

教育部109年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：2-3

計畫名稱：【科學繪圖】~為國小學生打開走進自然科學的一道門(第三年)

主 持 人：楊勛凱

執行單位：嘉義市精忠國民小學

壹、計畫目的及內容：

一、計畫動機：

精忠國小位於嘉義市東區的邊緣，是迷你小學校，屬偏鄉眷村小學，學區內新移民、單親、低收、隔代教養等目標學童比例逾5成，學童少有機會接觸多元的資訊刺激，導致學生家庭社經背景的差異表現會反應在學習成就表現上。本研究希望引入資源，彌補其因家庭功能不彰造成的不足與缺憾，將有助於提升學生基本學力，同時給予學生願意自主學習科學素養，向上提升自然領域成就感的積極動力。

【科學繪圖】是科學研究的方法之一，超越文字與語言的限制，讓有塗鴉童心的國小學生，透過自然觀察與資料收集，將生物特徵與特性以繪圖方式呈現；加上文字解說，輔助知識的傳播。讓學生學習嚴謹的態度，培養觀察力與專注力，並能磨練耐心，鍛鍊毅力，還能親近大自然，於無形中增加自然科學的知識。【科學繪圖】非常適合國小階段學生學習，它是結合自然、藝術、語文及生活科技等跨領域統整課程。

二、計畫目的：

本研究以自編科學繪圖教材實施於嘉義市精忠國小學生，在**第一年計畫**，利用週三下午時間上課，根據教師課後省思、觀察學生上課情況及設計學生問卷蒐集資料，進行課程的檢討與修正，並瞭解本課程對學生學習能力之影響。進入**第二年計畫**，利用週五校內社團時間上課，進行修正版本的自編科學繪圖教材，比較新舊生上課情況，進行課程的日誌紀錄。舊生在第二年有充裕的時間演練實作並進行個別指導，有助每位學生科學繪圖能力提升。執行兩年的計畫後，完成課程修正，進入**第三年計畫**，繼續執行修正版的自編科學繪圖教材，增加實作活動，編製符合108課綱「知識」、「技能」、「態度」三面向的科學繪圖學習量表，並推行校外推廣，包含演講、社團、科學營等，蒐集教師對「科學繪圖課程」的評量。將來推出線上教學課程或彙集成書，讓此科教專案計畫執行的方法與成果，分享給許多有興趣的教師家長朋友們。

以下為本計畫的研究目的：

- (一)以行動研究模式修正「科學繪圖」課程。
- (二)辦理學生作品成果展。
- (三)分析學生課程中觀察力、成就感、繪圖能力、繪畫技巧、自然知識、生活連結及對科學興趣的提升程度。
- (四)分析參加課程推廣的教師們對此計畫的評量。

三、計畫內容：

藉由【科學繪圖】課程，讓學生了解「自然觀察」的重要性，希望學生喜歡上手繪大自然，開啟學生對科學的好奇心與熱忱，打開一道走進自然科學的門，啟發孩子對自然科學的興趣。但是，目前國內有關科學繪圖教學的課程仍十分有限，也不夠重視，教學研究論文在國內也相當少，因此本計畫自編課程，希望從國小階段開啟學童科學繪圖之門。

本計畫為自編課程，已執行兩年，此為第三年計畫，共9單元，如表1所示。第一年執行後發現，精忠國小學生的學習進度與預期有落差，為了讓學生確實吸收與演練，利用兩年時間完成全部課程，並進行行動研究，除了調整課程進度，也提出教學改善做為第二年新生教學的行動方案，第二年持續進行行動研究，記錄學生學習成效，根據學生反應與教師省思，提出完整課程之修正於第三年執行。

