整合，學生在學習橡皮筋彈力、能量轉換等科學概念的同時，思考如何運用科技手段回應海洋保育需求。課程設計以「為珊瑚發聲」為主題的迴力車實作活動，利用輕黏土創作珊瑚造型，象徵性地表達對珊瑚保育的關注與呼籲，從而將科技應用與環境議題結合。總體而言，本課程透過議題融入，不僅使學生掌握科技原理，還能從中認識並反思海洋環境的現況與挑戰，激發其創造力與批判思維。希望跨領域的教學模式，為學生未來面對多元議題奠定堅實基礎。

參、教學設計

一、教學簡介

本教學單元結合橡皮筋彈力與海洋議題，透過設計與製作「海洋迴力車」引導學生理解

科學原理與環境保護的關聯。課程以一系列關於珊瑚的問題啟發學生的海洋知識，並透過影片與圖片展示珊瑚白化的現象，引發學生對課程主題的興趣。接著，實地演示橡皮筋動力的運作原理，讓學生觀察並思考科學概念的應用。在實作階段，學生以「為珊瑚發聲」為主題，先組裝車體，再利用輕黏土設計出富有創意的珊瑚造型。此過程中，學生學習如何運用簡易材料進行加工，掌握工具操作的基本技巧，並嘗試透過混色等方法進行造型創作。讓學生在實際操作中理解科技原理，更藉由創意設計表達對珊瑚困境的關注與呼籲。透過這樣的實作活動，學生將科技應用與海洋保育議題結合，進一步培養解決問題的能力與創新思維，實現「為珊瑚發聲」的教育目的。最終，每組學生完成迴力車動力測試並展示成品，分享製作過程中的靈感與挑戰，進一步深化對科技與環保議題的理解。

二、教案設計

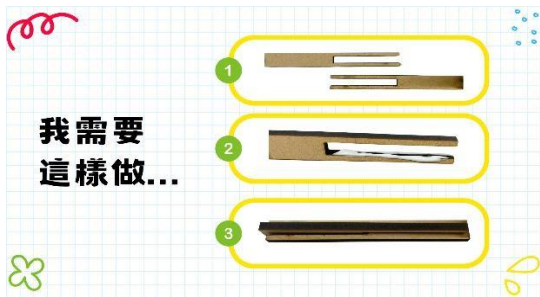
領域/科目別	科技教育		
教學對象	四年級	教學時數	共 6 節， 240 分鐘。
教學設備	設備：投影設備、PPT 材料：白膠、輕質土、橡皮筋、車體 30 份、學習單 30 份		
學習目標	認識珊瑚的種類及特徵。 了解珊瑚白化原因。 能夠設計並裝飾具有海洋元素的車輛外觀。 認識工具和材料製作橡皮筋動力車的技能。 能有保護珊瑚礁及愛護海洋環境的情懷。		
先備知識	黏土的操作與使用 海洋相關生活經驗		
議題融入 實質內涵	海 E11 認識海洋生物與生態。		
學習表現	科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度		

	科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣
學習內容	科議 P-III-2 工具與材料的使用方法 科議 P-III-1 基本的造形與設計

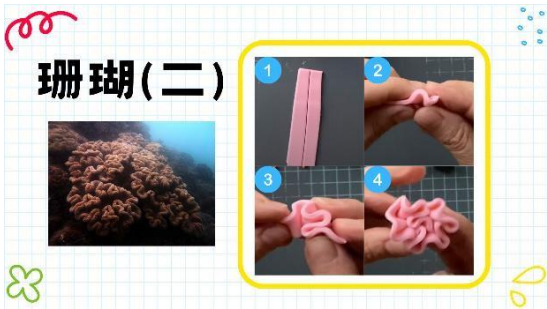
活動一			
活動名稱	認識珊瑚	時間	2 節課，共 80 分鐘
議題融入實質內涵	海 E11 認識海洋生物與生態	學習目標	認識珊瑚的種類、特徵，並了解珊瑚白化原因。
教學活動	活動內容		使用設備
引起動機 (10 分鐘)	1. 播放影片【 珊瑚是什麼？ 】 2. 提問： (1)你覺得珊瑚是動物還是植物？ (2)你知道珊瑚可以分成哪幾類嗎？		PPT、線上影片
發展階段 (20 分鐘)	PPT 珊瑚的基本知識與影片： (1) 認識 珊瑚的型態 。  (2) 了解珊瑚的生長條件。 (3) 同時間中台灣的珊瑚是什麼樣？ (4) 台灣最完美珊瑚礁		PPT、線上影片
學習單 (10 分鐘)	完成學習單第一部分		學習單

總結階段	複習珊瑚的相關知識與重要性。	
引起動機 (15 分鐘)	1. 播放影片【珊瑚白化現象】 2. 提問： (1) 珊瑚怎麼變白了？ 這會對海洋生物造成什麼影響？	PPT、線上影片
發展階段 (25 分鐘)	1. 珊瑚白化的原因。 2. 與同學討論如何保護珊瑚並紀錄在學習單。 3. 完成學習單第二部分並收回。	學習單
課程預告 (5 分鐘)	總結珊瑚白化原因及保護方式，預告下週課程內容。	

活動二			
活動名稱	迴力車組裝	時間	2 節課，共 80 分鐘
學習內容	科 議 P-III-2 工具與材料的使用方法	學習目標	能理解迴力車的基本結構與動力來源。 能用輕黏土創作出以珊瑚為主題的裝飾，表達對海洋生物的認識與創意。
學習表現	科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度		
教學活動	活動內容		使用設備

引起動機 (5 分鐘)	展示成品：展示本次實作成品，告訴學生此次課程的目標與主題。 	PPT、實作成品
車體組裝 (40 分鐘)	1.介紹迴力車結構並使用白膠黏合。  2.完成組裝後放置晾乾。	PPT、實作成品
珊瑚製作 (35 分鐘)	1. 回憶珊瑚的型態及種類。 2. 使用黏土製作第一種珊瑚。 3. 老師發放黏土。 4. 選擇咖啡色或黑色搓成圓形作為珊瑚的底。  5. 學生選擇兩個顏色，並各自搓成 10	PPT、實作成品

	個小圓。  接著選擇 2 個顏色， 分別揉 10 個小圓 6. 將所有小圓戳洞並黏到珊瑚底座上。  1. 在每個小圓上用原字 筆戳一個洞 2. 把所有小圓黏上底座 7. 完成珊瑚並使用白膠黏上車體。		
活動三			
活動名稱	珊瑚黏土製作	時間	2 節課，共 80 分鐘
學習表現	科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣。	學習目標	能完成車體裝飾，並理解
學習內容	科議 P-III-1 基本的造形與設計。		珊瑚與魚類的共生關係。
教學活動	活動內容		使用設備
引起動機 (5 分鐘)	展示成品：展示本次實作成品，告訴學生本週課程的目標。		PPT、實作成品

珊瑚製作 (55 分鐘)	1. 接續上週黏土製作珊瑚，進行第二種珊瑚製作。 珊瑚(二)  2. 進行第三種珊瑚製作。 珊瑚(三) 選擇 1 個顏色 • 搓成 6 個圓形 • 每個都搓呈長條狀 	PPT、實作成品
迴力車測試	1. 發放橡皮筋，老師示範如何安裝。 2. 老師示範迴力車如何運作。 3. 學生測試並提出問題。	PPT、實作成品

肆、學習成果

本文以「海洋迴力車」為教學主題，將海洋議題融入國小科技教育課程，結合橡皮筋動力與黏土製作，於 2024 年 12 月在國立臺北教育大學附設實驗國民小學進行六節課的實體教學，針對學生的學習興趣、科學概念掌握及環保意識進行觀察。主要成果及發現如下：

一、以海洋議題引發學習興趣，促進學生積極參與

在課程初期播放有關珊瑚的影片，引導學生了解珊瑚的種類、白化現象及保護方式。透過提問，如「你認為珊瑚是動物還是植物？」學生積極發言展現既有的生活經驗與對珊瑚的基本認識（圖 1）觀察發現，多數學生已了解珊瑚的特徵及其面臨的環境威脅，如白化現象與海洋污染，並能流暢地描述相關問題，並在學習單中紀錄珊瑚白化的原因以及自己能有什麼行為來保護珊瑚（圖 2）而在討論台灣珊瑚分布與環境威脅時，學生能延伸探討全球暖化與海洋污染對生態的影響，展現對議題的深入理解。

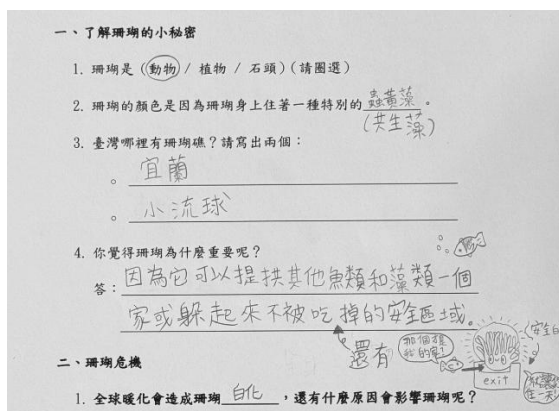


圖 1 認識珊瑚以及其重要性

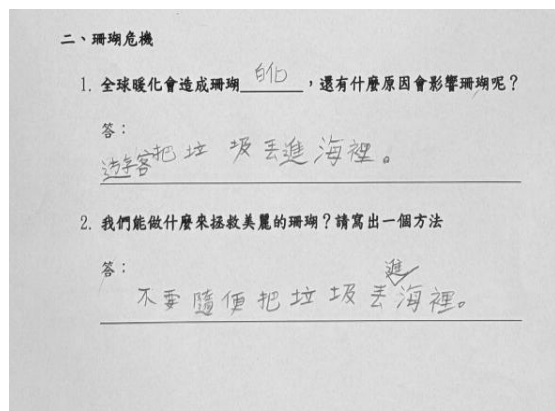


圖 2 瞭解珊瑚的困境與如何保護珊瑚

二、分段式實作活動提升動手能力與合作意識

在車體組裝與珊瑚製作階段，課程將複雜的任務分解為小步驟，如使用黏土搓圓、戳洞製作珊瑚形態，並以白膠黏合至車體。學生在過程中展現創造力，嘗試混色並互相交換材料。此外，透過小組合作完成車體組裝與橡皮筋動力測試，學生不僅學會工具操作與力學原理，更加強了合作溝通能力。



