

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)。

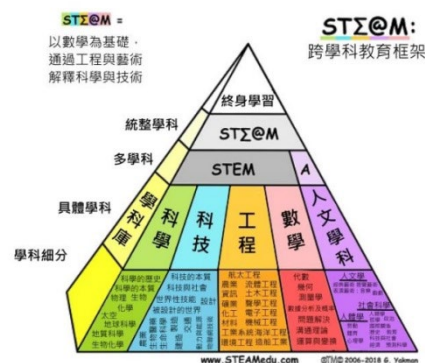


圖2:STEAM 素養金字塔(Yakman)

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，找出自製鳥笛之變因。第二面向則為將藝術融入 STEM，使學生運用鳥笛，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。

自製鳥笛具有價廉、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，自製鳥笛是一種值得推廣的教具。

本計畫有個目的：

- (一) 探討「自製鳥笛」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「自製鳥笛」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

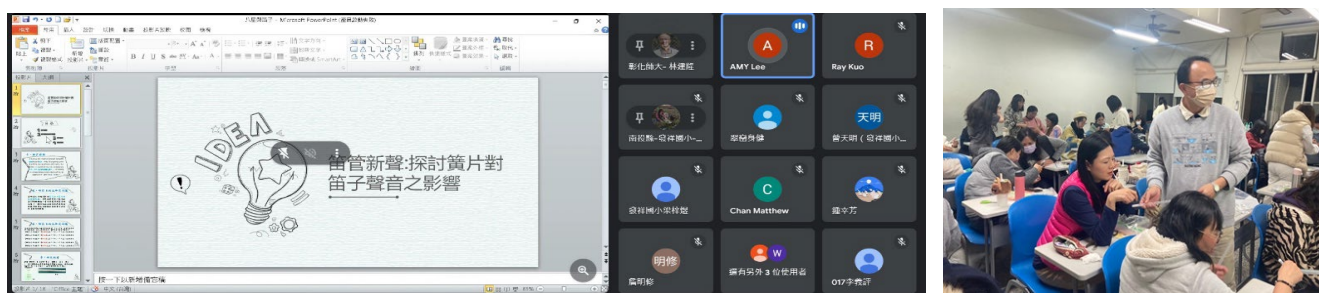
科學(S)	不同溫度的控制
	吹管角度的固定
科技(T)	Merlin app
	學習科技工具 Audacity
	聲音的轉檔
工程(E)	認識鑽子、螺絲起子
	內吸管固定
	鳥笛的組裝
藝術(A)	創意思考
數學(M)	內吸管的長度與直徑
	水位高度的測量
	瓶罐高度的配置
	吹管的角度測量

表6:STEAM 教學流程表

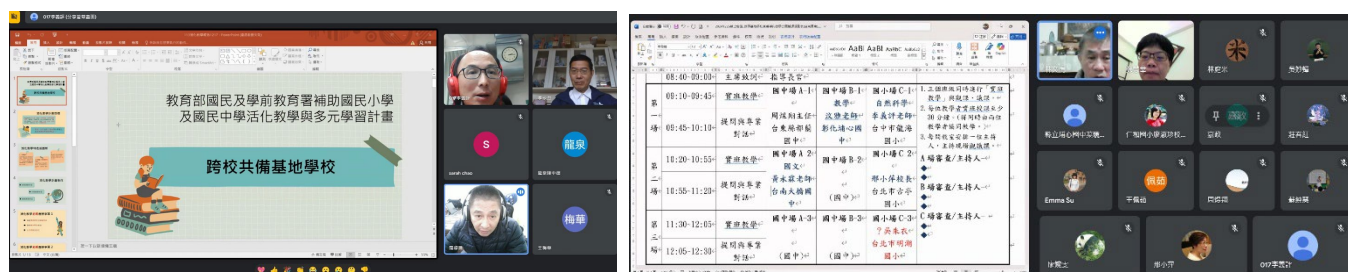
課程內容	STEAM 教學	教學流程
一、了解鳥笛的製作及聲音的轉檔與 Audacity 運用	E：鑽孔工具 M:角度的測量 T: 學習科技工具	1. 如何製作鳥笛。 2. 吹出聲音如何轉檔與測出音頻。
二、不同內吸管長度對音高的影響	S：不同吸管的長度 T：Audacity 的使用 E:內吸管固定 M:內吸管長度測量	1. 裁剪出不同吸管長度 2. 吹出聲音紀錄，測量出音頻的變化。
三、不同內吸管直徑對音高的影響	S：不同吸管的直徑 T：Audacity 的使用 E:內吸管固定 M:內吸管直徑測量	1. 準備不同內吸管直徑 2. 吹出聲音紀錄，測量出音頻的變化。
四、不同內吸管材質對音高的影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

