

# 教育部111年度中小學科學教育計畫專案

## 期中報告大綱

計畫編號：2-2

計畫名稱：發展 STEAM 課程提升國小生科學探究能力並推展國際化  
以製作音高精確的笛子為例

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：

「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」。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。



圖1:106教學卓越銀質獎

教育部在2020年發佈「國際教育2.0白皮書」，提到未來努力方向有二點：1. 深化推展國際教育融入課程 鼓勵學校將國際教育融入各領域學科，或設計國際教育課程模組，提升外語、全球議題、文化課程學習及資訊科技運用能力等，進行課程國際化的深度實踐。2. 擴大國際交流對象與交流模式 鼓勵學校建立國際夥伴關係及實施多元國際交流模式，包括實體及網路的國際交流，讓學生透過體驗學習，認識不同國家及文化，提升其國際視野與競爭力。國際教育2.0理念建立在12年國教課程綱要之上，鼓勵學校教師結合中小學課程與國際教育課程，將國際議題融入各領域學科或進行跨領域統整教學，培養學生具備「多元文化與國際理解」的核心素養。國際教育是一種體驗教育，中小學應透過結交國際夥伴來學習國際教育。透過國際夥伴關係之延伸，才能迅速獲得更多教育國際化的資源與機會。「接軌國際、鏈結全球」的意涵如圖所示。本校龍海國小在國際教育已執行3年，目前已經與印度、英國及加拿大三間小學有夥伴關係。首先發展能源永續(SDGS)的動手做課程，最後將此一系列的感受和認知與國際夥伴印度 N.H.GOEL WORLD SCHOOL 視訊做比較並與其分享探討家鄉的故事，互相交流學習。擴充學生國際視野，進而培養學生具有國際思維的「全球公民」。並將此課程參與2020天下雜誌創意教案比賽，榮獲「中油綠色能源教育獎」。並與英國 West Ewell Primary School 伙伴學校分享 STEAM 課程。

長期執行科教專案，將團隊所發展 STEAM 課程到校外推廣，除提升校內教師科學教育教學品質外，並到溪尾國小、大肚國小、彰師大、暨南大學、清華大學及寰宇電台分享，且引導學生參與科博館科普推展活動：團隊參與2020臺灣科學節，兩天超過500人闖關。並將成果彙整參與臺中市全國首創帶職帶薪進修計畫，成為6位獲獎人之一。在執行110年科教專案期間，將持續推展科學活動，團員擔任彰師大「科教專案計畫撰寫工作坊教師研習活動」及「2021第37屆科學教育國際研討會」工作坊講師。並與暨南大學合作將STEAM教學在南投仁愛紮根，與發祥、紅葉及力行國小交流，並與當地老師共備，協助在地泰雅族文化活動轉化成科學課程。擔任教育部「素養導向教學公開授課『上一堂好課』分享會」示範老師，當天分享會教育部長、國教署長及新北教育局長皆參與。

本計畫從三個面向著手，讓學童從親身探究中逐步理解、進而應用聲學原理。期待學生能從「做中學」，培養出能帶著走的能力，如表1製作音高精確的笛子製作流程所示，符合108課綱及杜威所說的做中學及十大能力指標中主動探索與研究、運用科技與資訊及解決問題是相同的道理。第一面向是經由 STEM 課程統整模式的探索、思考、分析、創造與學習，讓孩子能解決問題，找製作音高精確的笛子之變因。第二面向則為將藝術融入STEM，使學生運用製作音高精確的笛子變因，設計、製作音高精確的笛子的依據，透過科學探索課程及創意思考引導，讓學生自造出音高精確的笛子。更進一步，將美學概念運用於新情境，與新興科技結合，學生創意加分。第三面向是將實作課程做轉化成英語，並與夥伴學校關係進行國際交流，包括實體及網路的國際交流，讓學生透過體驗學習。