圖一 學生製作的海洋迴力車

伍、結論與建議

一、由先備知識切入，但應適度減少冗長知識內容

本課程以珊瑚與海洋議題作為開端，能引發學生的興趣並建立環境保育意識。然而，第一週在介紹珊瑚生態時內容較多，導致後續實作時間壓縮。未來可稍微減少海洋生態理論部分，將更多時間留給學生操作與討論。

二、強化教學引導，提供明確步驟與範例

在製作海洋迴力車的實作過程中，若每個步驟搭配清晰的圖示或簡短影片示範，並提供成品範例供參考，能大幅降低學生的困惑。教師可事先設計好分段講解與檢核點，以確保學生掌握操作流程。

三、規劃適切的課程時間，避免學習斷層

由於課程時間有限，且學生在操作中常需要額外的討論或引導，建議在單元設計時預留足夠的彈性時段。包括材料準備、作品修飾與動力測試等，都可於每一節課做階段性目標設定，以維持教學進度的順暢。

四、建立課堂默契，維持教學秩序

在課堂中，學生經常會因操作或討論產生疑問，若前置未明確約定發問或互動方式，易造成秩序混亂。教師可在課程開始前明定提問時機與流程，並鼓勵學生主動分享與合作，以

兼顧秩序與教學效率。

陸、參考文獻

吳靖國（2008）。中小學教科書海洋概念內容分析類目之建構。當代教育研究季刊，
16(3)，97-136。

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。國民中小學課程與教學資源整合平臺。

<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/27526/66412.pdf>

教育部（2021）。十二年國民基本教育課程綱要總綱。國家教育研究院。

<https://www.edu.tw/Default.aspx>

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。國家教育研究
院。<https://www.naer.edu.tw/>

國家教育研究院（2020）。十二年國民基本教育議題課程綱要融入說明手冊。

臺灣海洋環境教育推廣中心（2025）。(2)國小中年級組－海洋教育補充教材手

https://tmec.ntou.edu.tw/var/file/16/1016/attach/90/pta_63010_1715855_05970.pdf

以紙電路設計教案探討科技教育中跨學科學習之實踐：結合

海洋生物特性與動手能力的教學模式

Exploring Interdisciplinary Learning Practices in Technology Education through Paper Circuit Design: An Innovative Teaching Model Combining Marine Biology Characteristics and Hands-On Skills

林欽鴻

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生

Cin-Hung Lin

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD,
National Taiwan Normal University

摘要

本研究旨在設計並實踐一個融合科技教育、自然科學與藝術創作的跨學科課程，透過紙電路製作活動，結合海洋生物的發光特性，引導學生理解電路原理、提升創造力與問題解決能力，並培養科學與藝術素養。課程實施對象為北部某國小二年級學生，共28人，課程共6節約6小時，內容包括認識海洋生物發光特性、學習電路與LED運作原理、動手製作紙電路作品，以及小組合作、創意設計與作品展示。學生在課程中展現高度學習動機與專注力，積極投入紙電路設計與製作，作品具備創意與功能性，能有效模擬海洋生物發光特徵，並成功運用電路知識解決技術問題。整體而言，本課程不僅提升學生的科技操作能力與科學素養，也展現跨學科整合學習的良好成效。

關鍵字：科技教育、跨學科學習、紙電路

壹、前言

隨著 21 世紀教育轉向素養導向與跨領域學習，傳統單一學科教學逐漸無法滿足學生面對未來複雜問題的能力需求。近年來，全球教育界高度重視 STEM 與 STEAM 教育，強調結合科學（Science）、技術（Technology）、工程（Engineering）、藝術（Art）與數學（Mathematics）的整合學習模式，以培養學生的創新能力與問題解決能力（Beers, 2011；Bybee, 2013）。在 STEAM 教育實踐中，「紙電路」（Paper Circuit）是一種將電子技術、藝術創作與工程設計融合的教具，使用簡單材料如導電膠帶、LED 燈與紙張，讓學生能夠在低門檻的環境中進行創客式學習。此方式不僅能幫助學生理解電路基本原理，也提供一個富有創意與視覺表現的學習情境（Qi, 2023；Nguyen et al., 2022）。

此外，海洋教育作為近年臺灣素養教育的重要推動方向之一，強調培養學生認識海洋環境與生物多樣性，並關注永續議題。結合海洋生物特徵（如發光行為）與電子技術進行創作，不僅能提高學生對自然科學的興趣，也能引導其思考科技在人類理解與模擬自然現象中的應用價值。而視覺藝術教育則提供學生創造與表達的空間，強調審美感知、構圖與媒材運用等核心能力。若能將科技元素導入藝術學習，將有助於學生發展「科技素養」與「藝術素養」的雙向能力（Henriksen, 2014）。

本研究旨在設計一份以紙電路為核心，結合海洋生物特性與藝術設計的跨學科教案，並透過實作課程觀察學生的參與表現、學習成果與創意表現，進一步探討紙電路在國小階段落實科技、美術與海洋教育整合教學的可能性與成效。

貳、教學理念

在 21 世紀教育中，跨學科學習被認為是培養學生解決複雜問題能力的重要方法（Beers, 2011）。本教案以紙電路設計為核心，融合自然科學、工程技術與創意設計，通過探究式學習（Inquiry-Based Learning, IBL）與動手實作的教學方式，激發學生對科學與技術的興趣（Resnick, 2006）。同時，結合海洋生物特性，讓學生感受到自然界的奇妙與技術應用的可能性，進一步促進科學素養的提升（Bybee, 2013）。教學理念還強調合作學習與個人創造力的並行發展，旨在培養學生的團隊合作能力和個人表達能力（Johnson & Johnson, 1994）。

通過小組活動，學生能在實踐中學會溝通、分工與問題解決，達到多維度學習的效果。

一、課程目標

本課程旨在透過紙電路設計活動，讓學生理解電路的基本原理及導電材料的特性，並深入探索發光二極體（LED）的應用。以海洋生物的自然特徵作為主題，學生將學習如深海鮟鱇魚、水母等生物的發光機制，進一步將其融入紙電路作品的創意設計中（Zhang & Kou, 2020）。課程強調理論與實踐的結合，學生在製作過程中需要解決實際技術問題，如電路連接、元件選擇等，這些挑戰將培養學生的批判性思考與解決問題的能力（Papert, 1991）。

在作品展示與回饋環節，學生還有機會反思自己的設計過程，進一步完善創意與技術結合的作品。整體而言，本課程不僅注重科學知識的傳授，也鼓勵學生將自然現象轉化為創新的技術應用，實現多學科整合學習的目標（Beers, 2011;Bybee, 2013）。

二、課程設計

本課程實施對象為北部國小 2 年級學生全班共計 28 人，課程內容為科技融入美術課程的海洋議題校本課程，依照「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」學習重點條目挑選實施，以專題導向的學習方式，透過 6 節課的實施，讓學生動手實作，初步嘗試體驗科技的內涵。

表 1

教案內容

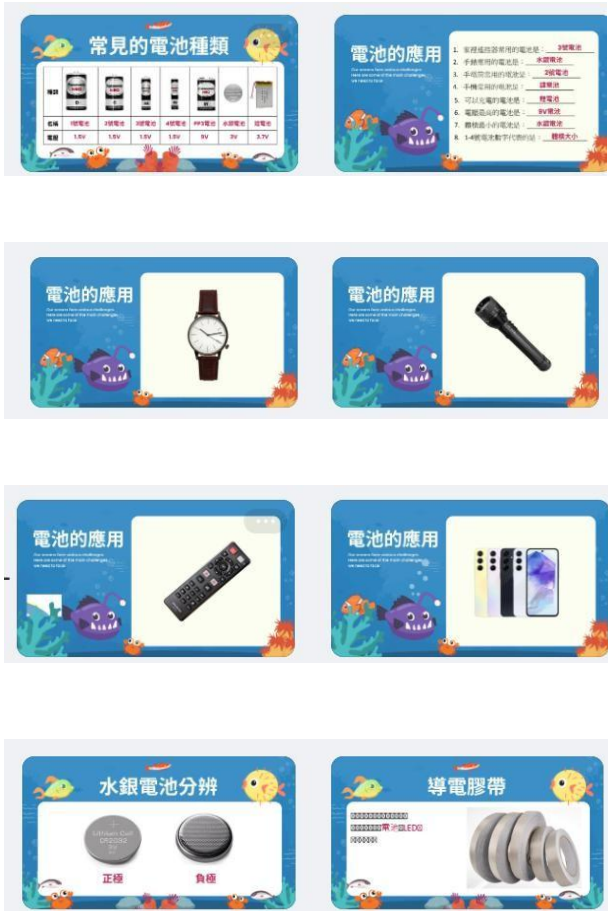
領域/科目	科技教育	
教案名稱	會發光的海洋生物－紙電路設計	
教學設備	設備	簡報、投影機
	工具及材料	剪刀、雙面膠、彩色筆、奇異筆 LED 燈、水銀電池、導電膠帶、西卡紙
學習目標	1. 基礎知識：理解電路的基本原理及發光二極體（LED）的運作。 2. 主題結合：認識海洋生物的發光特性，了解其在自然界中的功能（如吸引配偶、捕獵、保護自己） 3. 動手實作：透過紙電路設計和製作，培養創意表現與問題解決能力。	

先備知識	1. 認識常見海洋生物。 2. 基本工具使用：剪刀、白膠、泡棉膠。	
學習重點	學習表現	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-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。 藝術 b-II-1 運用元素創作圖像 藝 術 c-II-2 表達個人經驗與感受 海洋教育面向：認識海洋生物多樣性與生存策略
	學習內容	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 N-II-1 科技與生活的關係。

表 2

學習活動安排

節數	主要教學活動	教學資源	時間	評量	備註
第一節	【引起動機】介紹會發光的海洋生物，介紹主題與課堂規範。 提問： (1)你覺得為什麼海洋動物會發光？ (2)你知道有哪些動物會發光嗎？ 	投影片	40 分	口頭互動 提問 觀察	

					
第二節	【準備活動】電子零件教學 介紹生活中常見的電池，及其相關使用與差異 	投影 片 學 習 單	40 分	口頭互 動 提問 觀察 電子零件 展示	

					
第三 ~ 四節	【引起動機】上週課程回顧 【準備活動】簡單基本電路認識及電路製作 認識簡單的通路與斷路關係，並瞭解如何使LED燈亮起   	投影片 學習單	80 分	口頭互 動 提問觀察	