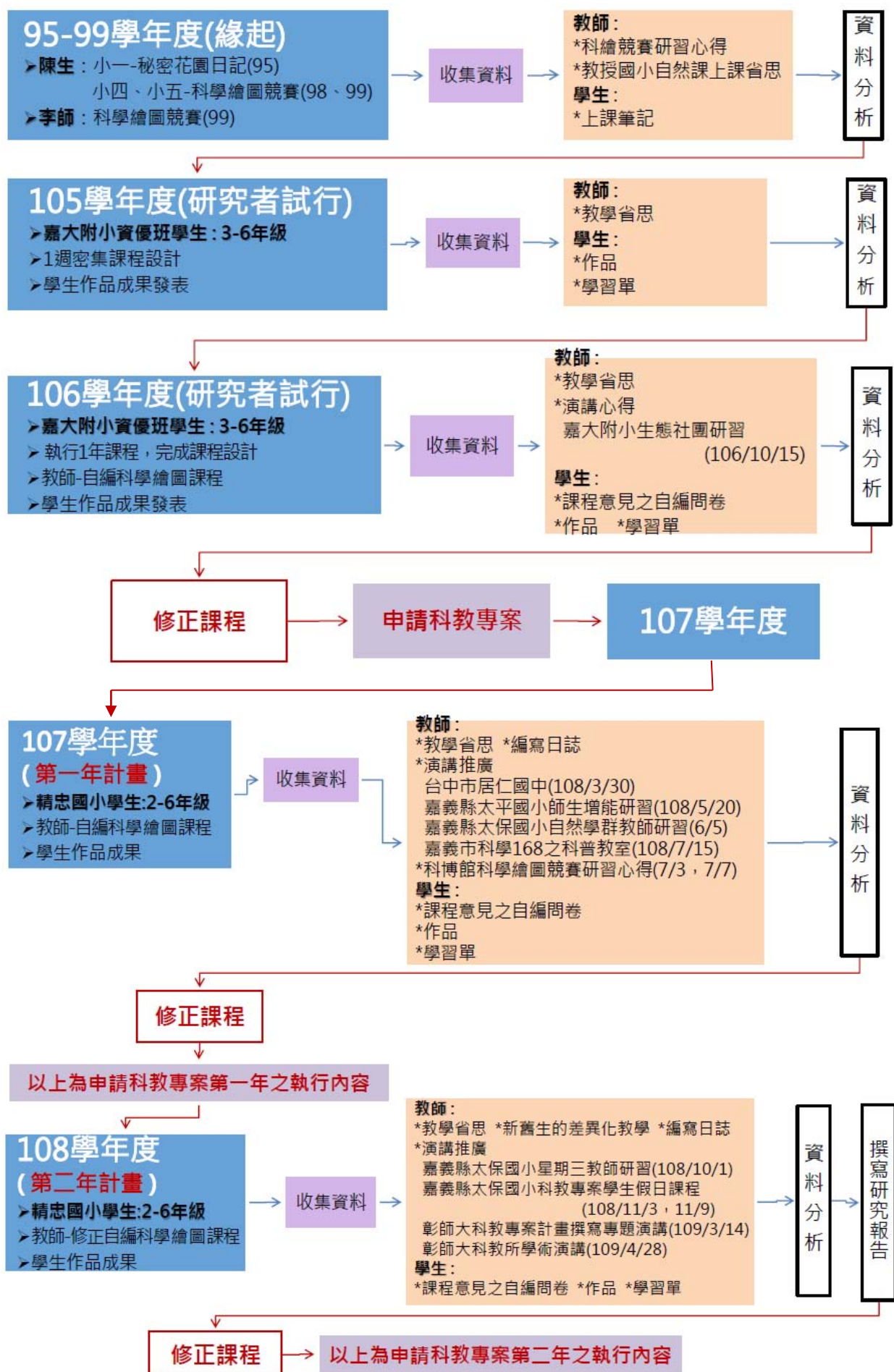
學生於第一年計畫完成初階的科學繪圖實作(校園明信片 and 年曆)，於第二年完成進階實作(科學繪圖主題作品)；另外，第二年持續招收新生，以修改後的行動方案進行新生的教學活動，並藉此比較新舊生的學習成果，進行差異化教學，評估教學成效；第三年預計將第一年與第二年的自編課程、學習單和活動修正完成，於第三年進行修正後的教學方案，以及校外推廣與評估。

表1:科學繪圖自編課程

單元 1:認識科學繪圖	單元 6:科博館科學繪圖競賽作品欣賞
單元 2:生物的背景知識	單元 7:科學繪圖實作練習
單元 3:發現生活中的科學繪圖	單元 8:科學繪圖主題作品
單元 4:自然觀察與資料蒐集的重點	單元 9:生態觀察與解說
單元 5:如何畫出生動的科學繪圖	補充單元:台中科博館科學繪圖競賽(有興趣者)

