

# 教育部113年度中小學科學教育計畫專案

## 期中報告大綱

計畫編號：1-4

計畫名稱：發展 STEAM 課程提升國小生科學探究能力並推展跨校社群-以 自製烏笛為例

主持人：羅睿騰校長、郭世育、李義評

執行單位：臺中市立龍井區龍海國民小學

### 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。

近年來強調客製化與動手做的「自造者運動」(Maker movement)使得人人有機會成為創意的實踐家。培養孩子發現問題、解決問題、創造改變的能力(親子天下，79期，2016)。自然課程強調「手腦並用地解決問題」，培養好奇心、探索力、思考力、判斷力與行動力。學生親身體驗「從無到能用」，課程貼近生活，學習變興趣(好讀周報，556期，2020)。學者研究發現，學生常以自己的經驗或嘗試錯誤來解決問題，但是面對科技的快速變動，科技學習無法再依循「試誤學習」的模式，而是必須統整與設計製作產品相關的數學及科學原理，以作為改良或創新(游光昭，2007)。



圖1: 教學卓越銀質獎

教育部已在課程目標明訂學生需具備探究及實作能力，並舉辦委請高雄師範大學辦理107學年度「自造教育及創新科技創意實作競賽」期望學生發揮創意，透過實際動手製作，從中學習與解決問題。也補助學校示範科技教育教學與探索活動，計畫實施具備實作、校本特色、師資開放、合作共好原則。本校「自造者運動」課程已經15年，並將課程轉化成「聲光十色—光皮影傳奇」，參加教育部106教學卓越獎比賽，榮獲銀質獎，如圖1所示。

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)，Yakman (2010)建立的STEAM教育框架為「金字塔」，如圖2所示。各學科打破框架，群科重新排列組合的合作學習模式(好讀周報，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。藝術學習提供對事物洞察力，讓學生學習分辨、判斷、思考、模仿及評論，這些都有助於其他學科的學習。此外，藝術品是人類的一種發明，藝術家的作品能感動人、也能啟發人，因此，藝術是不同智能型式，能幫助學生培養各方面能力(蔡釋鋒，2016)。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2:STEAM 素養金字塔(Yakman)

本校團隊曾經執行教育部98年度中小學科學教育計畫專案「自製直笛，提升國小聲音單元的教學成效」開發出三種自製樂器，讓學童從操作中逐步發現聲音的原理。期待學生能從「做中學」，培養出帶著走的能力。第一種樂器是奧利多笛，奧利多笛音量大、音質優美，音域約有兩個八度，調音容易，適合做成簡易樂器，但有體積大、重量大及單人不易演奏多音的缺點。第二種樂器是珍珠奶茶吸管排笛，具輕巧、容易製作等優點，但音量小、不容易吹奏。第三種樂器則由前者延伸，進一步發現影響吸管直笛音高的因素有吹孔到音孔的距離、音孔的孔徑、下游音孔的開合、吹奏者氣流的強弱。另承辦教育部97年度中小學科學教育計畫專案「聲音具體化的教學活動以提升國小聲音單元的教學成效」也將聲音從抽象逐步走向具體化及視覺化。第一面向具體化，是利用一些分析音高及音色的軟體，讓學生可由視覺初步分析聲音。第二面向是聲音視覺化，運用一些基本素材，可自製一個滾筒示波器，在圓筒上做了一些改變，可以讓聲音及波形改變。另執行教育部106年度中小學科學教育計畫專案「以自製吐良，提升國小聲學單元的教學成效」此單元利用隨手可得的PVC水管，仿製出中國雲南景頗族的特有樂器—吐良。吐良的特別之處在於只有一個吹氣孔與管子左右兩側的開口，因此是利用氣的緩急及左右手的開閉，改變管子空氣柱的長短，發出不同的音高。此堂課程先由學生自我嘗試吹奏吐良，再由教師引導，探討發聲原理，並尋找出中國五聲音階的音高，最後完成曲子的吹奏。在108年度中小學科學教育計畫專案「以STEAM課程培養學生科學探究能力-以自製薄膜多多笛為例」，培養學生科學探究能力並以藝術融入STEM，使學生運用薄膜吸管笛變因，設計、製作薄膜吸管笛的依據，透過科學探索課程及創意思考引導，讓學生自造出薄膜吸管笛。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。在執行109年度中小學科學教育計畫專案「發展STEAM課程提升國小生科學探究能力-以回收保特瓶自製打擊樂器為例」時，利用回收保特瓶及廢棄的腳踏車氣嘴發展出0元打擊樂器。在110年度執行中小學科學教育計畫專案「發展STEAM國際課程提升國小生科學探究能力-以自製水管打擊樂器為例」，運用生活處處可見的水管，轉化成打擊樂器。執行111年度中小學科學教育計畫專案「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」，選用生活中處處可見吸管，讓學生自製出吸管直「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。

