

教育部

107、108、109學年度中區中小學科學教育計畫專案

成果報告書



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
(三年計畫)

主 持 人：楊勛凱

執 行 人：李靜嫻

執行單位：嘉義市精忠國民小學

中華民國110年7月

摘要

本研究為三年計畫，於107年在嘉義市精忠國小執行此課程，推展國小學生從事科學繪圖，以行動研究修正課程。研究者自編科學繪圖課程，讓學生能了解「自然觀察」的重要性，因科學研究步驟的第一步是觀察，透過科學繪圖的活動，能培養觀察力和提升對自然觀察的敏感度，若學生能觀察到一個細微的現象，為了探究其原因，進而提出問題與假設，運用大量實驗與數據，紀錄分析，驗證各種可能的假說，將引導出一系列的研究。

學習科學繪圖的過程中所獲得的資訊，能扎根科學知識，除了培養觀察力、思考力、表達力、提升繪畫技巧外，還能培養恆心和毅力，更重要的是為孩子打開一道走進自然科學的門，啟發孩子對自然科學的興趣。

本研究希望從國小階段開啟學童科學繪圖之門，讓學生喜歡上手繪大自然，開啟學生對科學的好奇心與熱忱。採用行動研究模式優化課程，並持續積極推廣，藉由在不同的場合分享，獲得學生與教師先進們的回饋與建議。

關鍵字：科學繪圖、自然觀察、行動研究

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，是一所迷你小學校，屬偏鄉眷村小學，學區內家長多屬務實之勞農工階層，社經背景較低，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，學校往往需同時扮演家庭教育的角色，尤其在平時上課時間結束後，多數弱勢學生因無法繼續接受來自學校的教學資源，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。

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。

本計畫為自編課程的三年計畫，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：

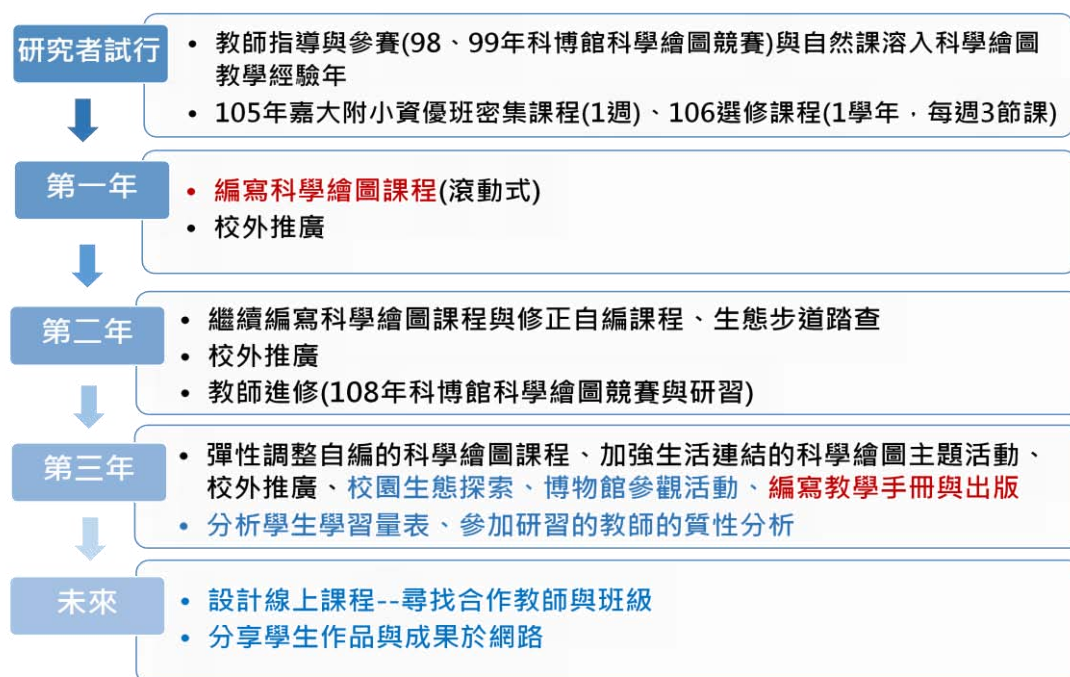
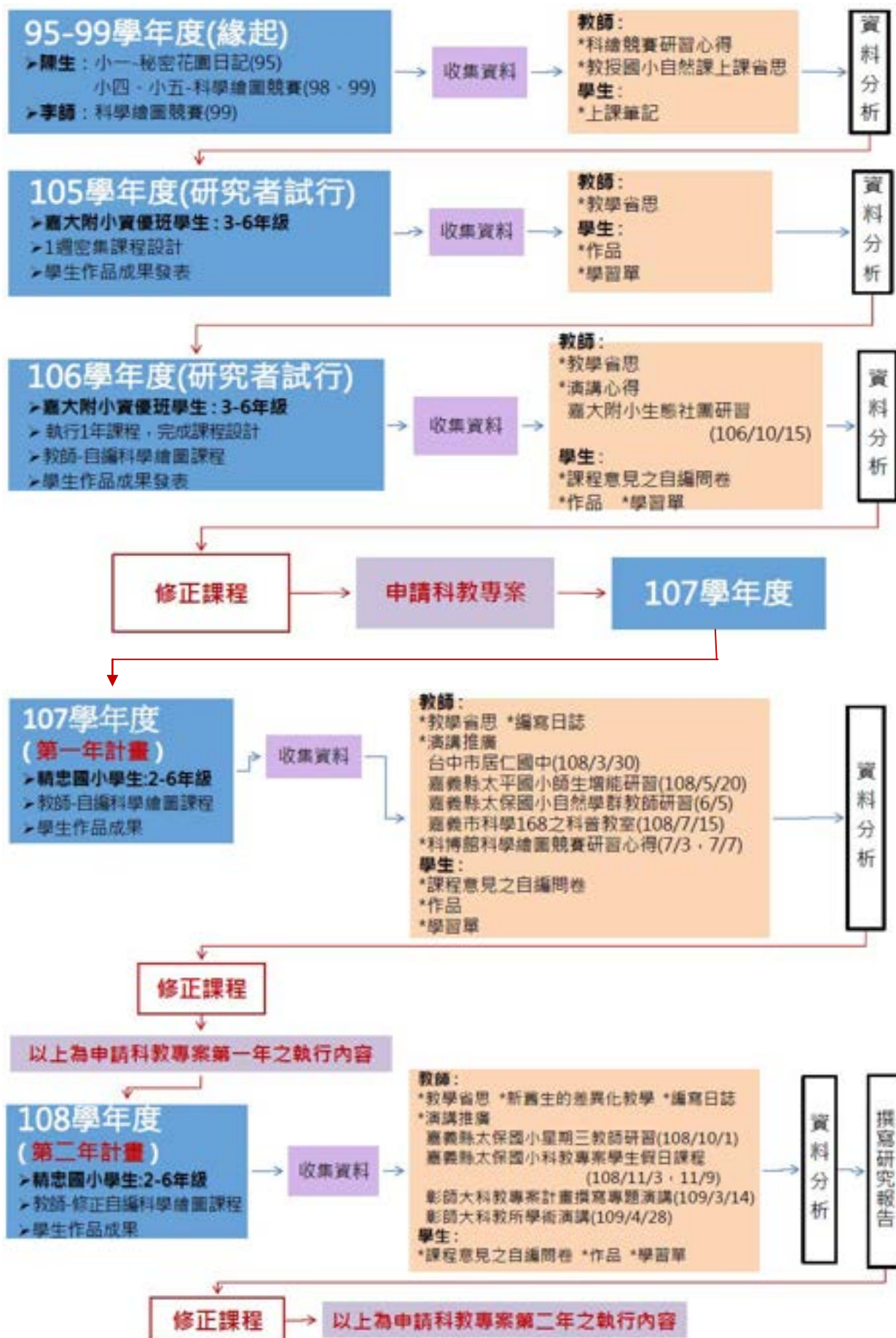


