

教育部112年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：3-1

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-以液體作畫為例

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。

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)。



108課綱素養導向教學，無法憑一己之力，參照教科書就能做到。新課綱上路，老師將是終身學習、成為「自發、互動、共好」的表率。(天下，685期，2019)。實現教學創新，跨



圖3:榮獲天下創意教案評審獎

校跨科不設限，組建社群，共同觀課備課是好對策。龍海跨校合作社群，以「共好」為核心，分四部份展開：同域、跨域、跨校及跨國。同域運用科學探究六步驟，引出科展具有連續性、費用低廉及易操作三特性。發展出15件教育部科教專案。因社群加入人文學科同事，走向跨域，逐步開發一系列 STEAM 課程。並加入英語力，讓學生從偏鄉到世界。經由參與全國首創績優教師全時進修研究，與原鄉三校老師，藉由科學實驗實作體驗，與進行科學知識探究，發掘祖先生活智慧的教學活動。

團隊經由在地老師視訊共備，開發出生火及陷阱課程，生活實作營時，當地老師當主講人，龍海老師做助教，運用此方式，發展出泰雅族特色課程才能落實。營隊合作後，邀請在地老師參與科展社群，陷阱科展研究已獲得聯發科補助，走向全國。跨國面向，與印度合作，開發出「戲進空氣」課程，獲得天下雜誌微笑台灣創意教案比賽，從140多件高中、國中及國小作品中，脫穎而出，獲得第一名。

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、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，如圖5所示。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



圖6:南投原鄉 STEAM 實作

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，辦理工作坊，如圖6所示。並與暨南大學合作，將 STEAM 教學在南投仁愛紮

根，如圖5所示。與發祥、

台中教師帶職帶薪進修 6人出爐



圖4:榮獲帶職帶薪全時進修



圖5:暨大 STEAM 工作坊

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，開發出陷阱及生火三天兩夜的活動。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。2023年與彰師大科教中心合辦，探究與實作教案研習營系列課程共3場次。活動目標為科教專案成果推廣，並建立自然科學教師共備夥伴關係。

本計畫從三個面向著手，讓學童從操作中逐步發現光學原理。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，找出製作透明變立體之變因。第二面向則為將藝術融入 STEM，使學生運用旋光色散，製作影像的依據，更進一步，製作佈置校園藝術空間，將科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。

以液體作畫具有價廉、輕巧、容易取得等優點，能讓學生瞭解當旋轉起偏片、旋轉檢偏片、不同液體濃度、不同液體高度、光源顏色六項等變項改變時，液體顏色變化顯著。透過控制以上因子，以液體作畫是一種值得推廣的教具。

本計畫有個目的：

(一) 探討「液體作畫」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「液體作畫」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、忠孝)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。

(二) 研究步驟：

以下針對液體作畫與 STEAM 概念互相結合，說明如下：

表6:STEAM 教學流程表

課程內容	STEAM 教學	教學流程
一、了解偏光片的特性	S：光的折射 M：角度的測量 T：認識偏振片	1. 如何產生光的明暗變化。 2. 光明暗變化的規律為何。
二、不同液體對旋光顏色的影響	S：不同顏色的色光 T：檢偏儀組裝(如圖8)	1. 檢偏儀組裝，頂端及底座分別放置一支偏光眼鏡，中間放置三種液體(水、醋及蔗糖)。 2. 觀察顏色變化。
三、旋轉偏光片對旋光顏色的影響	M：角度的測量 T：學習科技工具	1. 檢偏儀組裝，中間放置果糖水溶液。 2. 旋轉偏光片，觀察顏色的變化。
四、不同液體濃度對旋光顏色的影響	S：不同顏色的色光 M：運用量杯，進行濃度的配置。	1. 檢偏儀組裝，中間用量杯配置出不同濃度的蔗糖水溶液。 2. 旋轉偏光片，觀察顏色的變化。
五、討不同液體高度對旋光顏色的影響	S：不同顏色的色光 M：運用直尺，進行高度的配置	1. 檢偏儀組裝，中間用直尺配置出不同高度的果糖水溶液。 2. 旋轉偏光片，觀察顏色的變化。
六、光源顏色對旋光顏色的影響	T：學習科技工具 S：不同顏色的色光	1. 用平板產生不同色光。 2. 檢偏儀組裝，中間放置果糖水溶液。 3. 旋轉偏光片，觀察顏色的變化。
七、液體作畫	S：不同顏色的色光 A：液體作畫(圖9, 10) A：造型設計 E：液體作畫的組裝	1. 用水族箱作為容器。 2. 放入不同玻璃杯，運用操縱變因，在不同杯中進行濃度變化、高度變化。 3. 配置調整色彩形成一幅畫。
八、可攜式液體作畫盒製作	M：測量角度 E：認識電鑽 E：蓋子旋轉角度裝置 A：創意思考	1. 蓋子用電鑽打洞、貼上偏光片。 2. 蓋子上方貼捲尺，以測量角度。 3. 放入工作燈、蓋上偏光片、上面放置加果糖平底試管。 4. 旋轉蓋子，看出顏色變化。

本研究在訂出研究範圍後，即開始文獻資料蒐集，了解目前製作液體作畫的方法及理論，做為光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。