第 五 ~ 六 節	【引起動機】上週課程回顧 【準備活動】彩繪設計圖案及電路測試 	投影片	80 分	口頭互 動 提問觀察	
-----------------------	--	-----	------	------------------	--

參、結果與討論

一、課程參與投入

在本單元課程的實施過程中，學生表現出積極的參與和高度專注，這可能得益於課程設計中內容講解與實作活動的緊密結合，讓學生在學習過程中始終保持投入，避免在操作中產生困惑或失誤。同時，班級導師全程參與課程，不僅提升了課堂的管理效率，也為學生樹立了專業學習的榜樣，進一步營造了良好的學習氛圍。此外，學生在這種高專注的環境中，也更能感受到學習的挑戰與成就感，這或許是課程成功的重要因素之一。



圖 1 教師示範說明

二、作品成果

本教案的作品成果集中體現在學生以海洋生物發光特性為靈感所設計和製作的紙電路作品上。透過學習，學生完成了多種以LED燈模擬生物發光特徵的創意設計。例如，有的學生在製作過程中展現了極高的創造力與動手能力，同時能有效運用電路知識解決技術問題，如LED燈的極性接錯或導電膠帶斷路等挑戰。作品的功能性和創意性均得到了教師與同學的肯定，部分學生更提出改良設計的方案，如增加LED燈的數量或設計多層次的發光模式。本教案的作品成果不僅反映出學生對科技工具使用能力的掌握，也展示了他們在跨學科學習中的綜合能力與創意思維。

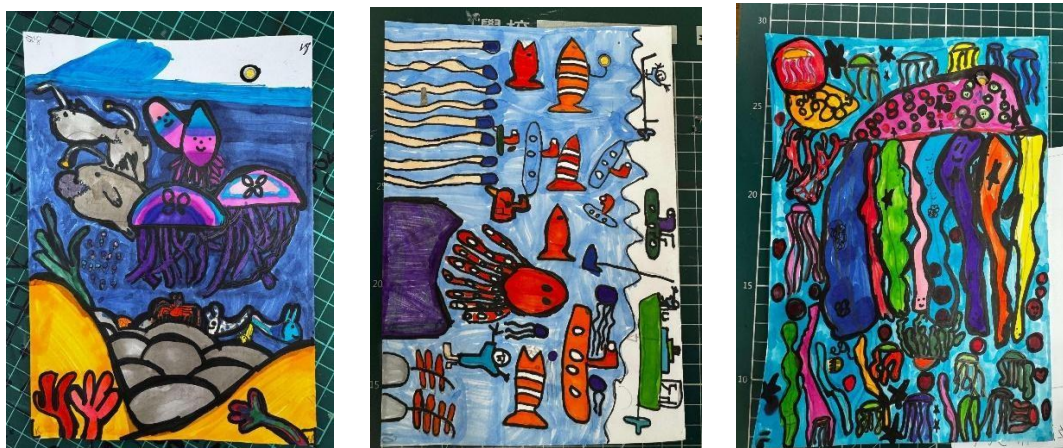


圖 2 學生作品

三、課後反思

此次教案實施中，學生展現了強烈的學習興趣和動手能力，特別是在紙電路設計和製作的過程中。他們從最初對電路概念的陌生，到逐漸熟悉導電膠帶與LED燈的運作，再到運用這些基礎知識設計出創意十足的作品，過程中展現出極高的學習動機與解決問題的能力。課程中，學生們能夠以小組形式進行合作，不僅完成了作品設計，還在作品出現技術問題時，積極探討並反覆測試，直至完成最終的成品。

以海洋生物的發光特性為創作主題，有助於學生應用科技能力，不僅提升了他們的科學素養，也培養了跨學科整合的能力。學生的最終作品多樣且富有創意，充分體現了主題特徵與美學價值。此外，課程中的展示與回饋環節，讓學生有機會反思自己

的學習歷程，也激發了彼此的靈感。整體而言，此次教案實施達成了預期目標，為後續教學設計提供了有益的經驗參考。



圖 5 學生製作完成作品

伍、結論與建議

一、概念教學應簡單明確

對於國小學生，課程中的概念應簡單易懂，並結合生活中的範例，幫助他們快速理解。透過動手實作，例如製作簡單的紙電路，可以讓學生在操作中自然學習，而不會覺得概念難以消化。

二、學習活動應充滿趣味性

活動設計應以遊戲或故事的方式展開，讓學生有探索的興趣。例如，結合海洋生物的故事來設計作品，能引發學生的創作動機。同時，應多鼓勵學生分享他們的設計靈感，讓他們在交流中學會欣賞他人的創意。

三、評量方式應友善多樣

國小的評量方式不宜過於嚴格，可設計簡單的自評與互評表，幫助學生發現自己的亮點

與改進空間。例如，使用“我的作品是否能亮燈？”“我最喜歡的部分是什麼？”等問題，引導學生進行自我反思。

四、給予足夠的反思與交流時間

在活動結束後，應安排時間讓學生展示作品並分享製作過程，鼓勵他們用自己的語言講述學到的知識。這樣可以幫助學生回顧學習內容，並加深對知識的理解。

陸、參考文獻

- Beers, S. Z. (2011). *21st Century Skills: Preparing Students for THEIR Future*. National High School Association.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- Zhang, M., & Kou, Y. (2020). "Marine Biology in STEAM Education: A Case Study with Bioluminescent Organisms". *Science and Children*, 58(3), 45–52.
- Nguyen, H. T., & Lin, P. C. (2022). Integrating Paper Circuit in Elementary STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 9(3), 45–60.
- Qi, Y. (2023). Creative Circuits: Implementing STEAM Through Paper Circuit Projects. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 105–118.

實施杜威理念於小學專題式學習課程：

以科技結合美術的海洋教育為例

Implementing Dewey's Philosophy in Project-Based Learning for Elementary Schools: A Case Study of Integrating Technology into Art Education with a Focus on Marine Education

杜明叡

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生

Ming-Jui Tu

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD,
National Taiwan Normal University

摘要

本文為探究杜威經驗即學習的觀點下，以專題式學習之科技融入國小美術課程的海洋教育議題之實施。設計 6 節課的交叉連桿單元課程，於國小 4 年級實施，透過課程的實施，讓學生在專題導向的課程中，理解基礎的科技、材料、結構與機構的內容，並實際動手製作體驗。透過國小 27 位學生學習單紀錄，以及交叉連桿夾具的製作與試用，將學生回覆內容與學習情形分類剖析，另由研究者課程實施間觀察，就國小課程的規劃提供以下建議：（一）專題式課程可能是使學生專注於課程的好方法（二）課程中概念的內涵應具備系統性的知識與學習活動。（三）學習活動的安排宜多鼓勵學生嘗試與分享。（四）評量需設計標準評量表。（五）應規劃充足的反思與分享時間。

關鍵字：小學科技教育、杜威、專題式學習

實施杜威理念於小學專題式學習課程：

以科技結合美術的海洋教育為例

Implementing Dewey's Philosophy in Project-Based Learning for Elementary Schools: A Case Study of Integrating Technology into Art Education with a Focus on Marine Education

杜明叡

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生

Ming-Jui Tu

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD,
National Taiwan Normal University

Abstract

This study explores the implementation of marine education through the integration of technology into an elementary school art curriculum, based on Dewey's perspective that "experience is learning." A six-lesson unit on linkage mechanisms was designed and carried out with fourth-grade students. Through this project-based curriculum, students were guided to understand fundamental concepts related to technology, materials, structures, and mechanisms, and were engaged in hands-on creation and experimentation. Based on the worksheet records of 27 elementary school students, along with their process of making and testing the linkage clamp, students' responses and learning performances were categorized and analyzed. Additionally, classroom observations during the implementation provided further insights. The study offers the following suggestions for elementary curriculum planning:

- (1) Project-based learning may be an effective way to keep students engaged in class;
- (2) Conceptual content should be supported by systematic knowledge and structured learning activities;

- (3) Learning activities should encourage students to experiment and share;
- (4) Assessments should be based on standardized rubrics;
- (5) Sufficient time should be allocated for reflection and sharing.

Keywords: Elementary Technology Education, Dewey, Project-Based Learning

壹、前言

自十二年國民基本教育課程綱要開始實施，規劃了彈性學習課程，得由學校依據發展的需求，討論各種議題融入的單元課程（國家教育研究院，2014），成為學校特色的校本課程。海洋教育被列為重要的課程議題中（國家教育研究院，2020），提供學校依據區域環境以及發展特色，將海洋議題融入不同領域的課程中建構獨特的校本課程，讓學生透過課程學習。

近代教育進步主義的代表杜威（John Dewey），注重學生在經驗中學習成長，促使學生透過實務的運作中，連結其背後的意義，以在未來的情境中，透過心智的類推比較，來預期結果的發生（單文經譯著，2015）。

我國科技領域課綱中強調做、用、想的概念，讓學生透過動手、操作科技工具及思考方法運用知識，因此本文章將透過教師課程規劃，描述與探究學生在課堂中的感受與成效。

貳、教學理念

我國課程綱要強調學生的核心素養，是為了解決現在的問題及未來的困難，所具備的知識、能力與態度，學者呂秀蓮認為，教師應發揮專業直接使用課綱，並依據課程的目標與學生的需求選用合適的教材，並透過學習活動的規劃架構學生的素養（呂秀蓮，2017）。

一、專題導向學習設計

在杜威所重視的教育哲學中，做中學能透過學生的操作，經驗真實世界的運作，這也是科技領域課程的重要內涵。透過專題導向學習的規劃，引導學生運用所習得的知識，逐步對於專題目標進行實施。

專題導向學習模式近年來受到教育界越來越多的重視，學習過程中通常包含由學生自行提出以引導探索與學習、強調學習者為中心的動機、主動參與及合作、教師是教材的設計者、引導者、評量者、學習者及鼓勵學習者創造性思考，並訓練蒐集問題的相關資訊並用以解決問題的能力及鼓勵合作學習互動共同建構知識，養成良好的互動能力（游光昭等人，2020）。

專題式學習擁有多項優點，包含能激起學生參與課程的欲望、對課程概念具備更深的理解、能建構學生未來成功所需的重要技能、透過科技輔助學習提高成效、學習過程中具備意義且參