圖1：研究時程

一、研究方法與流程



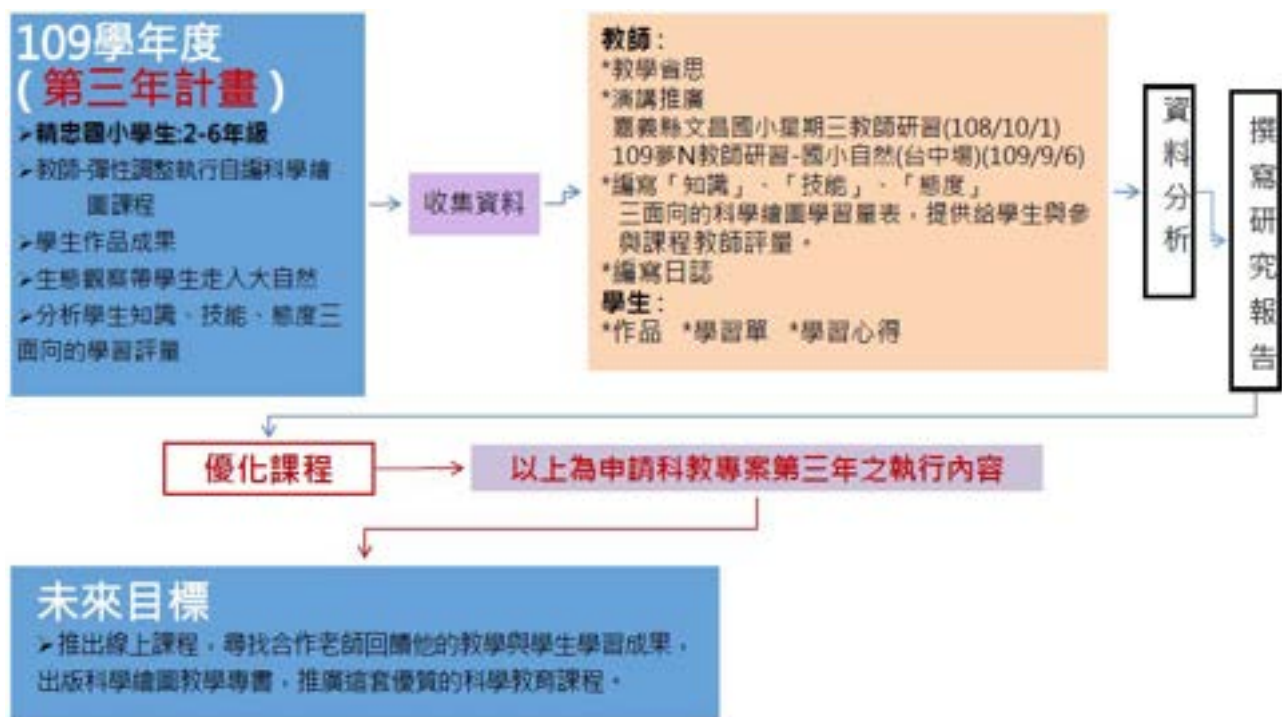


圖2：研究流程

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。

(一)教材方面

問題一：進行『植物拼貼活動』時，學生自訂的主題相同，拼貼的植物材料相似。上課時帶植物教材來的學生只佔10%，故大部分學生使用教師準備的教材。又因拼貼主題讓學生自訂，結果幾個好朋友都拼貼「蜻蜓」，造成他們的完成作品沒有獨特性。

行動方案：1. 規定主題不能相同，避免學生因相互模仿，少了獨特性與創意。

2. 拼貼植物應全部由學生自己準備，可以帶學生去校園收集題材或寫在聯絡簿提醒學生準備。

執行檢討：下次課程確實執行，落實學生增加親近住家附近大自然的機會。

(二)工具方面

問題一：關於資訊設備，使用顯微鏡可讓學生觀看到植物的微觀世界，市面有平價的低倍率(50X-200X)與高倍率(500X)顯微鏡，因經費規定不得購買設備費，所以只能使用放大鏡觀察，但學生能觀察的放大倍率有限。

行動方案：他校借用。



1. USB 電子式光學顯微鏡，用電腦螢幕觀看顯微鏡下的玻片檢體，比傳統光學式解剖顯微鏡更便利，能一起看到視野下的鏡頭，有拍照與編輯功能，可標示檢體尺寸與名稱說明，方便做科學實驗的紀錄。
2. 行動顯微鏡(60X)+上平板或手機：利用3C設備的鏡頭拍照記錄，攜帶方便機動性很高，利用網路隨時上傳雲端分享，學生可自主尋找有興趣的檢體做觀察，將視野延伸至微觀的世界。

問題二：課程中學生一起共用繪圖工具，學生有時候需多出額外等待的時間，影響上課進度。

行動方案：每位學生一份完整繪圖工具盒，貼上姓名。

執行檢討：課程中每位學生繪圖時不受干擾，貼上姓名，學生也會珍惜愛護工具盒。

問題三：進行到水彩繪畫課程，發現全部的學生都是第一次使用水筆，對於水筆畫出來水量的控制有困難，作品紙張都太濕，還有學生一遇到水便玩性大發。

行動方案：像學習練書法一樣，先讓學生畫不同粗細的一，練習力道與水量，另外，在色彩學的課程裡，讓學生藉著調色盤的調色，練習水筆使用。

執行檢討：當在課程中讓他們用水筆練習調色後，學生漸漸上手。

(三)課程內容方面

問題一：關於蒐集回饋資料，因為每次課程內容所需要的時間正好足夠，要收集學生回饋資料需要額外找時間。

解決方案：上課前請先到學生利用時間補寫上次上課學習單或回饋資料，等人數到齊，一起說明上次課後教師的自我教學省思與補充內容，也可達到複習的效果。

例1.《生物細胞標本製作與細胞觀察及繪圖練習》活動

教師課後整理：

1. 教師課後將學生拍照的生物細胞照片作分類整理，編輯細胞大小與文字說明。
2. 上傳學生雲端硬碟
3. 下次上課，學生用ipad上雲端硬碟找到他們上堂課已構好鉛筆草圖的照片並塗上色彩，瀏覽教師整理的生物細胞分類照片並增加細胞結構的說明，練習畫更多不同狀態下的細胞。

問題二：在鉛筆素描教學，教師提供的觀摩作品太單一，只觀看一個立體素描的觀摩影片，無法讓學生滿足。有學生自行用平板查詢關鍵詞：「鉛筆的立體世界」，與同學分享，並告知教師他們覺得畫者很厲害，對鉛筆表現的立體世界感到不可思議。

行動方案：應補充更多鉛筆所繪之立體圖，加強學生體會用2B鉛筆表現明暗，來呈現物體立體空間的表現。

執行檢討：於下一次上課補充更多鉛筆所繪之立體圖，學生感到非常驚豔，隨手拿身邊物品(例如：眼鏡、橡皮差、鉛筆盒等)馬上作畫，想挑戰自己的能力。

問題三：在課程中介紹「花的構造」，為培養學生觀察力，教師畫了一般常見花的結構圖，包括：雄蕊、雌蕊、子房、花瓣、花萼、花藥、花柱、胚珠等，除了讓學生解剖洋桔梗的花，還讓他們進行網路查詢花的構造完成作品的解說，認