表7:計畫實施流程表

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. 液體作畫	2-1 使用單變因實驗來瞭解液體作畫。 2-2 透過操作的學習統整自然課程中光學概念。
3. 液體作畫的教案	3-1 製作液體作畫的教案。 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. 建立液體作畫的網頁	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 STEAM 科學實作營，兼顧科學素養的培養及扶弱目標。 6-2 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9校28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. 以液體作畫具有價廉、輕巧、容易取得等優點，能讓學生瞭解當旋轉起偏片、旋轉檢偏片、不同液體濃度、不同液體高度、光源顏色六項等變項改變時，液體顏色變化顯著。透過控制以上因子，以液體作畫是一種值得推廣的教具。
3. 召開32次專業對談，共有163人次參加，包含專家、龍海，及外校19位教師參加。
4. 與彰師大科教中心合作，探究與實作教案研習營。9/27以「如何設計特色課程」「聲音具體化-吸管直笛」為題，進行 STEAM 科教專案成果推廣。參加師共12位。
5. 與彰師大科教中心合作，探究與實作教案研習營。11/29以「共好-跨校經驗分享」「圖片走出來-3D 紅藍立體影像」為題，進行 STEAM 科教專案成果推廣。參加師共10位。



6. 成立科展社群，桃園、南投、彰化、台中五校，邀請 林建隆教授 11/23, 12/28, 3/1, 3/15, 4/19指導，共69人次參加
7. 活化教學社群成立，成員10位，邀請永安、沙鹿、龍泉伙伴參加。12/8視訊召開籌備會。

14. 與樂業、龍井、龍海及桃園高原跨縣合作，以打鐵坑溪，水資源守護為主題，開發出「微笑3C，守護山溪」課程。參加天下雜誌「2023微笑臺灣創意教案比賽」，在183位教案中，榮獲特別獎。12/23到台大領獎。
15. 團隊獲邀12/13到忠明「微笑台灣創意教案分享會」分享，參與活動教師包含:實體(20)位 + 直播 (150 位)+youtube 分享 (198 位)。在中國時報有相關活動報導：
<https://act.chinatimes.com/market/content.aspx?AdID=14774&chdtv>



16. 12/1、12/8、12/15、12/29，到彰化忠孝，擔任科展實務操作教學講師，參與師生36人次。
17. 9/20，擔任臺中市輔導團自然科學領域公開課講師，參與師生32人次。
18. 5/22到南投發祥，擔任三校策略聯盟「自然領域共備觀議課專業增能研習」講師。參與師生12人次。
19. 8/14-8/16擔任教育部「教學基地學校共同備課研習」自然分組講師，112位教師參加。



20. 1/5以「如何設計特色課程」為題，擔任輔導團增能講師，20位自然輔導員參加
21. 4/19、5/10、5/24以「校訂 STEAM 課程理論與實務」為題，擔任中港國小社群講師，16位教師參加。
22. 5/22，邀請林淑榜所長，以「科學閱讀指導研習」演講，17位教師參加。
23. 團隊開發「液體作畫」課程，假龍海國小於3/27及4/3辦 STEAM 科學營，共30名學生、4名教師參加



24. 團隊開發「液體作畫」課程，假沙鹿國小於4/20辦 STEAM 科學營，共32名學生、7名教師參加
25. 團隊開發「液體作畫」課程，假龍泉國小於4/27辦 STEAM 科學營，共30名學生、4名教師參加
26. 團隊開發「液體作畫」課程，與中龍鋼鐵合作，於5/18辦 STEAM 科學營，共30名學生10位家長、4名教師參加。



27. 龍泉學童在製作音高精確笛子的前後測分析，由資料得知，在前測與後測成績之差異，達顯著差異 ($t=0.00$, $***P<.001$)，表示學生在後測的表現優於前測。因此診斷教學對於學生在學習並有顯著提昇效果。

班級	個數	平均數	標準差	t 值	顯著性
參加計畫	27	前測 5.52	前測 3.26		
一班		後測 7.63	後測 2.63 ***0.00		<0.001

28. 1/2，靜宜師培中心，分享「STEAM-透明膠帶變彩色」，參與學生60位，師培生從操作中體驗 STEAM。
29. 6/4，靜宜大學，分享「課程實作」，參與學生64位，師培生從操作中體驗 STEAM
30. 2/27龍泉辦理「備觀議課研習」，共六校14位教師參加。分別文虎理事長及佩玟老師進行公開課
31. 2/27沙鹿辦理「備觀議課研習」，共六校14位教師參加。分別文虎理事長及芊蓉老師進行公開課
32. 龍海辦理「備觀議課研習」，共五校11位教師參加。分別國甄老師及柔萍老師公開課，邀請秦爾聰教授指導
33. 3/28龍海辦理「備觀議課研習」，共七校17位教師參加。邢小萍校長及柔萍老師公開課
34. 4/25永安辦理，「備觀議課研習」，共四校12位教師參加。趙翠玉老師公開課



35. 3/30基地學校公開課屏東場，共12位學生、14位教師參加。成員公開課及議課討論

36. 3/30基地學校公開課屏東場，30位教師參加。分享團隊執行成果



37. 「發祥自然共備」社群，2/6、2/19、3/18、4/15共同備課，參與18校次、59人次。



肆、目前完成進度

年月	112 08	112 09	112 10	112 11	112 12	113 01	113 02	113 03	113 04	113 05	113 06	113 07
文獻資料蒐集												
自製液體作畫												
教案撰寫												
液體作畫網頁												
報告撰寫												
科學教育進廣												
跨校聯盟												

伍、預定完成進度

年月	112 08	112 09	112 10	112 11	112 12	113 01	113 02	113 03	113 04	113 05	113 06	113 07
文獻資料蒐集												
自製液體作畫												
教案撰寫												
液體作畫網頁												
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)