貳、研究方法及步驟：

一、研究方法流程



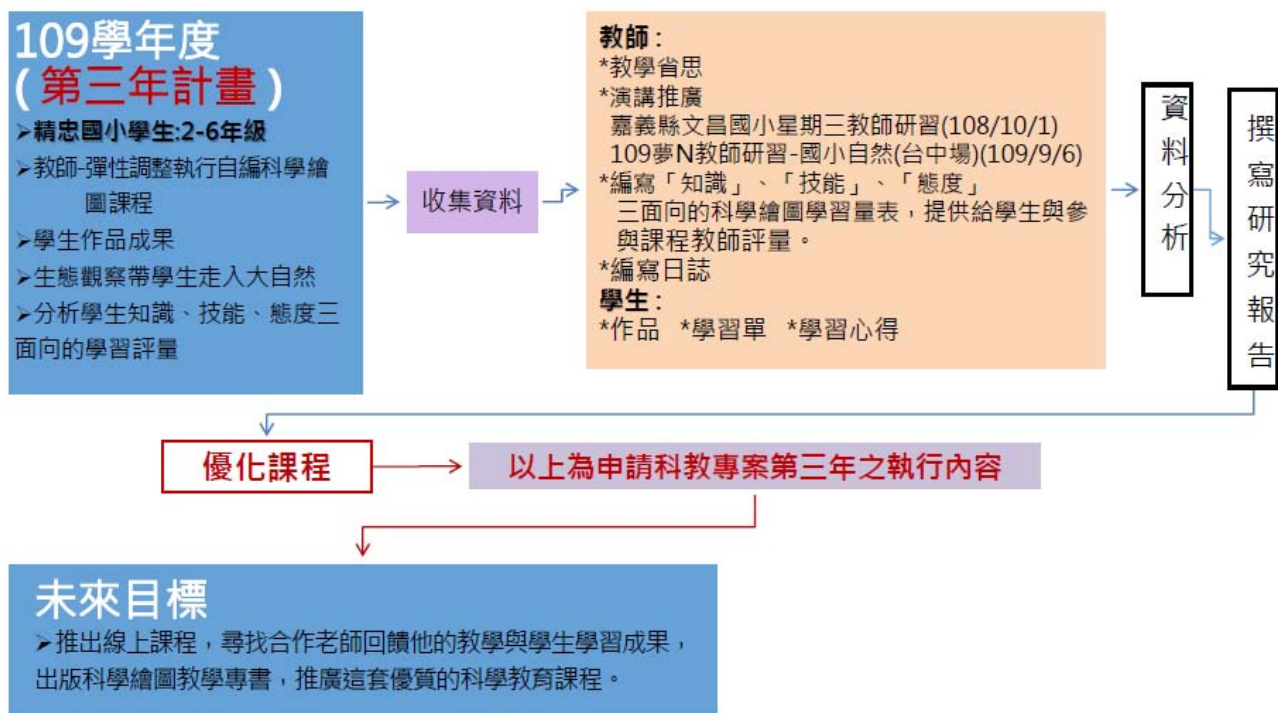


圖1：研究流程

二、行動研究模式

在工具、課程、學生、老師、教材等五個面向收集與分析執行時遇到的問題，提出行動方案與檢討，修正「科學繪圖」課程，如圖2所示。

三、研究方法：自編科學繪圖課程(修正版)

依據106年在嘉大附小資優班的選修課程中所進行的自編國小階段「科學繪圖」課程，以及在精忠國小科學繪圖社團執行第一年(107年)與第二年(108年)課程時學生的學習反應而修正的版本，詳細課程架構如【附件一】表2所示。

107年參加的學生，經過兩年完成所有單元，108年參加的學生，課程進行到單元7，完成校園植物明信片，在第109年會繼續接下來的課程，適時進行個別指導，練習繪圖實作，查詢與整合資料，完成主題作品。