識花有許多型態，學生對於胚珠很有興趣，但將子房縱切或橫切後，用放大鏡觀察，還是不容易看到胚珠。

行動方案：教師課後檢查學生作品，將需要修正的部分於下次上課說明。並跟他校借手機或平板式行動顯微鏡，可放大60倍觀察。

執行檢討：下次上課增加用行動顯微鏡讓學生觀察解剖(縱切與橫切)子房內的胚珠，學生順利看到胚珠，對花的結構印象更深刻讓此活動更完整。

插曲：檢討學生作品發現有不速之客啃食花苞，引發學生好奇，更自發性地探究啃食洋桔梗花苞上的毛毛蟲是何方神聖，他們找到的答案是甜菜夜蛾，對花農而言為花卉的害蟲。

問題四：進行到葉子科學繪圖練習時，學生有些使用乾燥的葉子標本，有些去校園撿拾新鮮的葉子檢體來作畫，課程內容先設計教導學生點畫技巧，接著再用同一個檢體做水彩畫的教學，兩種畫法均使用同一片葉子，原意是想讓學生做比較，可是當要畫水彩畫法時，新鮮的葉子檢體已非原來樣貌了。

行動方案：課程安排可讓學生先學水彩畫法，再進行畫點教學，才不會因檢體無法保存造成顏色和型態改變的問題。

執行檢討：因為教學生鉛筆素描後，直接進入以黑白表現的點畫，以黑點的疏密技法表現明暗，下次課程可以做互調。

(四)學生方面

問題一：學生缺乏數感，對於物體尺寸大小，無法目測。

行動方案：教導學生用捲尺實際測量自己身體各部位的尺寸，並做記錄。

執行檢討：幫助了解自己身體各部位的大小，例如：有學生手掌張開高達20cm，一隻手指寬1cm等等，當學生在野外觀察大自然時，能輕易估測並判斷物體大小，讓身體成為簡便測量尺。

問題二：精忠的孩子以往較少有機會接觸自然觀察與紀錄課程，所以必須以從零開始的方式，引導學生在自然情境中知道要去看什麼？注意什麼？以及紀錄什麼？以本學年校園自然觀察的經驗舉例來說，我們需要建立孩子的自然五感體驗有下列五項：視覺體驗、味覺體驗、觸覺體驗、嗅覺體驗、聽覺體驗。

行動方案：在第一年的計畫中，關於生態解說不足之處，除了在校園進行植物解說外，第二年的修正課程已加強，上學期安排外聘講師於課堂上介紹「蘭潭生態步道秀」，下學期安排蘭潭步道踏查與生態筆記紀錄。第三年在校園種植蜜源植物與食草植物，建構校園的生態圍籬，讓學生隨時可以親近自然，觀察自然的奧妙，體會自然的美。

執行檢討：安排田野觀察，有助於孩子在科學繪圖課程進行時，能從被觀察物上擷取更多的訊息。而且經由前面課程單元的建構，學生們於生態解說課程中的表現為非常的認真與投入，外聘的授課講師也很感動；未來，建議可以採用心智圖的整理模式，引導孩子對所學的課程內容能有結構式的彙整，讓自然觀察與科學繪圖的學習內容統整成是一完整情境式的脈絡學習。

(五)教師方面

問題一：教師在98年陪伴小孩參加國立自然科學博物館舉行的科學繪圖競賽活動，並於99年親自參加之後，在自然課的教學上，有些單元搭配科學繪圖的方式融

入課程裡，都有不錯的效果，但是因為科教專案的計畫，所以想看看目前科學繪圖的發展方向，可以成為最佳的參考資料。

行動方案：利用暑假抽空參與108年科學繪圖競賽活動的基礎與進階研習課程，吸取更多相關知識。

執行檢討：雖然教師本人108年暑假要帶學生參加全國科展與科技競賽和家族旅遊，仍利用短暫的空檔參加研習及比賽，與參賽的學員與研習講師交流，雖然名次沒有99年(成人組第一名)佳，但在倉促的時間完成下能得到成人組佳作實屬幸運，作品將在自然學友之家展示一年，計畫帶學生到場觀摩所有優秀作品。

(六)學習單方面

課程內容：介紹葉子的特徵與功能。

《第一年的行動研究模式修正》

問題一：教師只用圖片介紹，下課時，學生主動去校園撿拾葉子，於上課時開心地說她找到線形的葉子。----上課日期:2019/01/16

行動方案：課堂上教師在課程介紹後，應該安排學生實際去校園觀察葉形與葉緣。

執行檢討：他日在校園或田野觀察時，可適時提醒學生實地觀察，另外，於第二年計畫在此單元增加學生立即走進校園觀察的行動。

《第二年的行動研究模式修正》

問題二：教師除了用圖片介紹，下課時安排學生實際去校園觀察葉形與葉緣與撿拾葉子回教室對照圖片，有位學生撿拾龍柏的葉子，卻不知該分類於何處。---上課日期:2020/03/06

行動方案：課堂上，教師在課程介紹雖然提到種子植物的葉脈有平行狀與網狀，分別為單子葉植物與雙子葉植物的特徵，並簡單介紹子葉，學生實際去校園觀察葉形與葉緣時，卻採集到針葉植物，教師對於植物的分類應有更深更廣的介紹。

執行檢討：於下一次上課補充裸子植物與被子植物兩者差異的介紹。

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，實作練習與編寫主題作品，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、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	學期	單元	活動名稱	設計目的與成果
第一年學生	上學期	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。
	下學期	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。
第二年學生	上學期	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。
		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。
	下學期	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。
		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。
	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。
下學期	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	科學閱讀：心智圖是筆記 (學習科學閱讀的技巧，以心智圖紀錄的筆記。)	讓學生閱讀自然課本內文，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，加強閱讀理解能力，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。
	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。

四、活動紀錄

(一)、觀察力練習+牛刀小試(食材觀察)