吸管直笛製作如下所示：

表1吸管直笛製作流程

		
1. 去掉吸管尖端，將吸管裁切成20公分	2. 先將吸管一側壓出痕跡，再用尺、簽字筆做記號	3. 依序用打洞機在記號處打洞
		
4. 將3公分的熱熔膠條，塞1公分進吸管的前端	5. 將鐵絲纏繞在熱熔膠上，固定小吸管	6. 測試有無聲音



圖2: 榮獲帶職帶薪全時進修



圖3: 辦理暨大 STEAM 工作坊

吸管直笛使用吸管製作，所需成本不到10元；能讓學生瞭解當吸管打洞改良、不同孔徑、塞子材質及位置、孔徑微調。透過控制以上因子，製作出一支音高精確的吸管笛。透過控制以上因子，發現音高精確吸管笛製作方法，是一種值得推廣的教具。

本計畫有個目的：

- (一) 探討「製作音高精確的笛子」的相關科學內涵與技術。
- (二) 開發、設計以學生為主體及執行發展學生學習力的素養導向學習教學策略。並以 STEAM 模式設計「製作音高精確的笛子」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。
- (五) 培養社群成員成為「備課、觀課、議課、演示、典範分享」的素養導向種子教學教師，並到校外推廣。
- (六) 與夥伴學校(印度 Mount Abu Public School)透過視訊進行課程交流，擴充學生國際視野，進而培養學生具有國際思維的「全球公民」。

## 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，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：

以下針對製作音高精確的笛子與 STEAM 概念互相結合，說明如下：

表2: 製作音高精確的笛子 STEAM 概念

科學(S)	發出聲音原理
	聲音高低
科技(T)	材料的選擇
	學習科技工具-手機 APP 的使用
	加工方式
工程(E)	認識打孔機、塞子的尺寸、種類
	研究吸管的打洞方式
	孔徑微調的方式
	吸管直笛的組裝
	調整音高
藝術(A)	造型設計(形象、形狀、形體)
	創意思考
	吸管彩繪
數學(M)	打孔機孔徑測量
	塞子塞入吸管長度測量
	小數加減法

表3:STEAM 教學流程表

課程內容	STEAM 教學	教學流程
一、吸管打洞的研發	T：打洞工具(打孔機、圓孔刀、焊槍、線香、剪刀)的使用方式及注意事項	1. 工具使用安全須知。 2. 打孔機、圓孔刀、焊槍、線香、剪刀的使用方式操作。 3. 討論不同工具打洞的比較。
二、吸管打洞改良對音高的影響	E：用不同打洞方式製作音高精確的吸管笛。 S：說明科學的知識 T：試著用讓吸管笛吹出聲音	1. 小組討論如何讓吸管笛發出聲音。 2. 討論吸管發出聲音的原理。 3. 認識空氣柱。
三、不同孔徑對音高的影響	S：空氣柱的振動 T：不同孔徑的選擇	1. 怎麼樣吹才會讓吸管笛發出聲音？ 2. 為什麼吹吸管笛口會發出聲音？
四、塞子塞入吸管長度對音高的影響	T：使用手機 APP 測量音高 E：用不同塞入長度的吸管產生聲音。 M：運用魯班尺測量長度	1. 用塞子塞入吸管笛，並用手機 APP 測量音高。
五、塞子材料不同之改良	T：塞子材料(黏土(油性)、紙黏土、輕黏土、樹脂土、史萊姆、素描用軟擦)的使用方式及注意事項 M：運用魯班尺測量長度	1. 塞子材料使用安全須知。 2. 黏土(油性)、紙黏土、輕黏土、樹脂土、史萊姆、素描用軟擦的使用方式操作。 3. 討論不同塞子材料優缺點。
六、孔洞微調對音高的影響	S：聲音的高低 S：頻率音名唱名對照表	1. 使用不同孔徑微調，製作出具有不同音階的吸管笛樂器。
七、彩繪吸管笛	A：運用顏料彩繪笛身	1. 發揮美感和創意，彩繪吸管笛。