本計畫從三個面向著手，讓學童從操作中逐步發現聲學原理。期待學生能從「做中學」，培養出能帶著走的能力，和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，找出自製烏笛之變因。第二面向則為將藝術融入 STEM，使學生運用烏笛，與音樂及美術跨領域合作，學生創意加分。第三面向是將實作課程進行跨校社群推廣，社群成員到校外經由示範教學、辦理科學營推廣 STEAM 課程，並與夥伴學校關係進行交流，讓學生透過體驗學習。

自製烏笛具有價廉、輕巧、容易取得等優點，能讓學生瞭解當不同內吸管長度、不同內吸管直徑、不同內吸管材質、不同容器材質、不同容器高度六項等變項改變時，音高變化顯著。透過控制以上因子，自製烏笛是一種值得推廣的教具。

本計畫有個目的：

- (一) 探討「自製烏笛」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「自製烏笛」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(龍泉、沙鹿、中港)透過視訊進行課程交流，並辦理 STEAM 科學營，擴充學生視野，進而培養學生具有解決生活問題的能力。

## 貳、研究方法及步驟：

### (一) 研究方法：

組成跨校社群，強化教師結合學生生活、動手操作等學生本位的課程元素，經營學生本位的課程與素養導向教學。讓學生在動手、動腦中學習；在生活中成長；在合作互動中喜歡學習，而能促進學習成就。

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，教學設計流程如圖7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30名學生進行教學，觀察是否有解決問題。

(二)研究步驟：

以下鳥笛製作與 STEAM 概念互相結合，說明如下：

表5: 鳥笛製作 STEAM 概念

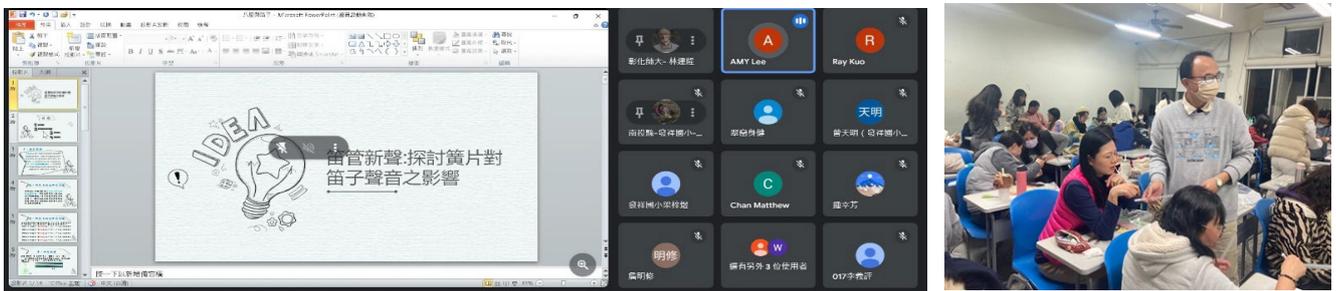
科學(S)	不同溫度的控制
	吹管角度的固定
科技(T)	Merlin app
	學習科技工具 Audacity
	聲音的轉檔
工程(E)	認識鑽子、螺絲起子
	內吸管固定
	鳥笛的組裝
藝術(A)	創意思考
數學(M)	內吸管的長度與直徑
	水位高度的測量
	瓶罐高度的配置
	吹管的角度測量