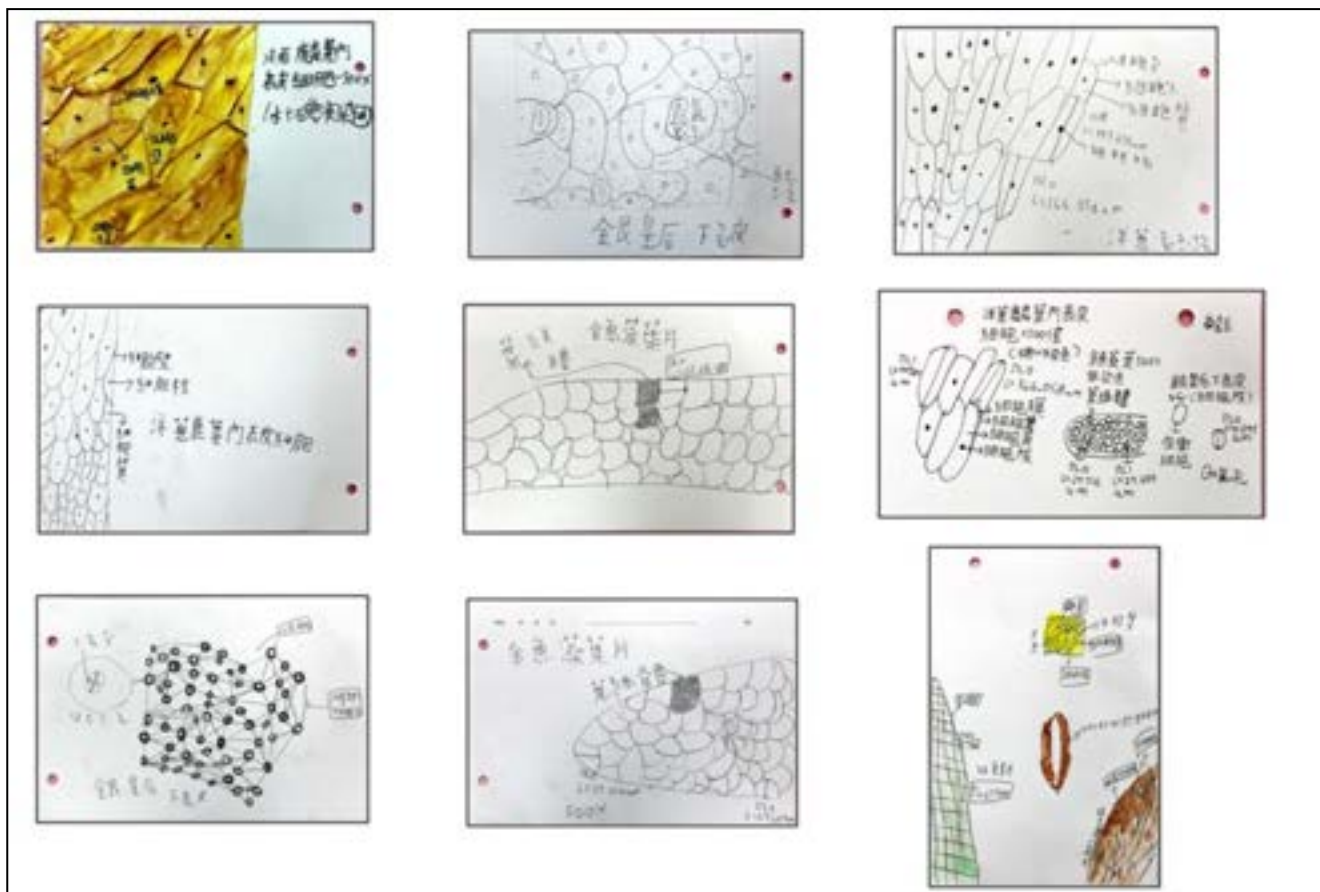
(二)、拼湊大自然(植物拼貼)



(三)、A: 生物細胞玻片標本製作與細胞構造觀察



B: 細胞構造繪圖練習



(四)、洋桔梗花的解頗與構造繪圖

活動4-1: 洋桔梗花的解剖與構造繪圖



(五)、蘭潭步道生態介紹與筆記練習

活動4-2: 蘭潭生態步道秀-生態筆記紀錄練習



(六)、鉛筆素描練習

活動5:實物鉛筆繪圖練習



(七)、點描畫練習

活動6:點畫練習(1.蘋果書籤、2.葉子)



(八)、水彩畫練習



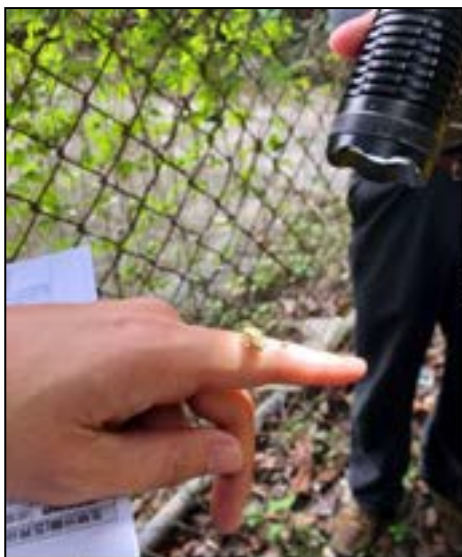
(九)、生態步道踏查與生態筆記紀錄



五福花科(原忍冬科)的冇骨消，花小而繁。大體而言，類似繖形花排列。不過整個花序當中，卻隱含玄機。仔細觀察，小白花之間穿插了一些黃色的杯狀物，也就是會分泌蜜腺的「蜜杯」。通常可以看到螞蟥在其中進進出出。主要功能是用來招蜂引蝶，便利授粉。



冇骨消



1圖7
大黑星點金花蟲的幼蟲



生物分類(五界分類系統)				分類階層：界、門、綱、目、科、屬、種			
一 原核生物界		細菌 (不具細胞核)					
二 原生生物界		原生菌類(黏菌)		三 菌物界		酵母菌	
		藻類				微菌	
		原生生物(草履蟲)				蕈類(香菇)：1 黑柄炭角菌 2 螢光蕈(蘭潭竹筴)	
四 植物界		蘚苔植物：3 毛地錢					
		蕨類植物：4 扇葉鐵線蕨 5 屏東三叉蕨 6 組齒紫萁 7 觀音座蓮蕨					
		種子植物： 裸子植物： 被子植物：8 水黃皮 9 構樹 10 台灣欒樹(無患子科) 11 苦楝 12 稜果榕 13 樹杞 14 野牡丹 15 龍眼 16 絡石 17 楓香 18 玉蘭花 19 菲律賓榕(板根) 20 立鶴花 21 九芎 22 巴西烏尾 23 鐵刀木 24 菊花木 25 水同木 26 波羅蜜 27 方骨滑 28 龍船花					
五 動物界		刺絲細胞動物門(水母、海葵、珊瑚)					
		扁行動物門(渦蟲)					
		軟體動物門(蝸牛、文蛤、章魚)：29 台灣青山蝸牛					
		環節動物門(蚯蚓)					
		節肢動物門(蜘蛛、蝦、昆蟲)：30 大黑星龜金花蟲 31 寬腹螳螂 32 荔枝椿象 33 巨網苔蛾 34 大灰枯葉蛾 35 青斑鳳蝶 36 端紫斑蝶 37 鹿子蛾 38 一點擬燈夜蛾 39 圓端擬燈夜蛾 40 黑竹緣椿象 41 寄生蜂的繭 42 人面蜘蛛 43 蟹蛛 44 長斑擬燈蛾 45 皇蛾					
		棘皮動物門(海星、海膽)					
		脊索動物門					
		魚類： 兩生類(蛙)：46 面天樹蛙 爬蟲類(鱉魚)：47 斯文豪氏攀木蜥蜴 鳥類：48 五色鳥 49 白腰鵲鴉 50 紅嘴黑鴨 哺乳類(人類)					

嘉義市精忠國小科學繪圖社團

自然觀察家：__年__班

課程主題：生態踏查

授課老師：許哲彰老師

地點：蘭潭筍寮及後山步道

日期：109年6月__日

前言：

6月10日星期三上午，靜嫻老師跟著哲彰老師走了一趟步道的場勘後，將當時看到以及討論的生物整理，以生物分類的方式，將這些物種列一份清單給學生們參考，當你們記錄生態筆記時，若清單上已列出的生物寫編號即可，達到節省時間與名稱正確性的目的，方便日後作詳細的整理。

終於，我們將教室搬到了大自然，藉由「科學繪圖」打開走進自然科學的一道門，期待今天大家能幸運地與其他更有趣的生物相遇。

後記：(學生心得)

嘉義市精忠國小科學繪圖社團 自然觀察家：__年__班
 課程主題：生態踏查 授課老師：許哲彰老師
 地點：蘭潭筍寮及後山步道 日期：109年6月__日

前言：
 6月10日星期三上午，靜嫻老師跟著哲彰老師走了一趟步道的場勘後，將當時看到以及討論的生物整理，以生物分類的方式，將這些物種列一份清單給學生們參考。當你們記錄生態筆記時，若清單上已列出的生物寫編號即可，達到節省時間與名稱正確性的目的，方便日後作詳細的整理。
 終於，我們將教室搬到了大自然，藉由「科學繪圖」打開走進自然科學的一道門，期待今天大家能幸運地與其他更有趣的生物相遇。