本研究在訂出研究範圍後，即開始文獻資料蒐集，了解目前製作音高精確的笛子的方法及理論，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. 製作音高精確的笛子	2-1 使用單變因實驗來瞭解製作音高精確的笛子。 2-2 透過操作的學習統整自然課程中聲音高低概念。
3. 製作音高精確的笛子的教案	3-1 製作音高精確的笛子的教案。 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. 建立製作音高精確的笛子的網頁	4-1 將計畫成果上網，提供全國教師教學參考。 <a href="http://www.lhes.tc.edu.tw/科教專案">http://www.lhes.tc.edu.tw/科教專案</a>
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 STEAM 科學實作營，兼顧科學素養的培養及扶弱目標。 6-2 十校合作成立跨校跨領域科學實作社群，共同備課、觀課、議課。 6-3 學生操弄實驗變因進行科學闖關，辦理全校科學營。 6-4 將 STEAM 成果與國際夥伴學校分享。



## 參、目前研究成果：

1. 已籌組科教專案小組，成員包括兩位校長、主任、組長、導師、及退休主任及校外國中教師、國小教師共11校22人，並商請彰師大、清華大學、逢甲大學及勤益科大教授諮詢。
2. 生活取材的自製樂器，具有輕巧、容易製作、及銅板價等優點，但有一個共通的缺點，就是音高的精確度需提升。針對此缺失如何改善，實驗先從自製直笛著手，並取用音樂課直笛作比對，找出可能影響音高精確性的因子。透過吸管打洞的研發、吸管打洞改良、不同孔徑、塞子材質及位置、孔徑微調。透過控制以上因子，製作出一支音高精確的吸管笛。
3. 召開13次專業對談，共有73人次參加，包含專家、龍海，及外校10位教師參加。
4. 以「製作音高精確的笛子」，參與110學年度臺中市科展，榮獲物理科第三名。
5. 10/5，擔任教育局主辦「第一屆績優教師全時進修研究成果工作坊一」之講師，講題：「STEAM 課程實作-以水管打擊樂器為例」，參加老師9位。
6. 10/12，擔任教育局主辦「第一屆績優教師全時進修研究成果工作坊二」之講師，講題：「如何設計特色課程以南投原鄉學校為例」，參加老師12位。



7. 11/17，擔任教育局主辦「第一屆績優教師全時進修研究成果工作坊三」之講師，講題：「活化教學的五部曲-以自然領域為例」，參加老師22位。



8. 與惠文高中、東光國小及印度 Mount Abu Public School 成立國際化交流社群，參加天下雜誌「2022微笑臺灣創意教案比賽」，在140位教案中，榮獲第一名評審團大獎。



9. 成立科展實作社群，邀請彰師大 林建隆教授11/24、12/29指導，參加師共8名。邀請南投力行國小教師加入，共同成長。



10. 團隊12/7到南投仁愛發祥國小，擔任活化計畫講師。主題：自然教學共備觀議課及專業成長研習。經由早上共備、觀課及議課，一到六年級全校學生參與。並以 STEAM 教學進行交流。參與師生38人次。

11. 成員擔任科教專案代表，參與12/28彰師大科教中心執行教育部「科教工作圈」111年科教相關中心實地交流參訪。



#### 肆、目前完成進度

年月	111 08	111 09	111 10	111 11	111 12	112 01
文獻資料蒐集						
自製音高精確的笛子						
教案撰寫						
音高精確的笛子網頁						
報告撰寫						
科學教育進廣						
跨校聯盟						

#### 伍、預定完成進度

年月	111 08	111 09	111 10	111 11	111 12	112 01
文獻資料蒐集						
自製音高精確的笛子						
教案撰寫						
音高精確的笛子網頁						
報告撰寫						
科學教育進廣						
跨校聯盟						