與更為愉悅、讓學生與真實世界產生連結以朝向思考解決所關心的重要議題、給予學生目的感來促成世界的改變與均等的教育機會（王金國，2018）。

現今的教育強調素養的教學，專題式學習法能夠有效培養學生的核心素養以及學習到學科知識。以專題式學習進行學習，學生獲取知識的來源不一定需透過教師傳授（劉青雯，2020），甚至有可能比一般的教學方式擁有更高的學習成效（張稚翎，2006）。

教師設計課程時可注重在聚焦學習目標、挑選具有挑戰性且合適的問題、持續的探究、與真實世界連結、讓學生說明專案執行的內容、完成專案後對活動進行反思、讓學生彼此相互評量修正，以及公開學生的成果等 8 項參考要素（王金國，2018）。

二、課程目標

我國科技領域課程綱要自國中以上為部定課程，具有固定的必修的授課節數；為因應科技的快速發展，讓國小學生能夠在學校規畫之下，具備科技基礎以銜接國中科技領域課程，由國家教育研究院公布「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」，與各領域領綱學習重點相同的樣式，將學習表現與學習內容條列。

本課程為科技教育融入校本特色海洋議題美術課程，植基於學生美術課所學美感和創作工具之使用。透過製作海洋廢棄物清理之工具專題，使學生初步理解相關的材料的應用、體驗操作科技工具來完成作品，並思考所科技與生活之間的關聯性。

三、課程設計

本課程於 113 年 12 月 4 日、12 月 11 日及 18 日等 3 日實施，每日分別進行教學 2 節課 80 分鐘，每節課間休息 10 分鐘，對象為北部都會區國小 4 年級學生全班共計 27 人，課程內容為科技融入美術課程的海洋議題校本課程，依照「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」學習重點條目挑選實施，以專題導向的學習方式，透過 6 節課的實施，讓學生動手實作，初步嘗試體驗科技的內涵。

表 1

課程內容

領域/科目別	科技教育議題		
教學對象	四年級	教學時數	共 6 節，240 分鐘
教學場地	普通教室		
教學設備	投影機、筆記型電腦、繪線板		

學習材料	PPT、學習單、簽字筆、壓克力彩色筆
製作材料	冰棒棍、旋鈕式鉚釘、熱融膠、瞬間膠、雙面膠
學習目標	理解科技因應人的需求，運用科學技術來解決問題。 理解材料具備不同的特性會影響使用的場合與功能。 理解物件由材料組成，具備結構或機構來達成所設定的目標。 透過規律的線條與色塊，繪製具美感之圖案。
先備知識	能讀取尺規的數字，理解長度的意義 理解中心的意涵及對稱概念 理解反覆及韻律的美感
學習表現	k-II-1 認識常見科技產品。 a-II-1 描述科技對個人生活的影響。 a-II-2 體會動手實作的樂趣。 s-II-2 識別生活中常見的手工具與材料。
學習內容	N-II-1 科技與生活的關係。 P-II-2 工具與材料的介紹與體驗。 A-II-2 日常科技產品的基本運作概念。 S-II-1 科技對個人及社會的影響。

本課程設計之知識架構，單元課程的內涵概念自「國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明」中條目選取（如表 1），進行關鍵概念知識的分析歸納後，組織於學習內容中。

單元課程內容以符合專題課程策略規劃，專題課程相關重要內涵與實施要項說明如下：

- （一） 聚焦學習目標：本課程設計依據選定之領綱內涵，聚焦於學科中知識概念，包含科技的內涵、使用的材料、與環境的影響及工具的操作與使用等。
- （二） 挑選具有挑戰性且合適的問題：由大環境所面臨的海洋廢棄物與生態浩劫等問題出發，逐步縮小至課程實作中材料選擇、連桿運作與製作所需，以符合學生的階段需求。
- （三） 持續的探究：在學習過程中提供不同的常見材料，透過觀察與測試，理解材料的部分特性，並引導思考材料使用的選擇條件。
- （四） 與真實世界連結：運用海洋廢棄物的節目影片，連結製作連桿夾的目的。
- （五） 讓學生說明專案執行的內容：規劃分享活動，透過發表由學生進行說明。
- （六） 完成專案後對活動進行反思：規劃學習單，由學生反思學習與作品製作歷程的內涵。
- （七） 讓學生彼此相互評量修正：規劃小組相互觀察與比較，思考作品各項要素與應調整處。
- （八） 公開學生的成果：安排完成後的競賽活動，由學生實際的操作所完成的作品。

	【教師說明】日常生活中常使用的材料及結構	S-II-1 科技對	5 分鐘
	【學生操作】體驗冰棒棍對半折所施力道的差異	個人及社會的	5 分鐘
	【教師總結】材料的特性受到結構的影響	影響。	5 分鐘
	【教師提問】詢問學生圖片中的物件名稱	S-II-2 識別生	2 分鐘
	【教師說明】風車及水車的功能及運作原理	活中常見的手	3 分鐘
	【教師說明】統整運作原理的機構概念	工具與材料。	5 分鐘
	【教師說明】日常生活中物品與機構的關聯	P-II-2 工具與材	5 分鐘
	【教師說明】作品的機構內涵與效能	料的介紹與體	5 分鐘
	【教師說明】桿件的規格及量測標記的規則	驗。	7 分鐘
	【學生操作】依照材料的特性決定桿件長度並劃記	a-II-2 體會動手	8 分鐘
	【教師說明】海洋生物及海洋廢棄物的說明卡製作原則	實作的樂趣。	5 分鐘
	【學生操作】製作海洋生物及海洋廢棄物的說明卡片		10
節次	第 5、6 節 (113 年 12 月 18 日)	學習重點	時間
學習 目標	學生將知道零件組裝的方式 學生將知道零件的規畫將影響成品的運作 學生將能透過規律的線條與色塊，繪製具美感的圖案		
學習 活動	【教師說明】課堂實施大綱	a-II-2 體會動手	5 分鐘
	【教師說明】半成品材料領取與彩繪樣式原則	實作的樂趣。	5 分鐘
	【學生操作】依據彩繪原則繪製物件	S-II-2 識別生	
	【教師說明】成品組裝原則	活中常見的手	5 分鐘
	【學生操作】使用零件組裝成品	工具與材料。	10 分鐘
	【教師說明】成品的運作使用規則	P-II-2 工具與材	5 分鐘
	【學生操作】成品的使用	料的介紹與體	12 分鐘
	【小組討論】學生依據操作結果討論原因	驗。10 分鐘	17 分鐘
	【學生分享】分享小組討論的結果		20 分鐘
	【教師總結】依據分享內容總結科技、材料與成品的關聯		

參、學習成果

一、課程實施

(一) 第一週 (1、2 節課)

本課程實施，為該班第一次接觸科技課程內容，第1、2節課所設定學習目標為：(一) 學生將知道科技的意義 (二) 學生將知道科技與生活的關係 (三) 學生將知道科技的組成要素等3項，課程引導學生逐步理解科技的內涵與生活的關係，以及嘗試理解組成科技產品所需之材料基本特徵。首先由教師說明課程實施規定，由鄰近的4至5位學生組成小組後，透過學

生熟悉的動畫及俚語對聯暖身，最後結束於十年修得同船渡，檢視船的概念自過往的竹筏隨科技進步演進至今日的渡輪於大海航行，帶入第一個概念「科技」。課程實施先提出問題什麼是科技？由學生小組間討論印象中的科技的樣貌，隨後請同學分享小組討論的結果，學生所回答的結果多為近處的科技產品（電腦、大屏、眼鏡……等），接著由教師說明科技的定義並依序舉例對應定義中的內涵，再以口頭方式詢問學生生活中有哪些科技，以及被稱為科技的原因。確認學生對於科技有基礎理解後，播放海洋廢棄物的報導影片，由學生紀錄影片中所看到的科技產品，檢視思考後寫下這些產品對生活的影響，再分享各自的看法，最後由教師總結科技對生活與環境不同面向的益處與危害。承接海洋廢棄物的影片內容，說明單元課程的主題為掃蕩海洋垃圾大作戰，將由同學在課程中製作象徵移除海洋垃圾的工具，並在最後由小組說明及反思製作的心得。移除海洋垃圾的工具將以平行連桿夾具的方式運動，象徵的海洋廢棄物將以乒乓球與球上的彩繪來呈現。

第2節課，由教師說明科技產品的簡單分類，以及在具體的科技產品所組成的重要要素「材料」，將4種生活中常見的材料（密集板、豪卡板、瓦楞板-縱切、瓦楞板-橫切、冰棒棍）分別發至各小組，由學生自行來觀察、討論及測試手邊材料的特性，再由教師依據材料的重要特性（硬度、重量、強度）進行材料的差異與介紹，並由學生檢視手邊材料的特性依序排列。最後由教師總結歸納今日課程中關於「科技」與「材料」的相關概念。

（二） 第二週（3、4 節）

第二週學習目標為：（一）學生將知道結構與機構的概念（二）學生將知道平行連桿機構的概念等2項，課程透過與前節課的概念的連結，導入實務所需操作的機構、連桿與實作等內容。課程開始先回顧上週課堂關於「科技」與「材料」概念內容，接下來由同學填寫學習單2的第3題，進行2項概念關聯性的思考，由同學分享撰寫的內容後進入下一階段課程。發給每位學生一支冰棒棍進行材料特性的測試，讓學生嘗試逐次對半折斷冰棒棍，並分享每次折斷的感受，導入「結構」概念中相同的材料可能因不同組成狀態使得特性產生改變，使得結構穩固不動，接著連結會運動的「機構」概念，並以生活中常見的電動伸縮門為例，說明此次要製作的夾具關鍵的機構，透過動畫呈現平行連桿的力傳動，而使夾爪得施力於前端夾取物件。

接著發放並說明學生需要操作的材料，由教師進行操作示範，透過U型輔具來量測冰棒棍的中心，並於冰棒棍中心對稱處劃記鑽孔處，接下來提供每位學生6支冰棒棍及1組U型輔具，由學生自行依據課堂中所學習量測與劃記的方法以及材料的特性，安排並標記鑽孔的位置後收回教師處。接著發放卡紙，由學生進行海洋生物及海洋廢棄物的形象圖草稿繪製，作

(三) 第三週 (第 5、6 節)