後記：(學生心得)

(十)、平板的編輯軟體教學與明信片編輯

活動9-1:平板APP練習-介紹pages與雲端上傳資料






活動9-2:明信片:繪圖+解說練習



(十一)、製作年曆與彩繪作品集封面

活動10:年曆製作DIY與彩繪作品集封面



(十二)、植物標本製作與繪圖

活動11: 植物標本採集與製作-乾燥、固定、繪圖



(十三)、主題作品繪圖練習

活動12: 選定主題與繪圖



(十四)、 學生作品編輯排版 I

繪圖主題作品編輯與排版 I

學生學習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。



學生作品編輯排版 II

繪圖主題作品編輯與排版 II

學生使用ipad應用程式pages，將主題作品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。





(十五)、科學閱讀

科學閱讀：心智圖式筆記

學習科學閱讀的技巧，以心智圖紀錄的筆記。

讓學生閱讀自然課本內文，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，加強閱讀理解能力，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。



(十六)、編輯科學繪圖教學手冊與成果分享專書與出版



(十七)、108年7月15日嘉義市科學168教育博覽會之科普教室活動



(十八)、國立彰化師範大學參加中區中小學科學教育專案期中與期末報告



(十九)、專家與教學小組會議





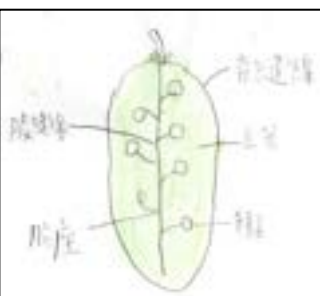







(二十)、109年3月14日科教專案計畫撰寫工作坊教師研習活動



五、學生作品

(一)

			
<p>單元 1：你看過葉脩嗎？</p>	<p>活動 1：觀察食材</p>		
			
			
<p>活動 1：觀察食材</p>			
			
<p>活動 2：拼湊大自然</p>			

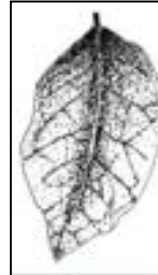
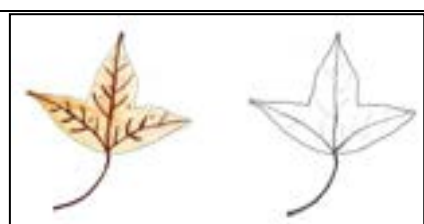