在109學年度的第三年計畫裡，新增實作活動、生態解說課程與田野生態觀察，加深學生的自然觀察經驗，不論新舊生，增加實作練習，藉由結合節慶、廚房食材、校園生態等連結生活與貼近生活的科學繪圖主題，讓學生親近大自然觀察，用科學繪圖方式加上文字紀錄的生態筆記，培養學生養成觀察、查詢資料、重點整理等能力的習慣，希望藉由科學繪圖打開走自然科學的一道門後，實際陪伴學生走入大自然裡，提升對自然科學的興趣。

上學期主要工作重點是幫學生建立正確的學習態度、建構更完備的生物背景知識、了解



自然觀察與資料蒐集的方式。觀看科博館科學繪圖競賽不同年份精彩得獎作品，分析作品的文字解說與繪圖編排的版面，藉由觀摩競賽作品了解作者的創作歷程，建立正確的自然觀察方式與資料蒐集重點，提升解說能力。藉由科學繪圖實作練習，透過資料蒐集後的分析整理以及文字解說，無形中加深加廣與題材相關的科學知識，過程中加強對學生個別指導，減少挫折感，提高學習興趣、繪畫能力以及查詢資料整合能力，並給予充裕的時間完成一件更完善的主題作品，提升成就感與自信心。

下學期主要工作重點是生態觀察，實作練習與編寫繪本，讓學生提升統整知識能力、繪圖能力與觀察力，藉由科學繪圖培養科學知識與美學結合的素養。

參、 目前研究成果：

一、本研究之活動與具體成果詳細說明如下。

二、107與108學年度設計的課程活動如表3所示。

表3:課程活動表(一)

學生		單元	活動名稱	設計目的與成果
第一年生	期中	1	牛刀小試(觀察食材與繪圖)+觀察力練習:豌豆、甜椒、秋葵、香菇等	觀察材料隨手捨得，把家裡廚房當實驗室，訓練觀察力，親子同樂。
		2	拼湊大自然(植物拼貼)	收集家裡庭院或附近公園校園裡的葉子果實花種子進行植物拼貼畫，展現創意，藉此親近大自然，認識周遭的生態。
		3	生物細胞標本製作與細胞構造繪圖：金魚藻、洋蔥、銀皇后的表皮細胞	引導學生進入微觀的世界，嘗試細胞結構的繪圖，啟發好奇心。
		4-1	洋桔梗花的解剖與構造繪圖	練習解剖的技巧，觀察花的細部構造，訓練觀察力與自主學習能力。
		4-2	植物解說與生態筆記紀錄練習	藉由教師生態解說投影片，學生練習隨身筆記的紀錄與整理，訓練專注力與觀察力。
	期末	5	實物鉛筆繪圖練習	藉由光影的變化觀察明暗，練習素描立體表現技法。
		6	點畫練習(檢體:葉子)	教導點畫技巧。藉由代針筆畫出的黑點，由疏密呈現明暗。
		7	水彩畫練習(檢體:葉子)~與點畫(活動6)同一片葉子	提升水彩畫技巧。
		8	田野生態觀察：蘭潭生態步道植物介紹與觀察-植物解說記錄練習(8頁小書)	由老師解說生態，學生練習隨身筆記的紀錄與整理。
		9	明信片-繪圖+解說練習	練習明信片大小的作品，容易完成，加上科學解說的文字，可以寄出，與人分享畫作與科學知識，增加成就感。
第二年生	期中	10	年曆製作DIY與彩繪作品集封面	將明信片作品集結成下一年度的年曆，可以陪伴一整年，也可送給至親好友，感受到手繪明信片的溫暖筆觸。
		11-1	標本採集與製作(一)-乾燥	學習植物標本正確的採集與製作方法。
		11-2	標本採集與製作(二)-固定	學習乾燥的植物標本正確固定與保存方法。
		11-3	作品展示-乾燥標本與手繪科學繪圖作品(作品解說表黏貼)	練習完整植株的科學繪圖，學習正確性的科學解說，獨立完成中型的作品，建立信心，提高繪圖能力。
	期末	12	選定科繪主題與圖說和繪圖	練習蒐集主題相關科學知識；定稿、文字說明整理與版面編排。
		8	田野生態觀察：蘭潭生態步道植物介紹與觀察-植物解說記錄練習(8格小書)	由老師解說生態，學生練習隨身筆記的紀錄與整理。

