

教育部109年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

計畫編號：4-5

計畫名稱：發展 STEAM 課程提升國小生科學探究 能力-以回收寶特瓶自製打擊樂器為例

主持人：陳克韋、郭世育、李義評

執行單位：臺中市龍海國小

壹、計畫目的及內容：

108課綱的核心素養希望學生「能適應現在生活及面對未來挑戰」，現代生活的周遭充斥著不斷創新的科技產品、各項資訊，以及所衍生出的問題。因此我們的國民更需要具備科學素養，能瞭解科學應用、善用科學方法及運用創新思維，面對生活中各種科學問題，能做出評論及行動。科學學習方法，當激發學生對科學的好奇心與主動學習為出發點，引導從既有經驗出發，經由主動探索、專題製作等多元途徑獲得深度學習。

STEAM課程整合科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)、藝術(Art)、數學(Math)學科，是一種將藝術融入STEM課程統整模式，具備跨學科、協作性、設計性核心理念(余勝泉，2015)，如圖1所示。各學科打破框架，群科重新排列組合的合作學習模式(好讀週報，556期，2020)。Leigh(2008)指出STEM素養在科學方法和設計過程中扮演「根基」角色，以STEM為工具、通訊及語言，另以發現和問題解決為思考方法，成就創新行為。藝術學習能增強與其他學科的聯結，多元課程的融合，有助於提高學生學習意願。科技的進步，教育現場快速改變，學生不再只是科學學習者，而是要發揮創意發想家。要帶進創造元素，就是將藝術送進教室。STEAM課程與108課綱總體目標中「進而勇於創新展現科技應用與生活美學的涵養」相契合。跨學科領域、與生活環境連結的美感、培養出機器人無法取代的「人力」(親子天下，90期，2017)。

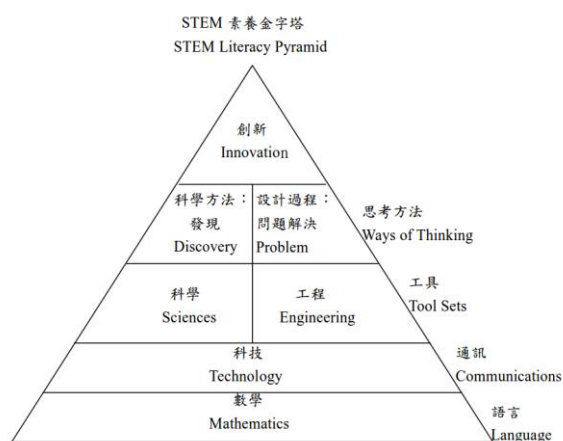


圖1:STEM 素養金字塔

學習意

「創造力」要靠「養成」，需一段時間，在有創意的環境中慢慢培養。大多數有創意的作品，都不是一個人坐在那邊完成的，而是一群人共同合作(親子天下，91期，2017)。九名教師一起開發動手做專案，首先，取材生活中處處可見的珍珠奶茶吸管，經由打洞，結合自行研發吸管吹嘴發展出「吸管笛的製作及研究」(2008生活科技創作學術研討會)。教師做出好奇心，以音量、音色及音高進行常見樂器分析「國小聲音教學-聲音判讀」(2009物理年會及研究成果發表會)。並將「自製排笛的研究」(科學研習51-4)，自製吸管排笛，讓學生從操作中發現空氣柱長短產生音高變化。並將研究成果轉化成「繁弦急管」課程，激盪學生發覺生活問題，推測實驗結果，經由實驗驗證，結果是否跟自己預期一樣。科學概念的獲得，有賴於更多的科學實驗。將成果彙整，參加106教學卓越比賽，榮獲銀質獎，如圖2所示。



圖2:106教學卓越銀質獎

保特瓶打擊樂使用環保回收的資源(廢材)，所需成本0元，且「可重新利用」等優點；能讓學生瞭解當不同氣壓、不同瓶身大小、不同飲料瓶身、打擊棒材質、敲擊位置改變時，找出可以打擊出不同音階的保特瓶樂。透過控制以上因子，發現保特瓶樂器製作方法，是一種值得推廣的教具。製作方法如下：