授課前由教師協助學生依劃記內容進行鑽孔，並統一以冰棒棍製作夾具夾頭，以提供學生黏合至桿件後得夾取乒乓球。

第三週學習目標：（一）學生將知道零件組裝的方式（二）學生將知道零件的規畫將影響成品的運作（三）學生將能透過規律的線條與色塊，繪製具美感的圖案，課程由教師說明及示範，引導學生透過工具與材料逐步完成作品並檢視成效。開始時由教師發放學生材料（乒乓球、桿件、螺絲鉚釘、夾頭），並說明課程執行事項以及發放水性麥克筆，接著解說乒乓球繪製原則，以及學生可運用過去曾學過的線條表情來彩繪夾具桿件和繪製注意事項，由學生在乒乓球上繪製海洋廢棄物或海洋生物，以及在夾具桿件上繪製線條表情圖騰。

下一節課由教師示範桿件間的組成方式與鉚釘、夾頭固定的使用與固定（圖1），由學生逐步組裝，並運用雙面膠將夾頭位置與角度暫定後，由教師使用3秒膠協助將夾頭與桿件黏合，再由學生分組測試使用夾具的效果。因組裝夾頭過程中發生未順利固定、方向相反、位置錯誤及黏合後鬆脫……等問題，重複在此過程中修復學生的作品直至全班都完成作品的組裝，但到受課程時間的限制，未能分組競賽與討論修正及完成學習單3。



圖1 教師示範說明

二、學習成果

本課程實施結束時每一位學生都完成了自己專屬的夾具，學習單1及學習單2每一位學生都有完成，但有部分同學在題目填答有遺漏。

透過學習單的分析，在第1題觀察影片中出現的科技產品，未有無填答者，有4位學生僅紀錄1項產品，其他學生最多紀錄產品數量達8項，平均為4.48項。

第2題連結第1題中所紀錄的產品與科技概念間的關係，透過學生對於產品的思考，瞭解科技對生活中個人與社會環境的影響，其中有11位學生僅回覆科技帶來的問題，6位同學僅回覆科技帶來的益處，10位同學在問題與益處都有回復。

第3題由學生自行探索並進行紀錄，有13位學生未能依照題目指示探索材料間的差異，有13位學生都注意到材質在硬度上的差異，有1位同學觀察紀錄到硬度、顏色、重量、形狀等4種差異，7位同學僅紀錄1種差異。

第4題是依據教師說明後，由學生進行材料測試比對後填寫，有1位同學未完成填寫，其他26位同學皆依比較後的感覺填寫完畢。

第5題為詢問同學學習科技及材料後的感受，其中21位同學同意科技與材料是重要的，1位同學不同意，5位同學未填寫。在科技與材料交互作用的概念思考7位同學未填寫，20位同學則是填寫結果的形容（例：會失敗、不方便、困苦…等）而非相互作用的具體歷程。

三、課程參與投入

專題學習式的課程中，能夠提升學生課堂參與的意願。透過學生在學習單的填答情形，可以看到每一位學生都有進行填寫，未填寫的題目則未有明確答案，或許可以推測，學生在課堂中大致是穩定專注的狀態。在專題學習式的課程中，為達成專題的目標，需有多項概念知識的相互應用，有可能是在課程內容的說明與活動間緊湊的進行，須要隨時保持高度的專注，避免操作時的困難。學生對於課程的參與及成果的完成是有高度的期待，導師曾回饋：學生在下課時就在彼此間討論作品完成後要如何遊玩……。對課程參與的期待與王金國（2018）所提到專題式學習的優點類似。

四、學生討論情形

專題學習式的課程中強調學生彼此的互動與討論，筆者觀察學生在互相討論給定的議題時，較不熟悉專業議題的討論，大多時候未出現熱絡或爭辯的情形，例如於課堂中請學生舉出生活中的科技產品時，小組討論很快就決定答案為筆記型電腦，然後結束討論，縱

有餘留討論時間，仍未繼續延伸更多可能的結果。或許在國小的學習階段，我國的教育文化更著重在指令的遵守與學習的效率，因此較少讓學生有開放性的討論與試探。本單元課程中所安排的討論及分享，部分是作為課程投入與參與引起動機，或讓學生能聯想生活的經驗，以幫助後續的學習，倘若學生未曾見過題目而放棄思考，可能將使得學習成效受限。

五、開放式問題回復

學生在反思性的問題中，以形容詞代替具體歷程與關係，呈現未深入理解概念。由學生填復的學習單中，能夠看到學生在問題的回復傾向一個抽象形容的答案，而非多項且具體的結果，並嘗試辯證具體內容的正確性。例如詢問所紀錄的下的科技產品對生活有可能造成哪些不同的影響？學生回復：讓生活更便利。（圖2）這樣的回復無法具體連結到科技產品的定義內涵，以及後續所帶來對人、環境的影響結果，對於思考的深度與學習的效果受到限制。



圖 2 學生學習單回復

在課堂中採用標準評量表作為引導學生作答的指標，便可能將學生的思考與回復帶往教師預期的評量標的（Davis et al., 2002）。在本課程中學生所回復的內容專注於形容問題的結果，例如問題中詢問科技跟材料會如何互相搭配？學生回復：我覺得應該是材料要配合科技才能讓科技發揮到極點。詢問生活中如果沒有的話會怎麼樣呢？學生回復：我覺得人類應該會還在原始人的時期。（如圖 3）由回答推測學生回復避開了問題的核心，有可能是對於問

題中的概念尚不熟悉，以致不知道具體的內容要項，或者是跳過歷程直接以形容詞表達結果。

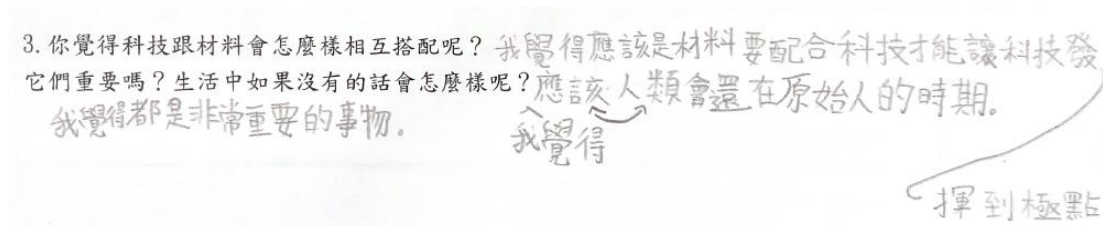


圖 3 學生學習單回復

六、跨領域概念應用

專題式學習有必須完成的相關作品，本單元課程的規劃包含組成科技產品重要的機構概念，也同時納入需數學的對稱概念，透過示範操作，學生在繪線標記的操作很快能理解並實施，實務的運用數學概念解決問題，延伸至未學習過的知識內涵，學生也能夠理解其意義，並且透過輔具找到冰棒棍的中心點，以及在中心點兩側對稱的地方標記，提供鑽孔的參照點。



圖 4 學生使用輔具量測標記

七、零件的組合

學生對於科技產品的使用是熟悉的，使用鉚釘螺絲將連桿組合的過程中，以簡報呈現節點位置，學生便能嘗試擺放正確的樣式，並順里使用鉚釘將節點固定，少部分同學沒有意識到鉚釘需使用旋轉的方式來結合，有可能是生活中還沒有類似的經驗，或在實作的歷程中太過專注整體樣式的結合，忽略教師的說明。

在夾爪的固定是作品中最困難的部分，夾爪的造型左右兩邊有些類似，可能使得學生不易分辨差異，但若理解其工作原理，便能順利擺放位置，另是與本體的連結並沒有固定的角度與標記，需要學生自行依照操作需求來決定位置與角度，在使用雙面膠與瞬間膠固定的過程中，作品很容易毀損，使得黏合的動作要一直反覆操作。

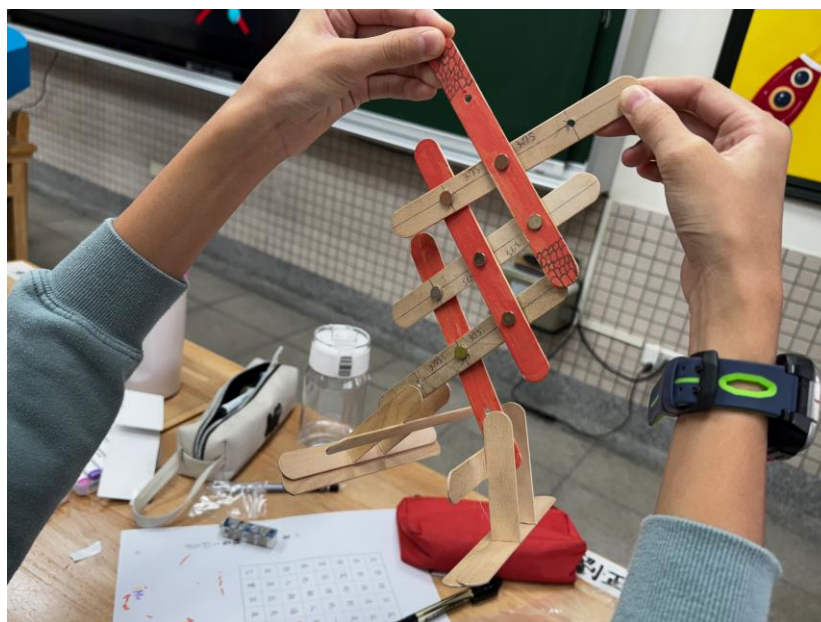


圖 5 學生製作完成作品



圖 6 學生操作作品夾取乒乓球

八、作品成果

課程結束時每一位同學皆完成了作品，並且輪流操作夾起物件，但在組裝製作歷程中耗費過多時間擠壓反思討論與分享的時間，未能夠透過群體的討論分析材料、結構及機構的安排，以及分享製作的歷程與感想。對於整體課程的實施，缺少讓學生進入到高階認知的操作，以及透過分享回饋的歷程來修正自己作品的機會，對於學生學習尚待進一步深化。