三、109學年度執行的課程活動設計的目的與成果和進行順序如表4所示。

表4:課程活動表(二)

學期	單元	活動	設計目的
上學期	1 認識科學繪圖	〈小小博物繪圖師〉線上教育活動:「博物密碼大發現」,配合國立台灣博物館的「繪自然:博物畫裡的臺灣特展」(展覽至2021年5月30日) https://reurl.cc/k0DMnq	從特展設計的科學繪圖概念延伸,結合線上影片、線上展覽(環景AR體驗)、以及線上學習單解密等方式,呈現線上教育活動多元的樣貌,同時訓練視覺的觀察能力,達到美感教育與環境教育的目的。防疫期間,藉由此活動認識科學繪圖與其在台灣土地上的發展與演進。
	3 發現生活中的科學繪圖		
	5 如何畫出生動的科學繪圖	點描畫教學:保麗龍蛋	藉由光影的變化觀察明暗,練習素描立體表現技法。
	4 自然觀察與資料蒐集的重點	實例經驗分享:桃花心木、胡椒	藉由教師實例經驗分享,學生實物觀察,對照科學繪圖作品,了解筆記的紀錄與整理的重要性,訓練學生專注力與觀察力。
	6 科博館科學繪圖競賽作品欣賞	大開眼界:欣賞與分析	學生挑選一件得獎作品,整理作者創作動機、資料蒐集項目、給予評語,與分享從中學習的知識。
	2 生物的背景知識	果實介紹、分類學、食材繪圖:豌豆	建構背景知識,畫食材,材料隨手可得,把家裡廚房當實驗室,訓練觀察力。
	7 科學繪圖實作練習	主題:南瓜	從實作中學習觀察與繪畫技巧,以及查詢相關科學知識的能力。
	5 如何畫出生動的科學繪圖	彩色繪圖:水彩顏料六格盒製作與練習、色鉛筆色票製作	提升水彩畫技巧。
下學期	8 科學繪圖主題作品	主題:甲蟲 (挑選標本箱內的甲蟲標本觀察與繪畫,加上解說)	從實作中學習觀察與繪畫技巧,以及查詢相關科學知識的能力。
	7 科學繪圖實作練習	種子聖誕花園繪製	收集家裡庭院或附近公園校園裡的果實與種子,進行聖誕花園拼貼畫,展現創意,藉此親近大自然,認識更多的物種。
	7 科學繪圖實作練習	主題:蝴蝶 (挑選標本箱內的蝴蝶標本觀察與繪畫,加上解說)	從實作中學習觀察與繪畫技巧,以及查詢相關科學知識的能力。
	8 科學繪圖主題作品	科學繪圖作品編輯與排版	學習ipad應用程式pages,將網路蒐集主題相關的科學知識與繪圖統整、編排,以Dropbox上傳檔案至雲端,學習科技的應用。
	9 生態觀察與解說	探訪校園新建的蝴蝶蜜源區與生態池	由外聘專業老師解說生態,學生練習隨身筆記的紀錄與整理。
	9 生態觀察與解說	探訪國立台灣博物館的「繪自然:博物畫裡的臺灣特展」	配合上學期線上教育活動,安排5月下旬前往博物館實地參觀,聽導覽解說,並預留時間讓學生在展場的標本繪圖區實際體驗繪圖。

肆、目前完成進度

一、表格中以「A」表示為109學年度參加的新生執行的進度,以「B」表示為107和108學年度參加的舊生執行的進度。

二、目前完成之進度如表5:「課程進度表」中3至5月份區塊所標示。

表5:課程進度表

時程(月份)	九	十	十一	十二	一	二	三	四	五	六	七	八
工作項目												
問卷施測(課程前期)	A											
單元1:認識科學繪圖	AB											
單元2:生物的背景知識		A										
單元3:發現生活中的科學繪圖	AB											
單元4:自然觀察與資料蒐集的重點		AB										
單元5:如何畫出生動的科學繪圖	A		A									
單元6:科博館科學繪圖競賽作品欣賞		A										
單元7:科學繪圖實作(題材練習)			AB	AB	AB		AB					
單元8:科學繪圖主題作品			AB	AB				AB	AB			
單元9:生態觀察與解說										AB		
主題作品編排	B	B						AB	AB	AB		
成果發表										AB		
補充單元:可參加科博館科學繪圖競賽活動											AB	AB
資料蒐集及分析:學生練習自然科學相關題材的知識整理進度之記錄	AB	AB	AB	AB	AB		AB	AB	AB	AB		
資料蒐集及分析:學生繪圖進度之指導與修正	AB	AB	AB	AB	AB		AB	AB	AB	AB		
問卷施測(課程後期)										A		