表1：保特瓶打擊樂器製作流程

		
<p>1. 用打氣機打氣檢查氣嘴功能是否正常</p>	<p>2. 用剪刀剪除橡皮。</p>	<p>3. 在瓶蓋用原子筆標示中心點</p>
		
<p>4. 用圓孔刀挖出0.7公分的孔。</p>	<p>5. 用熱熔膠將氣嘴和瓶蓋</p>	<p>6. 在保特瓶中打氣及彩繪</p>

本計畫有四個目的：

- (一) 探討「保特瓶打擊樂器」的科學內涵。
- (二) 以 STEAM 模式設計「保特瓶打擊樂器」教學活動方案。
- (三) 促進研究者科學專業能力及以 STEAM 模式設計科學教學活動的能力。
- (四) 組織跨校、跨領域教師團隊，進行共同備課、觀課及議課，發展 STEAM 課程。

三校(龍海、龍泉、快官)寒假科學營課表：

	第一天、第二天	第三天、第四天
地點	龍海、快官國民小學	龍泉國民小學
時間	活動內容	活動內容
09:00~16:00	聲音探究-保特瓶打擊樂器 李義評 講師 陳念儀 助理講師	聲音探究-保特瓶打擊樂器 郭世育講師 王雅玲助理講師

貳、研究方法及步驟：

(一)研究方法：

本研究採行動研究的方式，從初步的計畫到反覆的行動、觀察、檢討過程中所面臨的困難一一篩檢，再提出解決辦法，修正計畫，再繼續行動、觀察、檢討。深入問題核心，尋找具體可行的教學改進之道。研究者擬定此次的研究計畫，研究流程如圖6所示：主要以 STEAM 課程統整模式來發展此次的教學課程，因此針對探究教學與聲學相關的文獻進行探討，再經由文獻中提到的問題加以修正，並與專家學者及合作的教師群共同設計素養導向的聲音教學課程，接著以設計好的課程來實施教學，先針對龍海及快官國小30名學生進行教學，教學後，與合作的教師們討論學生學習的狀況與教學上遇到的問題，並擬訂解決方式，對學習單與教學方式進行調整，再對龍泉國小30名學生進行教學，觀察是否有解決問題。

(二)研究步驟：

STEAM 教學流程表：

課程內容	STEAM 教學	教學流程
一、認識氣嘴	S：說明科學的知識 T：了解氣嘴的構造與功能	1. 收集氣嘴相關資料。 2. 了解氣嘴的構造與功能 美式氣嘴 VS 法式氣嘴
二、設計瓶蓋打洞方法	T：鑽孔器具的使用方式及注意事項	1. 剪刀打洞的運用探究 2. 電鑽打洞的運用探究 3. 圓孔刀打洞的運用探究
三、研發保特瓶止漏的方法	S：空氣的重量 T：電動打氣機的使用 E：研發寶特瓶止漏的方法 M：圓孔直徑測量 M：小數的加減法	1. 在瓶蓋中心鑽一個直徑0.7公分的圓孔。 2. 運用密封及止水材料測試瓶內是否呈密閉狀態無空氣洩漏情形。
四、探討打擊棒材質變化對音高的影響	S：敲擊瓶身振動產生聲音 E：1. 用不同材質打擊棒敲擊瓶身	1. 利用不同材質的打擊棒敲擊瓶身，並用手機 APP 測量音高。