肆、結論與建議

本文就實施的歷程與成果，提出以下看法及建議，供教師於課程規劃與實施參考：

一、專題式學習可能是使學生專注參與課堂的好方法：

專題式學習的課程清晰的錨定課程的結果，並且結合生活中的相關議題，使課程的方向感與意義感明確。

二、課程中概念的內涵應具備系統性的知識與學習活動：

建構學生對於概念的理解會需要多樣的示例與操作，透過緊密的學習活動讓學生保持

專注，能讓教師順利引導學生學習及評量學習的成效。

三、學習活動的安排宜多鼓勵學生嘗試與分享：

學校評量的歷程多使用具有正確答案的紙筆評量，但現實中的問題難有正確解答常會碰到需要價值判斷抉擇的情形，專題導向的學習方式，鼓勵學生思考不同的可能與分享思考的歷程，能使得學習與經驗的連結強化。

四、評量需設計標準評量表：

透過標準評量表內容的引導，讓學生進一步瞭解問題回答的關鍵，由學生選擇並知道自己的回復在概念理解中的程度與進步的空間。

五、應規劃充足的反思與分享時間：

國小生完成作品與使用的結果，仍需要與學習歷程中的重要概念進行連結，具備充足的反思與分享時間，能使學習更加深化，非僅止於肢體的活動。

陸、參考文獻

- 呂秀蓮（2017）。課綱使用的理論與實例。大衛營文化。
- 洪詠善等人（2020）。議題融入說明手冊。國家教育研究院。
- 教育部（2014）。十二年國民基本教育課程綱要。教育部。
- 游光昭等人（2020）。中學生活科技教材教法。五南圖書。
- 單文經（譯著）（2015）。John Dewey 著。經驗與教育。聯經出版公司。
- 張稚翎（2006）。專題式學習對國小六年級學生之環境素養之影響研究〔未出版之碩士論文〕。國立新竹教育大學。
- 王金國（2018）。以專題式學習法培養國民素養。教育研究與發展期刊，7（2），107-111。
- 劉青雯（2020）。素養導向教學實踐之研究：以 PjBL 導入高中性教育為例。師資培育與教師專業發展期刊，13(1)，75-100。

Davis, D.C., K.L. Gentili, M.S. Trevisan, and D.E. Calkins, (2002). Engineering Design Assessment Processes and Scoring Scales for Program Improvement and Accountability. *Journal of Engineering Education*, 91(2), 211-221.

以海洋生物保育融入攀爬玩具製作之國小科技教育課程

實踐與成效分析

Integrating Marine Species Conservation into Climbing Toy Design: Implementation and Impact Analysis of an Elementary Science and Technology Curriculum

劉茗玥

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生

Ming-Yue Liu

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD,
National Taiwan Normal University

摘要

本研究依據十二年國民基本教育課程綱要，設計並實施一門以「海洋生物保育」與「攀爬玩具製作」為主題之國小三年級科技課程，旨在培養學生的科技素養、問題解決能力與環境責任感。課程共六節，以觀察螃蟹等海洋動物特徵為起點，引導學生分組討論與設計，進而應用摩擦力原理進行玩具製作與改良。研究過程顯示，學生能將觀察所得轉化為設計構想，展現出積極參與與同理關懷，也在操作中深化對科學概念的理解。課後多數學生能主動提出保育行動構想，如減少塑膠使用與向家人倡議海洋保育等。本課程示例有助於展現科技教育結合議題導向與實作學習的可能性，亦可作為未來相關教案設計之參考。

關鍵字：核心素養、科技教育、摩擦力、海洋保育、觀察與實踐

以海洋生物保育融入攀爬玩具製作之國小科技教育課程

實踐與成效分析

Integrating Marine Species Conservation into Climbing Toy Design: Implementation and Impact Analysis of an Elementary Science and Technology Curriculum

劉茗玥

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系研究生

Ming-Yue Liu

Graduate student, Dept. of Technology Application & HRD,
National Taiwan Normal University

Abstract

This study designed a third-grade technology course combining marine conservation with climbing toy design. Students observed crabs and applied friction principles to create toys. The course fostered active participation, empathy, and conservation awareness, demonstrating the value of integrating issue-based themes with hands-on learning in elementary education.

Keywords: Technology Education, Issue-Based Learning, Marine Conservation, Friction, Core Competencies

壹、前言

因全球環境變遷與人類活動加劇，對海洋生態系統造成嚴重影響，尤其海洋生物棲息地破壞與過度開發等問題日益嚴峻。臺灣因地理位置優勢，擁有豐富之海洋資源與生物多樣性，然人類活動對環境之衝擊持續擴大。為應對此挑戰，教育部於 2007 年發布《海洋教育政策白皮書》，強調透過教育推動「海洋立國」理念，並在基礎教育中融入海洋保育議題，以提升學生之環境意識與責任感（教育部，2007）。

科技教育於基礎教育中擔負啟發學生科學素養與創新能力之重要角色。《十二年國民基本教育課程綱要總綱》指出，科技教育應結合科學實作與議題探究，透過真實情境之學習，培養學生知識應用與問題解決能力（教育部，2014）。基於 STEM 教育理論，本研究設計課程以攀爬玩具製作為實作載體，引導學生在分組合作中觀察與分析海洋動物特徵，進一步探討海洋生物保育之需求與挑戰，結合摩擦力應用進行創意設計（林，2019；李等，2021）。

課程透過動手實作與議題探究之結合，學生不僅深化對摩擦力原理與科技應用之理解，亦在觀察與創作中增強問題解決能力與社會責任意識。本研究旨在分析課程設計之實踐成效，並探討其對學生學習動機、科學素養與行動力之影響，為未來相關課程之設計提供參考。。

貳、教學理念

一、教學理念

本教案以核心素養為基礎，結合科技教育與海洋保育議題，著重於引導學生從觀察動物特徵開始，逐步理解動物的生存需求，進而培養對動物的同理心與生態保育之意識。《十二年國民基本教育領域課程綱要核心素養發展手冊》指出，核心素養應注重跨領域學習，強化學生在多元情境中解決問題之能力與社會責任感（教育部，2014）。本課程聚焦「道德實踐與公民意識」及「系統思考與解決問題」核心素養，將科學知識與環境教育相結合，激發學生關注與愛護生態之行動力。

研究顯示，透過觀察與理解動物行為，學生能發展對動物的同理心，進而深化對環境保護之認知。臺北市立動物園的「黑猩猩同理心課程」證實，戶外教學活動有助於提升學生對動物

的情感聯繫與關懷意識(鍾嘉怡, 2021)。本教案透過螃蟹等海洋動物的觀察活動,引導學生關注生物特徵與行為,進一步反思人類活動對生態的影響,將科學知識內化為行動責任。

二、內容要點

- 海洋生物保育:引導學生理解台灣海洋生物(如澤龜、鯨豚、海鳥)面臨之困境。
- 摩擦力原理:製作攀繩玩具的過程中,學生學習摩擦力如何幫助玩具攀爬。
- 科技與環保結合:透過玩具製作,加深學生對科技應用之認識,並將其與保護海洋生物的责任感聯繫起來。

三、教學設計

本課程設計以學生為中心,採用探究導向學習模式,整合觀察、實作與反思歷程,旨在幫助學生於動手操作中習得摩擦力等物理概念,並內化對海洋保育議題的認知。課程分為三大階段:觀察與理解、設計與製作、分享與反思,共計四節課時。

(一) 觀察與理解

學生透過多媒體影片與圖卡觀察螃蟹等海洋動物之形態與運動特徵,並討論其棲息環境與保育挑戰。本階段鼓勵學生以「研究者」身份記錄螃蟹的動作模式,並思考人類活動對其生存之影響。研究指出,透過觀察動物行為可有效提升學生對生命之尊重與關懷(楊詠晴, 2021)。本環節旨在將科學學習與情感教育相結合,為學生後續實作與設計奠定基礎。

(二) 設計與製作

學生以小組形式合作,根據觀察所得設計攀爬玩具,並結合摩擦力原理完成製作。在此過程中,學生需測試材料性能並進行迭代設計,以提升作品之穩定性與功能性。研究顯示,動手實作歷程能有效培養學生的問題解決能力與創新思維(林坤誼, 2019)。本階段讓學生在實踐中運用科學知識,並通過合作探索多元解決方案。

(三) 分享與反思

學生展示作品並說明設計理念(螃蟹特徵),分享從觀察到製作之學習歷程,教師透過提問引導學生反思人類活動如何影響海洋生態。本階段強調學生將學習成果轉化為行動意識,如參與海

洋保育活動或減少塑膠使用，以實踐對環境之承諾。研究指出，反思與分享歷程有助於學生將學習內化為長期行為（臺北市立動物園，2015；教育部，2014）。

參、教學設計

一、課程設計目標

本課程目標為透過觀察與實作歷程，培養學生對海洋生物之觀察力、科學探究能力及對環境保育之責任感。核心目標包括：

- 1.透過觀察螃蟹等海洋動物之特徵，提升學生對生態環境與生物需求的理解。
- 2.結合摩擦力原理，完成攀爬玩具之創意設計與實作，深化對科學概念的應用。
- 3.強化學生之問題解決能力與同理心，培養其關注與愛護生態之行動意識。

二、課程設計架構與內容

課程共分三階段，依學習目標逐步深化內容，詳細設計如下：

（一） 觀察與理解（2 節課）

1. 教學目標：學生能透過觀察與討論，記錄螃蟹的外觀特徵（如體型、顏色、爪的形態），並進一步認識其棲息需求與保育挑戰。
2. 活動設計：• 播放關於螃蟹生態與外觀特徵的影片，學生分組討論螃蟹形態特徵（如硬殼、防禦構造）與其生活環境間的關聯。使用多媒體圖卡，引導學生仔細觀察螃蟹的外觀特徵，並在學習單上繪製簡易示意圖，記錄關鍵特徵。
3. 評估方式：檢查學習單完成度與小組討論表現，並觀察學生能否描述螃蟹特徵及其與環境的互動。

（二） 設計與製作（3 節課）

1. 教學目標：學生能應用螃蟹外觀特徵完成攀爬玩具之設計與製作，並通過測試與改進提升作品功能性與穩定性。

2. 活動設計：小組選擇材料，根據所觀察的外觀特徵（如爪的形狀、爬行方式）繪製玩具設計圖，討論如何模擬螃蟹的結構特性。學生進行玩具製作與測試，記錄失敗原因並改進設計。完成作品後，組間互相測試玩具穩定性與功能，分享設計經驗。