伍、預定完成進度：

- 一、學生主題作品的編輯與排版。
- 二、編寫科學繪圖的教學參考手冊。
- 三、分析學生的作品以及對科學繪圖的提升程度。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、109學年度科教專案期中報告時，教授們建議可思考善用網路工具推廣成果，或是成立教師社群，提供更多教師所需要的協助，為達到可直接提供給有興趣的教師和家長們更便利的協助，在此三年科教專案計畫的最後一年接近尾聲時，決定同步編寫教學參考手冊，期望未來朝網路推廣和教師社群的方向前進。
- 二、在第三年計畫的課程裡增加許多昆蟲標本(含蝴蝶標本)讓學生觀察與繪圖，以及已在校園內完成蝴蝶食草蜜源區的規劃與種植，下學期將搭配講師講解，但因 covid-19 疫情突然爆發且日益嚴峻，雖然社團課程暫停到校，但當日後恢復實體課程時，學生隨時都可探訪校園生物的奧妙。
- 三、關於教授建議選擇學生較能理解的網頁，進行一次閱讀理解的課程，我們覺得這個建議很棒。在學期一開始，請嘉大附小資優班翁秀玉老師進行科學閱讀技巧的課程，並學習以心智圖紀錄的筆記，學生閱讀自然課本的內文，先以學長姐的心智圖筆記當範本，帶領學生從各自年級的自然課本某一單元，學習辨識重點與關鍵字，在閱讀理解後以心智圖方式整理成屬於自己的閱讀筆記，並傳閱，每位學生提出他看到同學們的優缺點，相互學習。
- 四、學生們最期待的野外生態觀察活動也因新冠肺炎疫情取消，希望學生能延續這份渴望，以後會更加珍惜野外探索生態，與大自然親近的機會。

柒、參考資料

- 陳俊宏(2017)。以科學繪畫來培養觀察力。科學 on line 高瞻自然科學教學資源平台。網址：<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=75036>。
- 許秋容、譚美芳和楊美珠(2013)。科學繪圖的教學。科學月刊，522：440-445。網址：https://goo.gl/Kt6tYqcontent_copy。
- 許心馨(2017)。博物館教育活動評量：以國立自然科學博物館科學繪圖研習及競賽為例。網址：<http://hdl.handle.net/11296/vnkxtx>。
- 王瑞香(譯)(2015)。小獵犬號航海記。台北：馬可波羅文化。
- 張蕙芬(2009)。自然老師沒教的事。台北：天下文化。
- 劉美安(譯)(2015)。超簡單！自然野趣拿筆就能畫。新北：野人文化。
- Elaine R. S. Hodges(2003)。The Guild Handbook of Scientific Illustration。USA：Wiley。
- 國科會「臺灣科普傳播事業催生計畫—媒體製作」補助慈濟大愛電視台《發現》科普節目(2011)。科學繪圖的故事。網址：<https://www.youtube.com/watch?v=S1Lw8FfJCU>。
- 人文講堂(2015)。
- 用畫筆典藏大自然。網址：<https://www.youtube.com/watch?v=M0yeE6hqUgY>。
- 國立自然科學博物館-自然學友之家-科學繪圖研習。網址：<http://www.nmns.edu.tw/>。
- 黃俊霖、楊雪華。植物科學繪圖的點、線、面。國立自然科學博物館管訊，296。網址：<http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b81dalca30b81f0b929>
- 〈小小博物繪圖師〉線上教育活動：「博物密碼大發現」網址：<https://reurl.cc/k0DMnq>