表6:STEAM 教學流程表

課程內容	STEAM 教學	教學流程
一、了解鳥笛的製作及聲音的轉檔與 Audacity 運用	E: 鑽孔工具 M: 角度的測量 T: 學習科技工具	1. 如何製作鳥笛。 2. 吹出聲音如何轉檔與測出音頻。
二、不同內吸管長度對音高的影響	S: 不同吸管的長度 T: Audacity 的使用 E: 內吸管固定 M: 內吸管長度測量	1. 裁剪出不同吸管長度 2. 吹出聲音紀錄，測量出音頻的變化。
三、不同內吸管直徑對音高的影響	S: 不同吸管的直徑 T: Audacity 的使用 E: 內吸管固定 M: 內吸管直徑測量	1. 準備不同內吸管直徑 2. 吹出聲音紀錄，測量出音頻的變化。
四、不同內吸管材質對音高的影響	S: 不同吸管的材質 T: Audacity 的使用 E: 內吸管固定 M: 內吸管長度測量	1. 準備不同內吸管材質 2. 吹出聲音紀錄，測量出音頻的變化。
五、不同容器材質對音高的影響	S: 不同容器的材質 T: Audacity 的使用 E: 內吸管固定 M: 內吸管長度測量	1. 準備不同容器材質 2. 吹出聲音紀錄，測量出音頻的變化。
六、不同容器高度對音高的影響	S: 不同容器的高度 T: Audacity 的使用 E: 內吸管固定 M: 容器高度測量	1. 準備不同容器高度 2. 吹出聲音紀錄，測量出音頻的變化。
七、Merlin app 進行聲音配對	T: Merlin app 的使用	1. 錄製聲音檔。 2. 放入 Merlin app 進行聲音配對

## 參、目前研究成果：

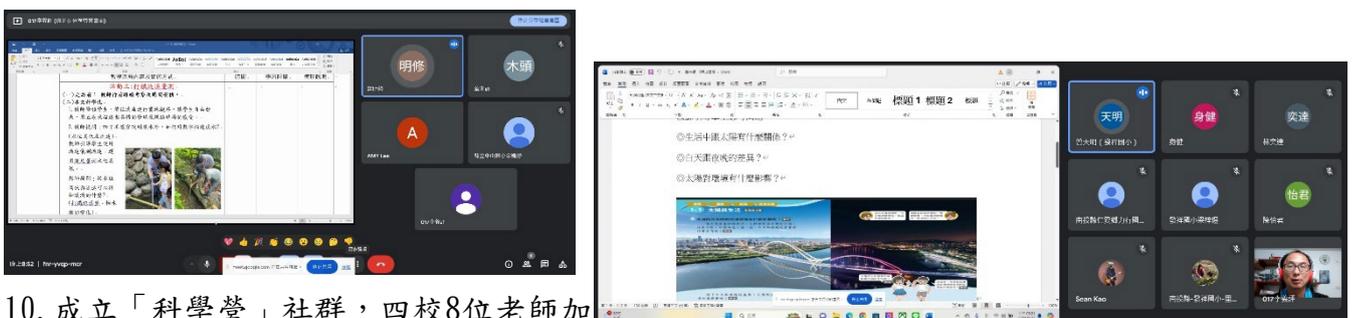
1. 已籌組科教專案小組，成員包括兩位校長、主任、組長、導師、及退休主任及校外國中教師、國小教師共9校31人，並商請彰師大、清華大學、逢甲大學及勤益科大教授諮詢。
2. 自製烏笛具有價廉、輕巧、容易取得等優點，能讓學生瞭解當不同內吸管長度、不同內吸管直徑、不同內吸管材質、不同容器材質、不同容器高度六項等變項改變時，音高變化顯著。透過控制以上因子，自製烏笛是一種值得推廣的教具。
3. 召開31次專業對談，共有140人次參加，包含專家、龍海，及外校24位教師參加。
4. 成立科展社群，桃園、南投、彰化、台中七校，邀請 林建隆教授指導，於11/21, 12/19, 1/16召開，共33人次參加
5. 12/24，靜宜師培中心，分享「自製吸管直笛」，參與學生64位，師培生從操作中體驗 STEAM。



6. 活化教學社群成立，成員11位，邀請永安、沙鹿、龍泉伙伴參加。12/17視訊召開籌備會。
7. 參與12/2活化教學-基地學校會議分工。團隊分配兩項任務：2/4-2/6寒假國教院共備分組協作講師。3/8台南場公開授課。



8. 「永續台灣」社群、桃園高原、彰化中山、台中樂業、四箴及龍海，五校6位教師參加。共進行6次視訊。跨縣跨校產出文稿，參與2025台灣永續教育獎比賽。
9. 成立「力發線自然共備」社群，四校17位老師加入。9/23、10/21、11/18、12/23、2/24共同備課。共42人次參加。



10. 成立「科學營」社群，四校8位老師加海團隊科學力。9/26-1/16、共進行8次共備。共49人次參加。討論四校科學營教案 STEAM 開發。
11. 團隊11/25到南投仁愛發祥國小，擔任「自然領域共備觀議課專業增能研習」講師。經由