活動 4-1；花的觀察



活動 4-2:生態解說與筆記紀錄練習

活動 5:食物鉛筆繪圖練習



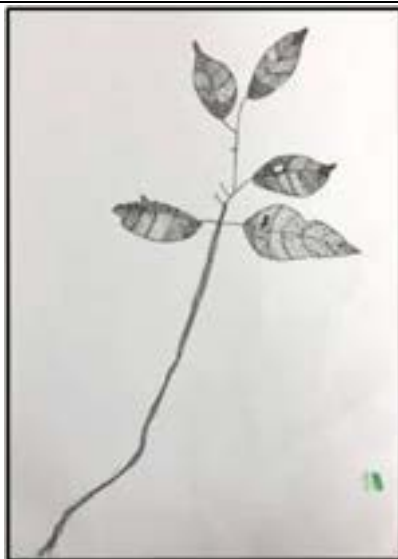
活動 6: 葉子點描畫練習與活動 7；水彩畫練習



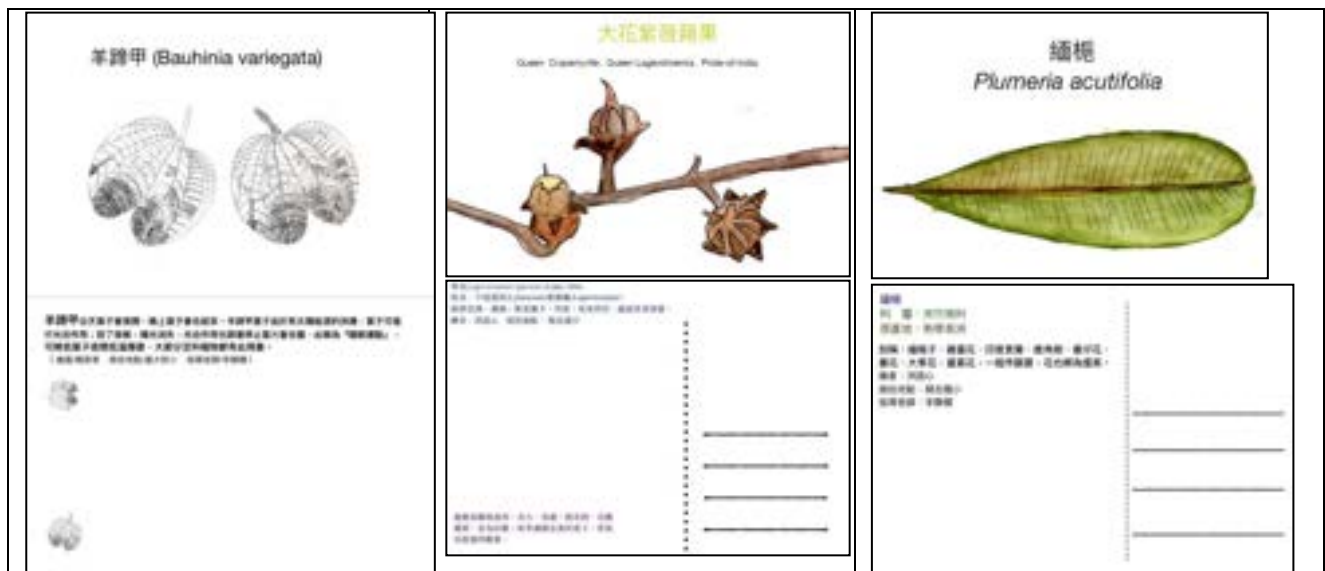
活動 8:生態步道踏查



活動 11:植物標本製作與繪圖



活動 11:植物標本製作與繪圖



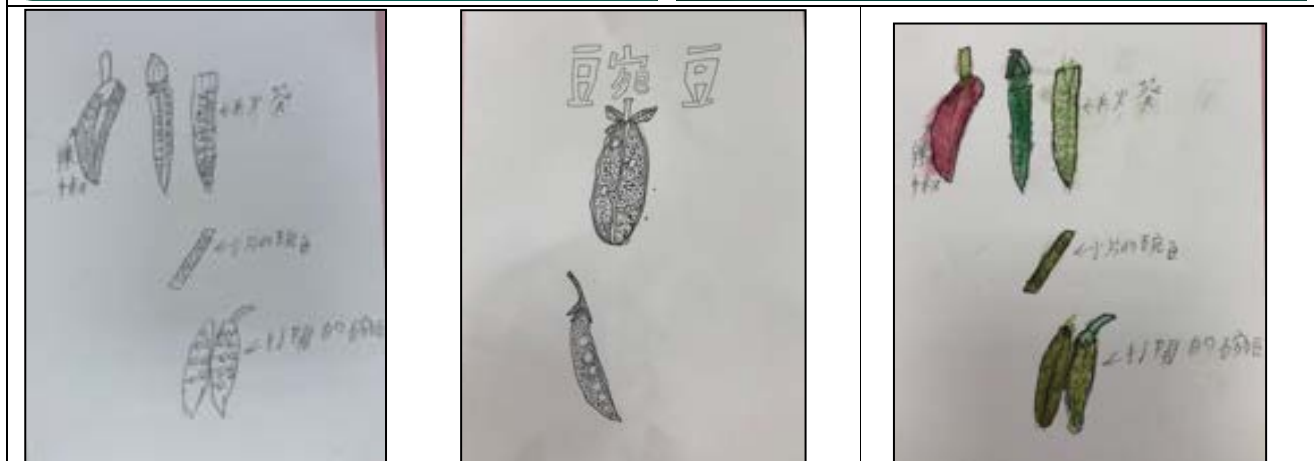
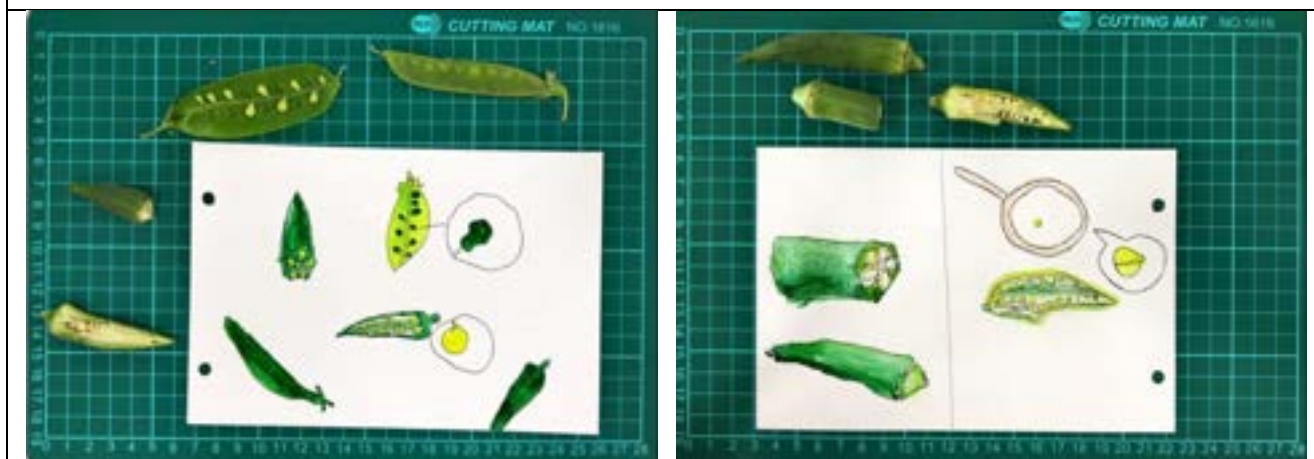
活動 9:明信片製作



活動 10:年曆製作與彩繪作品集封面



活動 12: 主題作品

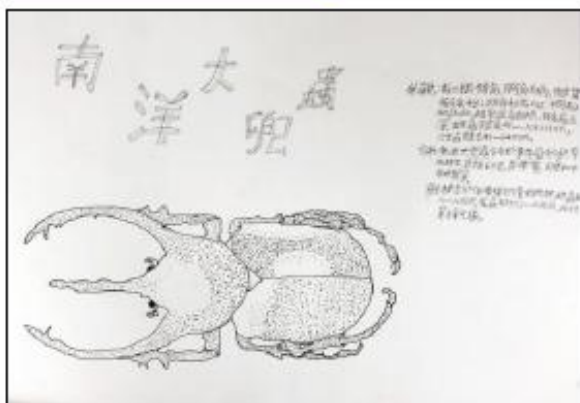


補充活動：「期末測試」

於學期末再次畫食材，和開學初次觀察食材的繪圖比較，有顯著進步。

(四)主題作品

主題作品





五、學校的社群網站分享科學繪圖社團的上課點滴。

(一)、上課紀錄

2018 年 12 月 19 日 精忠-科學繪圖社團上課紀錄：

物體如何被看見？學生只專注在因為有眼睛，忘卻光的存在，因光被物體反射透過眼睛再由大腦分析才被看見，課程間簡單介紹光的特性和可見光光譜，說明顏色的由來，再藉由光源觀察物體的明暗，認真觀察後，用鉛筆畫以黑白來描繪。孩子在學習過程中發現並不簡單，有學生還上網查看『鉛筆描繪的立體世界』，看到一幅幅不可思議的畫作，分享給其他學生，大家都嘖嘖稱奇。

補充 1：完成洋桔梗花子房解剖(橫切)，用行動顯微鏡觀察與紀錄子房內胚珠照片，並教學生用 ipad 的 air drop 功能傳給相同系統的手機。

補充 2：因發現上次『洋桔梗花的構造』的作品裡有了意外的訪客，看到自己作品中的花苞被啃食的現象，激發學生好奇心，上網查詢認識了以洋桔梗為食草之一的甜菜夜蛾，聽說牠也是花卉害蟲。(<http://web.tari.gov.tw/techcd/花卉/切花/洋桔梗/蟲害/洋桔梗-甜菜夜蛾.htm>)





楊助凱一和蔡長陵及其他 4 人在嘉義市精忠國民小學 ·

...

2018年12月5日 · 嘉義市 ·

科學繪圖社團上課紀錄：

觀察真實、認識真實、描繪真實，孩子在學習過程中所獲得的資訊，藉由手繪作品呈現，這是認知與後設認知螺旋交織的過程，能引導孩子紮根科學知識與標本觀察能力。

1.完成生物細胞彩繪

2.自然觀察力與資料查詢能力的相互激盪

*觀察植物：桔梗

*觀察部位：花

*查詢工具：平板+網路

*課程記錄：簡單說明“完全花”的構造，讓學生肢解與解剖桔梗後，自行查詢相關網頁，找出花的結構名稱，對照實物觀察後，學生將他在學習過程中所獲得的資訊，自主呈現有關花的結構之介紹。





楊助凱—和蔡長陵及其他 3 人在嘉義市精忠國民小學 ·

...

2018年11月22日 · 嘉義市 ·

科學繪圖社團:生物細胞觀察、講解、分享與繪圖~靜嫻老師敘述孩子的進度:

1. 在現場我只有示範洋蔥細胞的玻片（圖中上方玻片），主要是讓他們知道怎麼取表皮細胞的薄片，還有了解玻片標本的製作方法與過程和注意事項，以及讓他們有載玻片和蓋玻片的觀念...令我驚艷的是他們也將銀皇后的葉片上下表皮細胞都染色了，對照沒有染色的葉片表皮細胞，保衛細胞的存在和細胞核等結構更清楚😊
2. 一起對照比較發現葉片的下表皮細胞的保衛細胞明顯比上表皮細胞多很多，孩子也容易了解保衛細胞存在下表皮細胞調節氣孔與葉片蒸散水分作用的相關性。





楊勛凱——和蔡長陵及其他 3 人，
在嘉義市精忠國民小學。


2018 年 10 月 24 日 · 嘉義市 ·

科學繪圖社團紀錄：

踩著絲縷的光線採集秋天的顏色，袋子裡裝滿微風吹拂臉龐的清涼，這一個下午，科學是金黃色的想像。





楊勛凱  正在參加 7月12日至16日 ...
每日9時至17時假港坪運動公園辦理108年度科學168教育博覽會，
歡迎大家一起動手玩科學！——和
蔡長陵及其他3人，在嘉義市港坪
運動公園。