3. 評估方式：評估學生在材料選擇、設計圖繪製及作品完成度等方面之表現，並觀察小組合作與問題解決能力。

（三） 分享與反思（1 節課）

1. 教學目標：學生能展示作品，清楚說明其設計理念與學習歷程，並反思人類活動如何影響海洋生態。

2. 活動設計：• 學生介紹該種螃蟹的特徵，討論製作中的挑戰與改進策略。全班討論如何將學習成果轉化為日常生活中的保育行動，如拒絕購買走失外來種、路過陸殺熱點時提醒家長注意路面與車速。

3. 評估方式：通過學生之口頭報告及分享，評估其學習成果、反思深度及行動計畫的可行性。

三、課程設計目標

（一） 材料、工具清單：

1. 木材（正反背板、零件、繩子）（老師提供）
2. 白膠/木工膠、雙面膠
3. 著色用具（蠟筆）
4. 海洋生物插圖著色用線稿（老師提供）

（二） 製作步驟：

印製不同種類螃蟹插圖之線稿，讓學生依據自己查到的動物特徵著色，不可以創意塗色。攀爬玩具之兩片背板，中間之支撐零件會先切割好。學生著色完給老師檢查，特徵/顏色正確即可領背板、零件、棉繩，回座位組裝。

(三) 對應 12 年國教綱要內容

1. 本學習活動之核心素養

科議 k-II-1 認識常見科技產品：透過製作攀繩玩具，學生學會認識玩具中的摩擦力原理及其應用。

科議 s-II-1 繪製簡易草圖以呈現構想：學生將設計玩具形狀，並繪製簡單草圖以視覺化設計概念。

科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣：透過實作活動，學生可以體會親手製作物品的成就感，並提升對科技的興趣。

2. 本學習活動之學習內容

科議 P-II-1 基本的造形概念：學生將學習設計攀繩玩具的外形，並理解基本造形設計。

科議 P-II-2 工具與材料的介紹與體驗：學生學習操作手線鋸、鑽床等木工工具，並認識常見木材的特性。

科議 S-II-1 科技對個人及社會的影響：學生透過製作攀繩玩具，理解科技產品對日常生活的應用及影響。

3. 本學習活動之學習表現

科議 s-II-2 識別生活中常見的手工具與材料：學生將學會使用生活中常見的木工工具並掌握其操作方法。

科議 c-II-1 依據特定步驟製作物品：學生按步驟進行攀繩玩具的製作，從設計到組裝，完成作品。

4. 學生的學習表現和學習內容與核心素養呼應情形

科議 k-II-1 與科議 k-II-1 核心素養呼應：學生將理解摩擦力在攀繩玩具中的應用，並認識其原理。

科議 s-II-1 與科議 s-II-2 核心素養呼應：學生能通過設計和繪製草圖來展示自己的設計構想，並進行具體實作。

(四) 材料、工具與設備清單

1. 教學環境：

教室、

投影機與示範教具、

擴音設備。

2. 教師教材準備：

投影片：介紹海洋動物相關問題、摩擦力解說之簡報、

示範作品、

學習單。

四、教學簡案

單元名稱	攀繩玩具製作--海洋生物保育				
班級	國小三年級	人數	30 人	時間	4 節160 分鐘
教材來源	● 攀爬玩具 ● 相關影片				
設計理念	根據十二年國民基本教育的核心素養，設計本課程來促進學生社會責任及對海洋生態的關心，並科技應用與解決問題的能力。同時，透過手工製作和設計過程，提升學生的創造力與實作能力。				
學習條件分析	學生已有基本著色、黏合工具的操作經驗，適合進行簡單的組合製作與創作過程。				
教學目標	單元目標		學習表現		
	一、認知領域 1. 學生能認識螃蟹等海洋生物之外觀特徵（如體型、顏色、爪的形態）及其與棲息環境的關聯性。 2. 學生能理解摩擦力之基本概念，並運用此科學原理於攀爬玩具設計中。 3. 學生能分析人類活動對海洋生態之影響，提出改善生態環境的初步建		一、認知領域 1. 科議 k-II-1 認識常見科技產品：學生透過觀察與討論，學習摩擦力原理在攀爬玩具中的應用，並了解科技產品的基礎設計概念。 2. 科議 S-II-1 科技對個人及社會的影響：學生能分析科技產品如何解決生活需求，並理解科技對社會及環境的影響。		

議。 二、技能領域 1. 學生能透過觀察與學習單記錄螃蟹外觀特徵，並繪製簡易示意圖。 2. 學生能應用觀察所得設計攀爬玩具，並在製作過程中進行測試與改進。 3. 學生能完成玩具設計與測試。 三、情意領域 1. 學生能表達對海洋生物的同理心，關注其生存需求與保育挑戰。 2. 學生能反思日常生活行為對生態環境的影響，並制定具體的保育行動計畫。 3. 學生能展現對科學學習的興趣，並在製作過程中體現積極參與的態度。	二、技能領域 1. 科議 s-II-1 繪製簡易草圖以呈現構想：學生設計攀爬玩具時繪製簡易草圖，將設計概念與螃蟹外觀特徵視覺化。 2. 科議 s-II-2 識別生活中常見的手工具與材料： 學生在玩具製作過程中學習使用常見工具（如剪刀、膠水）與材料，並掌握其基本操作方 法。 3. 科議 c-II-1 依據特定步驟製作物品： 學生按步驟進行攀爬玩具的製作，從材料準備到設計、組裝與測試，完成整體作品。 三、情意領域 1. 科議 a-II-2 體會動手實作的樂趣： 學生透過實作活動，體會完成攀爬玩具的成就感，並提升對科技實作的興趣。 2. 科議 c-II-2 認識科技與生活間的關係： 學生能反思科技產品設計與日常生活需求的連結，並思考如何應用科技知識於保育行動。 3. 科議 c-II-3 展現關懷與責任感： 學生能通過課堂討論提出具體的保育行動計畫，展現對自然環境的同理心與責任感。
--	--

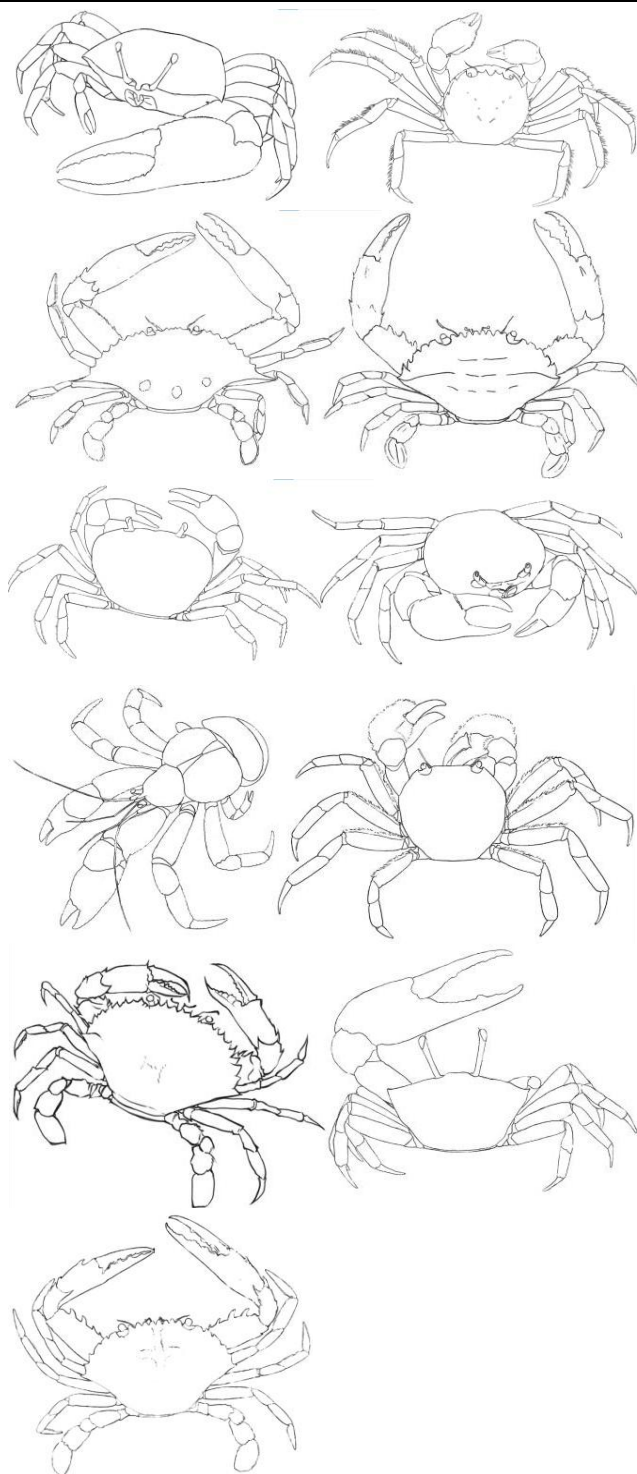
五、教學實施

節數	主要教學活動	教學資源	時間	評量	備註
第一節	【引起動機】介紹台灣海洋生物的困境介紹主題與課堂規範。   圖 1 圖 2 【準備活動】討論動物保護 老師分享三個故事： 1. 澤龜的悲劇：被丟入大海的澤龜 2. 鯨豚類的悲劇（中華白海豚+小虎鯨）救援需 24 小時有人在水中扶著牠們。 3. 不會飛的海鳥救援（科技的應用）   圖 3 圖 4 故事引導學生思考，救援這些珍貴的野生動物最重要的是什麼？ 金錢、人力？都是，但不完全是。 最重要的是，讓更多人看見「我們重視這件事」，這樣我們才能有更多資源做出正確的選擇。   圖 5 圖 6 所以讓我們一起努力舉起我們心中珍貴的海洋動物，讓更多人看見牠們需要被幫助。	澤龜、鯨豚、海鳥故事、投影片 故事分享、問題引導	15 20	口頭互動、提問觀察	

第二節	【引起動機】介紹台灣海洋生物的困境：  圖 7  圖 8  圖 9  圖 10	故事分享、投影片、問題引導	30	口頭互動、提問觀察
	回顧上節課澤龜被丟入海中的故事，告訴學生幫助小動物必須由先「認識」開始，認識的重點之一就是去了解這些物種的特徵。附加：狂犬病與鼬獾、流浪貓犬的故事。所以不認識他們卻擅自誤解他們，就像小朋友不喜歡吃什麼我還三餐餵你吃那種食物一樣。 故事：研究室救回的石虎被民眾餵滷雞頭一個多月。 【反思與作業】 學習單：查詢抽到的螃蟹種類，並列印一張以上清楚的照片貼上，並於照片中標示其特徵。  圖 11  圖 12  圖 13  圖 14	發學習單並解釋。	5	