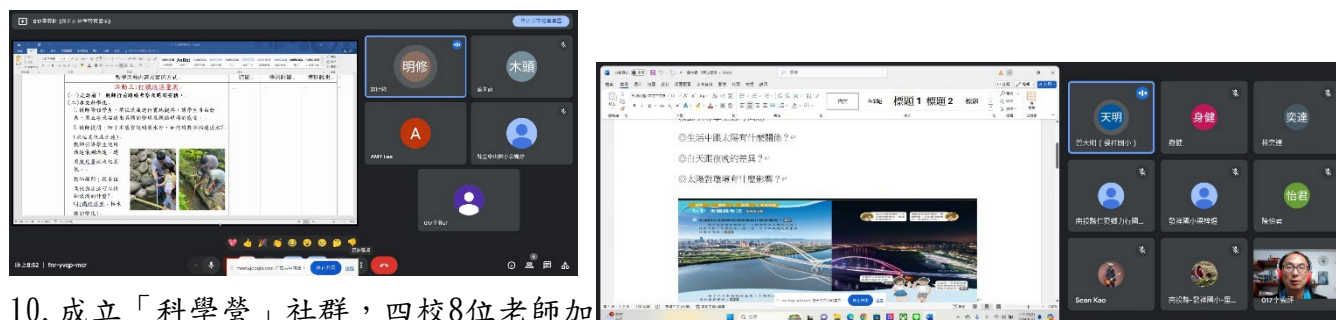
1. 已籌組科教專案小組，成員包括兩位校長、主任、組長、導師、及退休主任及校外國中教師、國小教師共9校31人，並商請彰師大、清華大學、逢甲大學及勤益科大教授諮詢。
2. 自製烏笛具有價廉、輕巧、容易取得等優點，能讓學生瞭解當不同內吸管長度、不同內吸管直徑、不同內吸管材質、不同容器材質、不同容器高度六項等變項改變時，音高變化顯著。透過控制以上因子，自製烏笛是一種值得推廣的教具。
3. 召開31次專業對談，共有140人次參加，包含專家、龍海，及外校24位教師參加。
4. 成立科展社群，桃園、南投、彰化、台中七校，邀請 林建隆教授指導，於11/21, 12/19, 1/16召開，共33人次參加
5.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

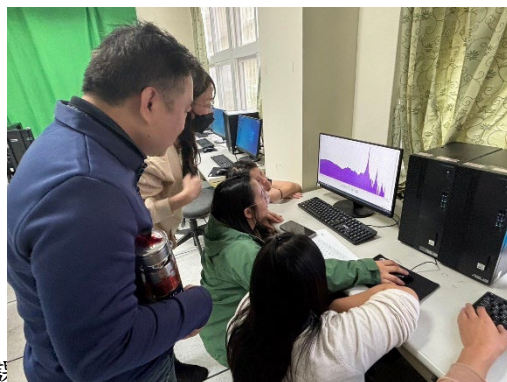


8. 「永續台灣」社群、桃園高原、彰化中山、台中樂業、四巖及龍海，五校6位教師參加。共進行6次視訊。跨縣跨校產出文稿，參與2025台灣永續教育獎比賽。
9. 成立「力發線自然共備」社群，四校17位老師加入。9/23、10/21、11/18、12/23、2/24共同備課。共42人次參加。



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

早上共備、觀課及議課。下午 STEAM 教學進行交流。參與師生16人次。



12. 2/4-2/6擔任教育部「教學基地學校共同備課」。

13. 擔任「教育部基地學校上一堂好課分享會」公開課講師與團隊分享，52人次師生參加。



目前完成進度

年月	113 08	113 09	113 10	113 11	113 12	114 01	114 02	114 03
文獻資料蒐集								
自製烏笛								
教案撰寫								
烏笛網頁								
報告撰寫								
科學教育進廣								
跨校聯盟								

肆、預定完成進度

年月	113 08	113 09	113 10	113 11	113 12	114 01	114 02	114 03
文獻資料蒐集								
自製烏笛								
教案撰寫								
烏笛網頁								
報告撰寫								
科學教育進廣								
跨校聯盟								