【附件一】

表2:課程設計表

課程名稱	【科學繪圖】~為國小學生打開走進自然科學的一道門(第二年)		
年段/學期	二三四五六年級上下學期	總節數	40(兩週2節)
12年國教核心素養具體內涵			
■自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。			
■自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。			
■自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。			
■自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。			
■自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。			
■自-E-B3 透過五官原始的感覺，觀察週遭環境的動植物與自然現象，知道如何欣賞美的事。			
■自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。			
■自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。			
■自-E-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性。			
學習評量指標			
1 能認識科學繪圖的應用及原則。		6 能描繪一個物種的完整性。	
2 能欣賞科學繪圖中科學研究與圖像表達的意義。		7 能蒐集與主題相關的科學知識並能分析與資料整合。	
3 能欣賞生活中科學繪圖的蹤跡。		8 能完成圖文並茂的科學繪圖作品。	
4 能完成一幅科學繪圖明信片。		9 能發表解說科學繪圖作品。	
5 能發表解說自繪的科學繪圖明信片。		10 能提升自然科學的知識與興趣。	

		11 能將科學繪圖能力運用在各領域的學習上。
課程設計		
單元名稱		教學內容
1	認識科學繪圖	科學繪圖發展史-破冰活動：我說你畫(圖像 vs 文字)
		科繪的故事(影片)-學習單 1
		手繪科學繪圖的優點介紹-學習單 2
		介紹科學繪圖作品與網站
		活動 1:觀察力練習+牛刀小試(觀察辣椒或甜椒、豌豆、秋葵等)
2	生物的背景知識	介紹生物的演化、生物分類系統、生物的命名、生物的多樣性
		活動 2:拼湊大自然(植物拼貼畫)
		微觀世界(1)行動顯微鏡 (2)USB 電子式光學顯微鏡觀察
		活動 3:生物細胞標本製作與細胞構造繪圖練習
3	發現生活中的科學繪圖	理想、完美的科學繪圖具備的特性、發現生活中科學繪圖的蹤跡
4	自然觀察與資料蒐集的重點	參考資料來源的搜尋方法介紹
		實例經驗分享:桃花心木
		花的構造介紹
		活動 4-1:洋桔梗花的解剖與構造繪圖
		教室裡遇見生態步道的花花世界
		活動 4-2:蘭潭步道生態秀-植物解說與生態筆記紀錄練習
5	如何畫出生動的科學繪圖	物體如何被看見、光的特性、繪圖與光源
		活動 5:實物鉛筆繪圖練習
		點描法介紹、秀拉與點描畫派、點描作品賞析
		繪圖步驟與技巧的介紹
		葉子的觀察-學習單 3
		活動 6:點畫練習-1. 蘋果書籤、2. 葉子
		色鉛筆與水彩技法的介紹與練習
		簡易調色盤製作與介紹
		顏色變變變-學習單 4
		活動 7: 葉子卡片水彩畫練習~與點畫(活動 6)同一片葉子
6	科博館科學繪圖競賽作品欣賞與分享	介紹如何畫出生動的科學繪圖
		科博館科學繪圖競賽作品介紹
		學習單 5: 學生整理得獎作品作者創作動機、資料蒐集項目與給予評語。
		分享與報告
7	科學繪圖實作練習	手繪科學繪圖明信片-校園植物版
		介紹 pages 與 Dropbox 雲端上傳資料
		明信片格式設計與排版(pages)
		活動 9:明信片-繪圖+解說
		活動 10:年曆製作 DIY
		活動 11-1:標本採集與製作(一)-乾燥
		活動 11-2:標本採集與製作(二)-固定
		活動 11-3:作品展示-乾燥標本與手繪科學繪圖作品(作品解說表黏貼+裱褙)
8	科學繪圖主題作品	活動 12: 選定繪圖主題與圖說; 準備材料; 繪圖; 蒐集主題相關科學知識; 定稿、文字說明整理與版面編排; 完成活動單; 成果發表會
9	生態觀察與解說	活動 8: 田野生態觀察:蘭潭生態步道植物介紹與觀察-植物解說記錄練習(8 格小書); 生態旅遊; 步道踏查; 田野觀察與紀錄
補充	參加科學繪圖競賽	有興趣的學生, 於暑假可參加科博館舉辦的科學繪圖研習活動