	海洋生物保育 攀繩玩具製作 班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____ 1、我今天上課時抽到的動物是：_____。 2、請查詢今天抽到的動物，並幫牠選取最少一張最清晰的照片「彩色列印」出來，小心地剪下它，貼在下方便例圖上（越大越好喔！），並像範例一樣標出牠的特徵。（如：顏色、特別的構造與紋路……等等）  麗彩擬瘦招潮蟹				
第三節	上週課程回顧： 學習單加分（點 1-2 位願意分享的同學上台，觀察學生反應，若分享不熱絡可略過）  【著色階段】依據特徵為螃蟹著色。 先印好螃蟹之線稿，讓學生依據自己查到的種類特徵著色，不可以創意塗色。	投影片、學習單 海洋動物插圖、蠟筆	10 30	學習單提交、問題討論 顏色正確性與細節觀察	

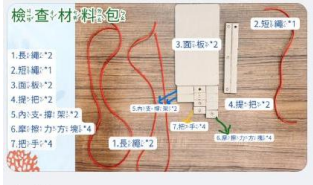
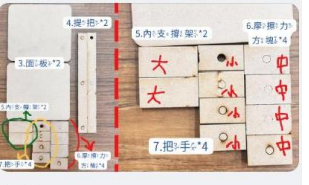
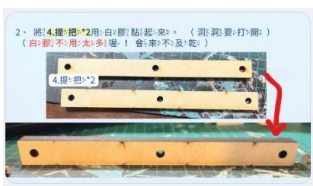
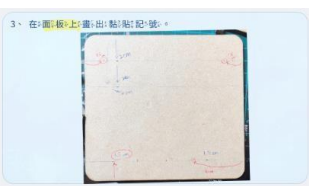
第四節



若著色完成可以跟老師領 3 張小鯨魚貼紙，去幫「覺得資料查詢的最仔細、特徵描寫的最認真」的同學加分（將貼紙貼在對方學習單的右上角。）藉由欣賞同學的作業認識更多螃蟹。）

小鯨魚貼

紙

第五節	說明摩擦力的意涵。  第三課 磨擦力 與 攀爬玩具 圖 1  什麼是「磨擦力」？ 磨擦力是當兩個物體表面互相接觸，並且滑動或想要滑動時，阻止它們移動的力量。 簡單來說，就是物體之間在接觸時，「互相拉扯」而產生的力量。 圖 2 讓學生觸摸砂紙，了解摩擦力。  生活中的「磨擦力」 1. 走路：正當情況下，鞋底和地面之間的磨擦力幫助我們站穩和走路。 2. 擦黑板：用板擦擦黑板時，板擦和黑板之間的磨擦力會把粉筆灰擦掉。 3. 抓握鉛筆：鉛筆和紙之間的磨擦力，讓我們可以在紙上留下字。 4. 滑溜的地面：如果地板上有油或水，磨擦力變小了，就很容易滑倒。 圖 3  「磨擦力」的特點 • 磨擦力可以幫助我們： 像走路、寫字、開車停止，都是因為磨擦力的幫忙。 • 磨擦力也會造成問題： 例如當我們騎腳踏車時，輪胎和地面磨擦久了，輪胎會磨損。 磨擦力是一種會「阻止物體移動」的力量。 圖 4 【實作階段】組裝玩具，實際體驗、學習摩擦力應用。  一起使用「磨擦力」製作「攀爬玩具」吧！ 圖 5  檢查材料包 圖 6  檢查材料包 1. 黏土*2 2. 粗繩*1 3. 圓盤*2 4. 橡皮*2 5. 內支撐架*2 6. 磨擦力方塊*4 7. 把手*4 圖 7  4. 膠帶*2 5. 內支撐架*2 6. 磨擦力方塊*4 7. 把手*4 圖 8  1. 將5內支撐架*2、6磨擦力方塊*4、7把手*4按老師的影片排好，分別用粗繩綁上大、中、小。 圖 9  2. 將5內支撐架*2、6磨擦力方塊*4、7把手*4兩兩相對，用白膠黏起來。（距離要打准！）（白膠不用太多！會夾不及乾） 圖 10  2. 將4橡皮*2用白膠粘起來。（距離要打準！）（白膠不用太多！會夾不及乾） 圖 11  3. 在圓盤上畫出黏貼記號。 圖 12	簡報 砂紙 材料包	10 工具使用觀察 30
------------	--	-----------------------------	-----------------------------------

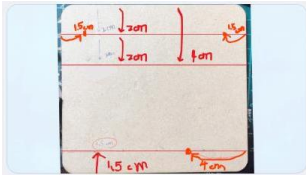
第六節	繼續製作  圖 13  圖 14  圖 15  圖 16  圖 17  圖 18  圖 19  圖 20  圖 21  圖 22 展示作品與發表  圖 23  圖 24		25		
	學生作品		15	口頭提問、發表討論	



圖2 學生依據查詢之該種螃蟹特徵著色

二、加深學生對科學概念的應用與實踐能力

實作階段，學生運用摩擦力基本原理完成攀爬玩具製作，並通過測試與調整改進作品功能性與穩定性。此一過程不僅增強學生的科學知識應用能力，更幫助他們掌握基礎材料與工具的操作技巧，實現了學習與實踐之緊密結合。（圖3）



圖 3 學生運用摩擦力基本原理完成攀爬玩具製作

三、促進學生的同理心與環境保育意識

學生在了解螃蟹的生存挑戰與人類活動對海洋生態影響的過程中，逐漸形成對野生動物的同理心與保育意識。課後調查顯示，多數學生反映對保育行動有了更具體的認識，如減少塑膠使用、支持環境友善的行為等，展現了從認知到行動的轉變。

四、激發學生的學習興趣與創造力

實作活動讓學生充分體驗了動手製作的樂趣，並在設計與完成攀爬玩具的過程中激發了創造力。學生反映實作過程中的挑戰激發了他們的好奇心與解決問題的能力，部分學生在課後主動

提出進一步改良玩具設計的想法，表現出強烈的學習動機與參與意願。（圖4）



圖4 學生在課後主動提出進一步改良玩具設計的想法（在背板畫上螃蟹的棲息地）

五、培養學生的反思能力與行動意識

反思與分享階段，學生能從自己的作品出發，檢視製作過程中的挑戰與學習成效，並提出保育行動計畫，例如提醒家人注意塑膠垃圾對海洋生物的威脅，或參與社區的保育活動。這表明學生不僅深化了對學習內容的理解，還具備了將知識轉化為實際行動的能力。

伍、結論與建議

一、結論

本文章使用之教案以螃蟹外觀特徵的觀察與記錄為核心，引導學生從了解動物形態與需求入手，逐步建立保護環境與關注生態的基礎。學生通過螃蟹特徵的繪製，深入學習生物形態特徵與其應用價值，體現科學觀察與分析能力的提升。活動強調細節觀察與準確記錄，幫助學生以具體方式認識環境保護的關鍵在於了解與尊重生物需求。

在攀爬玩具製作活動中，學生應用摩擦力概念進行實作與測試。製作過程讓學生體會摩擦

力對物體穩定性與運動效果的重要影響。例如，學生在設計玩具時調整部件間的摩擦程度，成功模擬螃蟹攀爬的動作。這一過程促使學生將科學理論應用於實際操作，並進一步理解自然界的科學現象。

教學成果顯示，學生通過逐步學習，從觀察螃蟹特徵至應用摩擦力完成玩具製作，不僅深化對動物需求的理解，還強化了實作能力與科學知識應用能力。反思與分享活動進一步促進學生檢視學習歷程，提出改進設計與材料選擇的具體建議，展現其對知識應用的積極態度。

二、建議

(一) 加強摩擦力原理的科學應用指導

建議在課程中增加對摩擦力理論與應用的引導，例如通過實驗演示不同材料間摩擦力的差異，幫助學生更直觀地理解摩擦力對物體運動的影響，並將其應用於玩具設計。

(二) 深化物種需求與環境挑戰的探討

在觀察與記錄基礎上，增加關於螃蟹生存需求與人類活動影響的討論，例如探討海岸生態環境對螃蟹攀爬能力的支持，幫助學生進一步認識環境保護的重要性。

(三) 拓展實作活動的多樣性

建議在玩具製作活動中引入不同形態或特徵的生物模擬設計，例如探討其他生物形態（如蜥蜴爪部）如何結合摩擦力應用，進一步提升學生的創新思維與實作能力。

(四) 結合環保行動與教育宣導

課後活動可融入學生設計的攀爬玩具作為宣導工具，用於推廣海洋保育與生物保護，讓學生在實踐中深化對保育行動的理解與參與。。

陸、參考文獻

教育部（2018 年 9 月）。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。國民中小學課程與教學資源整合平臺。

<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/27526/66412.pdf>

教育部（2007）。海洋教育政策白皮書。國家教育研究院。

<https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/55805/40f900df-a70b-4e1f-847f-e53ed94b4c77.pdf>

教育部 (2021 年 2 月)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。國家教育研究院。

<https://www.edu.tw/Default.aspx>

國家教育研究院 (2020 年 6 月) 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。<https://www.naer.edu.tw/>

國家教育研究院 (2020 年 10 月) 十二年國民基本教育議題課程綱要融入說明手冊。

<https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/29143/105750.pdf>

林坤誼 (2019)。鼓勵勝過規範：影響國中生 STEM 科際整合行為之因素。國立臺灣師範大學研究亮點網。<https://rh.acad.ntnu.edu.tw/tw/article/content/293>

李易澄、陳昱嘉、洪士勛、曾致豪、黃琴扉 (2021)。融入科技力提升化學探究與實作之問題解決。臺灣化學教育。<https://chemed.chemistry.org.tw/?p=39888>

鍾嘉怡 (2021)。動物同理心課程成效之研究—以臺北市立動物園黑猩猩戶外教學為例。國立臺灣師範大學。<https://hdl.handle.net/11296/mfvekn>

Yang, J. Y. C. (2012). 一堂「以同理心對待動物」課程之成效與國小教師的動物同理心及對人道教育在校施行之態度 [碩士論文, 台灣大學]。華藝線上圖書館。
<https://doi.org/10.6342/NTU.2012.02515>