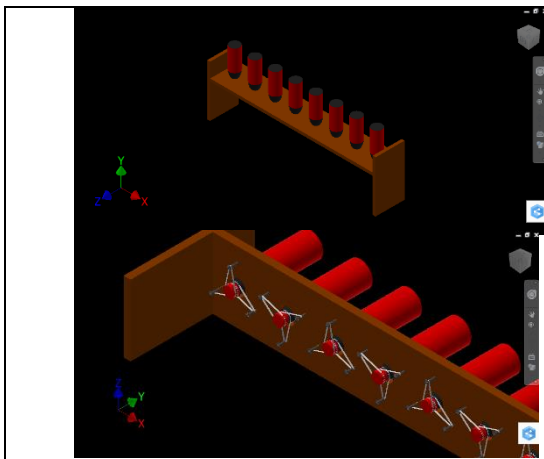
	2. 使用手機 APP 測量音高	
五、驗證敲擊位置變化對音高的影響	E：1. 敲擊瓶身不同位置 2. 使用手機 APP 測量音高	1. 敲擊瓶身不同位置並使用手機 APP 測量音高。
六、寶特瓶耐壓實驗	S：認識氣壓的單位 T：自動打氣機操作方式 E：測試寶特瓶耐壓程度	1. 在瓶內打入不同氣壓測試寶特瓶耐壓程度。
七、分析氣壓大小變化對音高的影響	S：認識氣壓的單位 T：自動打氣機設定不同氣壓 E：用敲擊棒打保特瓶，同時用手機量測音高	1. 自動打氣機設定不同氣壓 2. 用敲擊棒打保特瓶，同時用手機 APP 量測音高。
八、探究不同瓶身大小對音高的影響	E：在不同容量的寶特瓶中打入不同的氣壓 M：容量大小與單位	1. 在不同容量的寶特瓶中打入不同的氣壓。 2. 用敲擊棒敲打寶特瓶，同時用手機 APP 量測音高。
九、探討不同飲料瓶身對音高的影響	E：在不同飲料瓶中打氣並用手機 APP 測量音高 M：容量大小與單位	1. 在不同飲料瓶中打入不同的氣壓。 2. 用敲擊棒敲打寶特瓶，同時用手機 APP 量測音高。
十、寶特瓶樂器支架設計與外觀彩繪、裝飾	E：設計寶特瓶樂器支架固定 A：彩繪、裝飾瓶身	1. 將寶特瓶固定在插花鐵絲上。 2. 彩繪、裝飾瓶身

本研究在訂出研究範圍後，即開始文獻資料蒐集，了解目前保特瓶打擊樂器的方法及理論，做為聲學具體化課程發展的基礎。編寫教學資料，進行教學，並蒐集相關資料。

1. 文獻資料蒐集，前置訓練	1-1 蒐集及分析資料、文獻探討、決定目標及內容、及評量工具的編製。
2. 保特瓶打擊樂器	2-1 使用單變因實驗來瞭解保特瓶打擊樂器。 2-2 透過操作的學習統整自然課程中聲音高低概念。
3. 設計保特瓶打擊樂器的教案	3-1 設計保特瓶打擊樂器的教案。 3-2 進行實驗教學，使用學習評量、學習單，進行學習成效分析。 3-3 檢討改進教學教案，提供其他教師教學參考。
4. 建立保特瓶打擊樂器的網頁	4-1 將計畫成果上網，提供全國教師教學參考。 http://www.lhes.tc.edu.tw/科教專案
5. 辦理觀摩研習，推廣教育成效	5-1 辦理校內教學觀摩，提升教師專業成長。 5-2 配合教育局辦理市內教師研習，並分享研究成果。
6. 跨校聯盟	6-1 辦理三校(龍海、龍泉、快官)寒假科學營，兼顧科學素養的培養及扶弱目標。 6-2 三校合作成立科學實作社群，共同備課、觀課、議課。 6-3 以學生操弄實驗變因進行科學闖關。