2019年7月15日 · 嘉義市 · 

科學168科普教室（精忠國小場次）——從生
活中體驗科學繪圖。我們最棒的講師和助教
群^_^！謝謝大家的熱情參與和支持！





楊勛凱——和 Grace Li，在嘉義市 ...
精忠國民小學。

2020年4月26日 · 嘉義市 · 🌐

科學繪圖社團側記～

認識物體如何被眼睛看見的科學原理，以及光線折射與光影變化的現象。孩子們仔細觀察後，試著用畫筆將物體上的光影分佈及深淺層次描繪出來。



楊勛凱——和蔡長陵及其他 2 人， ...
在嘉義市精忠國民小學。

2020年12月7日 · 嘉義市 · 🌐

本校辦理「108學年度中小學科學教育計畫～【科學繪圖】～為國小學生打開走進自然科學的一道門（第二年）」專案成績優良，獲得教育部國教署頒獎表揚，感謝李靜嫻老師、翁秀玉老師和蔡長陵的用心付出。
#此科學教育專案今年持續進行第三年進度。



Grace Li 在 20200925(五) 精忠 ...
科繪-1 相簿中新增了 12 張相片。

2020年9月25日 · 📷

今天的課程因來社團的時間不同，兵分三路：

- 1.小小繪圖師的線上展覽與活動學習單
- 2.舊生構想科學繪圖本的大綱與查詢資料
- 3.六年級新生介紹點描畫的技巧與練習



楊勛凱——和蔡長陵及 Grace Li，
在嘉義市精忠國民小學。

4月23日 · 嘉義市 · 🌐



學生為期末要出版的「科學繪圖」課程專書，專心編輯自己的作品。

#教育部科學教育專案





楊勛凱——和 Grace Li，在嘉義市精忠國民小學。

7月5日 · 嘉義市 · 🌐

靜嫻老師帶著不同屆的孩子們在科學繪圖領域沈浸三年，即將把這幾年的課程歷程匯集成專書，可以讓有興趣的老師或家長按圖索驥，一起進入科學繪圖的美麗世界。期待出版中....

#最佳助教：長陵主任

#最棒顧問：秀玉老師



主題作品

在攝影與圖像技術還不成熟普及時，人類以繪圖方式將所觀察的事物以圖像表現，並傳達給其他人。隨著科技發展的日新月異，繪圖與電腦繪圖軟體推陳出新，但科學繪圖仍有其不可替代的部分。在科學繪圖的呈現方法上，從手繪圖、電腦繪圖、攝影等的應用是相輔相成的。手繪的科學繪圖可以感受作者的個人風格、筆觸與溫度，容易感動讀者，應用電腦輔助設計，可藉由電子藝術的呈現，達到藝術分享與訊息傳達的便利性。



課程設計：學生學習ipad的應用程式「pages」，於網路蒐集與主題相關的科學知識，與繪圖統整、編輯，最後以Dropbox上傳檔案至雲端，學習科技的應用。

- 1.手繪有興趣的主題（ex.蝴蝶）與蒐集相關的知識，學習科學閱讀技巧與重點整理，加強閱讀理解能力。
- 2.先將手繪作品掃描成圖檔。
- 3.將圖片去背，再用平板的應用程式拼版與編輯文字。
- 4.運用科技的方法，將完成的主題作品檔案上傳雲端與分享。

(二)、科教專案期中與期末成果報告紀錄



2019 年 6 月 24 日 教育部科教專案期末報告:

【科學繪圖】~為國小學生打開走進自然科學的一道門。

昨日和靜嫻老師一起到彰師大進行期末成果報告，也帶著五年級的冠妤一起到彰師大，和教授們分享她和同學們的在這門課的上課心得和手繪作品，趁空檔時帶著她繞繞大學的校園和教室，感受一下學術殿堂的氛圍，鼓勵孩子可以繼續在科繪這個領域持續發展。



楊勛凱——和蔡長陵及 Grace Li，在彰化師範大學。

2019年12月22日 · 彰化郡彰化縣 ·

2019.12.21「教育部科學教育專案-精忠國小科學繪圖期中報告」之心得紀錄 by 李靜嫻老師

今天3位教授說很驚豔，黃師建議好好整後，可以用什麼方法讓別的學校也可以進這樣子的活動，幫助其他老師有個方向，會花時間在嘗試的方式上。勛凱說預計第年出書教師手冊或學生手冊，彭師建議藝性多一點，我今天有帶食材觀察的材料包給他們三個，林師建議在科學文字解說上要這麼的嚴謹與科學性，給孩子多一點自的創意。

彭師說學生可以在手繪速度訓練上再快一點，就像作曲者靈光一來可以馬上寫出的簡單的旋律，當走入大自然其實一個樹枝就可以拿來作畫跟一片沙地或是隨身帶一隻筆跟一本隨身筆記本，訓練出手繪的速度。

我跟他說我想到最後可以來做繪圖的跑檯，也許3分鐘一到就換桌子畫下一個東西的看誰的完成度最高來一場比賽，這樣的活動應該蠻有趣的吧！

#冠妤和玟妍報告表現很棒！

#謝謝林立生處長對師生的鼓勵與支持！





楊勛凱——和蔡長陵及其他 2 人，在國立彰化師範大學。

1月10日 · 彰化郡 Yüanlin · 🌐

教育部科教專案《自主學習-科學繪圖》課程期中報告，師生一起到彰師大科教中心，說明實施第三年的進程與成果。教授們除了鼓勵我們持續優化課程之外，希望我們能朝「線上課程社群」與「線上教學平台」發展，因為國外因疫情而停課的華人教師社群，對於線上教學與課程內容有很大的需求性，大學端可以協助對接國外的教師社群。

^^本課程獲得 107 年、108 年教育部績優團隊獎勵

^^謝謝教師團隊三年來的努力。



(三)、畢業活動紀錄

2019-06-04 20:52:36〔記者丁偉杰／嘉市報導〕

畢業季到了，嘉義市精忠國小將於19日舉行畢業典禮，校長楊勛凱今天陪同幾位應屆畢業生騎獨輪車到市府送邀請卡給市長黃敏惠，希望黃屆時到校參加畢業典禮，黃很開心收下邀請卡，如行程允許的話會參加。

學童送上親手繪製的邀請卡和種子時空膠囊，希望黃市長在 19 日能夠到精忠國小參加畢業典禮，一同留下美好回憶；黃敏惠市長也趁此機會為學童導覽市長室，回贈運動毛巾等，祝福學童勇敢逐夢、健康快樂長大，現場氣氛溫馨。



嘉市精忠國小應屆畢業生騎獨輪車到市府送畢業典禮邀請卡給市長黃敏惠。(記者丁偉杰攝)

肆、研究進度

一、課程進度如表5：「課程進度表」所標示。

二、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。

表5:課程進度表

時程(月份) 工作項目	九	十	十一	十二	一	二	三	四	五	六	七	八
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：暑假可參加國立自然科博館舉辦的科學繪圖競賽活動											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：學生繪圖進度指導修正	AB	AB	AB	AB	AB		AB	AB	AB	AB		
問卷施測(課程後期)										A		

伍、完成進度：

一、學生主題作品的編輯與排版。

二、編寫「科學繪圖」課程的教學參考手冊與成果專書。

三、資料蒐集及分析

(一)學生組：問卷前後測(附件二)、課程單元回饋單(附件三)、學習心得分析、學生作品、學生個訪(錄音)

1.問卷內容包含四大部分，前後測施測統計分析結果(附件四)如表6所示：

表6:問卷施測結果比較表

成對	前測平均數	後側平均數	t 值	p 值
1. 認識科學繪圖單元	2.2761±1.16139	4.0697±.91575	-8.014	小於.05
2. 教學設計單元	2.5826±1.23165	4.0687±1.04701	-6.994	小於.05
3. 技巧與實作單元	2.4300±1.23101	4.0861±.80926	-6.600	小於.05
4. 綜合評量	2.5861±1.33140	4.1345±.83167	-6.395	小於.05