參、目前研究成果：

1. 已籌組科教專案小組，成員包括校長、主任、組長、導師、及退休主任及校外國中教師、國小教師共19名，並商請彰師大、清華大學、逢甲大學及勤益科大教授諮詢。
2. 已使用單變因實驗來確認保特瓶打擊發聲的影響因子。影響聲音變化的主要因子有不同氣壓、不同瓶身大小、不同飲料瓶身，敲擊保特瓶可產生音程13度音。不同瓶身大小，6種瓶身共可發出14度音。經由實驗，發現回收保特瓶加上廢棄氣嘴可以製作成樂器，無需任何費用，自製出「0」元樂器-保特瓶打擊樂器。
3. 召開14次專業對談，共53人次參加，參加人員包括行政、課任、級任，及校外5位教師。
4. 以「物理科「0」元樂器-寶特瓶打擊樂」，參與108學年度臺中市科展，榮獲物理科第二名。
5. 團隊獲邀參與「2020台灣科學節」擺攤活動，經由團隊成員會議規劃活動、畢業校友畫3D設計圖、家長會長製作2組保特瓶架子、師生共同準備、校內預演、及師生11/7、11/8科博館擺攤，獲得兩天1000人以上參與闖關，學生6名，親師16名。



畢業校友繪製3D設計圖



2020臺灣科學節校內預演



學生擔任關主向兒童說明闖關方法



保特瓶打擊樂生動有趣吸引人潮聚集

6. 邀請彰師大 秦爾聰教授到校分享，題目：「數學面面觀」，參加教師16名，日期：11月11日。
7. 參與天下雜誌「2020未來教育國際論壇」得知史丹佛大學 D. School K12 Lab 協作學習負責人 Ariel Raz 聯絡方式，聯繫後，寄科教成果冊進行分享。

8. 成員參加天下雜誌「2020微笑臺灣創意教案比賽」，入圍全國12強，團隊並於12/13在臺大領獎。
9. 與 West Ewell Primary School UK 經由 email 聯繫，將校內目前發展 Steam 教學進行交流。

2020 微笑台灣 創意教案 入圍名單公布！

教案名稱	備小編 入圍名單	學校	負責教師
等「黨」到來~守「黨」家鄉的海洋綠地	新北市野柳國民小學		盧家榮、高錦輝、黃式維
屋簷下的建築師-打造 L.V 在地の家	新北市成州國民小學		黃玉玲、張家銘、周方雅、余俊傑、許俊傑
出發囉！水洞探險隊	新北市津頂國民小學		蔡維則、花慈福、李唯聖、許冠雄
Ngasal maku！原來我的「薑」	新竹縣尖石國民小學、新竹縣博愛國民小學、新竹縣柏岡國民小學		李采靈、黃書勤、徐詩雅、邱子傑、吳以勝
大瓦礫心 靈行動	台中市大瓦國民小學		趙秋英、劉麗忠、賴定免、鄭錦隆
用電思游，永續綠能	台中市龍海國民小學		劉小儀、林柏勳、魏如吟、陳潔萍、李義評
用青翠串起懸掛的故鄉 - 跨校視訊文化展品化創意實踐分享會	台中市教育大學實踐小學 高雄市大同國民小學		羅佳玲、鄭麗輝、劉靜、蘇秋雅
饒遠新世代	雲林縣三崙國民小學		陳思穎、吳雅偉、李彩瑤、吳恩如、蔡孟純
認識電，珍惜電，節約電，從小開始	嘉義市志龍國民小學		李宏珍
和電筒做朋友，空氣燈可以	高雄市長甲國民小學		陳明貴、陳怡靜、王健全、簡廷華、莊華淇
醬，請問你...	澎湖縣合群國民小學		謝榮廷、曾淑娟
糧食家“魚” 微笑海洋	澎湖縣馬公國民小學		陳河蘭、高欣雅、蔡謙浩、林廷輝、劉淑英



肆、目前完成進度

年月	109 08	109 09	109 10	109 11	109 12	110 01
文獻資料蒐集						
自製保特瓶打擊樂器						
教案撰寫						
保特瓶打擊樂網頁						
報告撰寫						
科學教育進廣						
跨校聯盟						

伍、預定完成進度

年月	109 08	109 09	109 10	109 11	109 12	110 01
文獻資料蒐集						
自製保特瓶打擊樂器						
教案撰寫						
保特瓶打擊樂網頁						
報告撰寫						
科學教育進廣						
跨校聯盟						

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

柒、參考資料