結論：以上均達顯著水準，其平均數增加，因此合理推測學生在課前與課後，對認識科學繪圖、教學設計、技巧與實作、綜合評量的看法有顯著的進步。

2. 學生於「課程單元回饋單」填寫課後評分，每題分數為0-5，最喜歡為5分。統計結果如附件三所示。

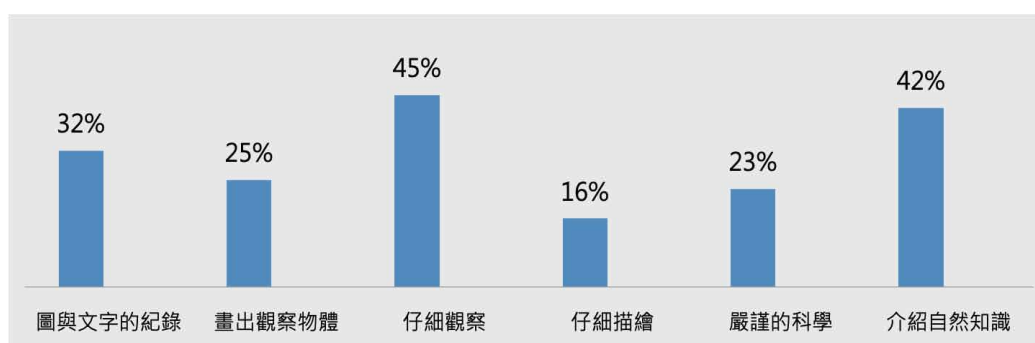
結論：學生的喜歡程度平均為 4.2分。

3. 學生的學習心得分析

(1) 質性分析

- ①成就感與自信心：因為本課程將學生繪圖作品製成明信片，也讓他們用平板將主題作品排版，因此26%提到帶給他們成就感與自信心。
- ②繪圖能力：39%提到科學繪圖必須仔細描繪、畫出觀察結果，能增加畫圖能力、畫出相機拍不到之處、以及19 %更喜歡畫畫。
- ③增加自然知識：在蒐集繪圖主題相關資訊時，無形中大量閱讀許多科學知識，因此42%提到完成科學繪圖讓他們學到更多的自然知識。
- ④觀察：科學繪圖講求「真」，在完成作品前，必須不斷的觀察及比對，因此45%提到完成科學繪圖時需要仔細觀察繪圖主角，可以培養觀察力。
- ⑤自訂主題：10%提到進行科學繪圖時可自訂作者感興趣的主題，文字說明、編排與內容完全依據作者的想法表現。
- ⑥科學繪圖：23%認為科學繪圖是嚴謹的科學，它強調科學知識的正確性；45%覺得科學繪圖的表現是寫實，經由入微的觀察和準確的表達；32%提到科學繪圖以繪圖方式加上文字解說，可以輔助知識的表達；16%反應出從事科學繪圖很費時，需仔細描繪，為慢工出細活的活動。
- ⑦開心有趣：科學繪圖是結合自然、藝術、語文及生活科技等跨領域的課程，55%學生提到可以實地親近自然，結合繪畫，描繪生態的觀察十分有趣。

(2) 上課學生眼中的科學繪圖



舉例說明：

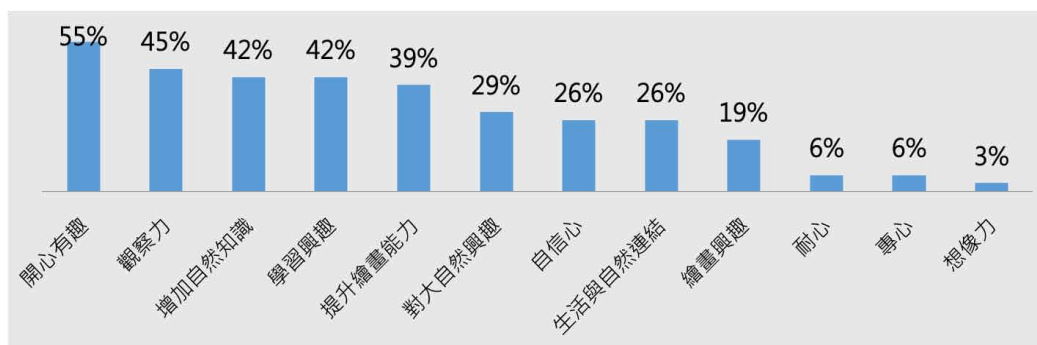
學生1：需要仔細觀察然後繪畫出來的一個課程，具科學意義。

學生2：可以認識科學和大自然。科學繪圖有別於一般的畫畫方式，可以讓其他人也認識大自然。

學生3：手繪可畫出小細節，比照片介紹更清楚。

學生4：需要很仔細去觀察，因為不觀察畫不出來。

(3) 科學繪圖帶給學生的影響



舉例說明：

學生1：讓我的繪畫技巧變好一點，跟學習很多自然知識。

學生2：科學繪圖要觀察大自然，久了就對自然有興趣。

學生3：科學繪圖可以美化環境，我會仔細觀察生活中的事物。

學生4：讓我觀察到以前沒有觀察到，以及在生活中不常見的和不在本地的東西。

學生5：科學繪圖讓我學到以前沒學過的東西，例如學會用 USB 電子式顯微鏡。

學生6：我覺得科學繪圖讓我更了解到生活上到處有科學的存在，也讓我提升自己的繪畫技巧我覺得能上這個課非常值得。

4. 學生作品包含科學繪圖明信片、作品集、主題作品。

作品的評量項目與詳細內容說明如下：

(1)繪圖表現占25%：圖像意涵正確性、色彩運用、完整性、凸顯特徵重點。

(2)圖說表達能力占25%：科學知識正確性、完整性、重點明確、簡單易懂。

(3)設計理念25%：主題表現、創意、引發興趣、新奇、故事性。

(4)視覺美感占25%：整體構圖、視覺動線清晰、視覺對比、筆觸細膩。

(二)教師組：參加講座研習教師的回饋問卷（附件五）整理

針對附件五所示的問卷，其『提問2：您覺得科學繪圖可以讓學生學習那些能力?』整理三場研習講座，包括彰師大教科教所學術講座、嘉義縣文昌國小教師增能研習、109夢N教師研習-國小自然-台中場，參加教師共71人的答案。

分析『提問2』的結果發現，參加研習的教師認為『科學繪圖』可以讓學生學習的能力如下：（原文呈現，數字部分代表人數，例如有62為教師提到可學習觀察力）

觀察力--62	了解生物特徵--2	信心--1
繪圖技巧--16	提問能力/發現問題--2	設計--1
耐心/靜心/定力--16	想像力--2	科學性--1
專注力--7	比較異同--2	查閱文獻--1
自然科學知識--7	提高對大自然興趣--2	空間構圖--1
行動力/實作力/實際下去	分析力--2	自我挑戰--1
做比想更多更好--6	愛護自然--2	態度--1
科學研究/探究能力--5	學習興趣提高--1	欣賞--1
細心--5	思考辨別--1	色彩學--1
科學紀錄/文字說明--5	創造--1	

美感培養--5	模仿力--1	
表達能力--4	記憶力--1	
組織能力--3	有繁化簡--1	
資料收集--3	分類--1	
好奇心--3	摘要重點--1	
了解細微處--3	美術--1	

整理後可歸納為下列的能力：「自然觀察力」、「繪圖技巧」、「觀察專注力」、「自然科學知識」、「科學探究能力」、「科學記錄能力」、「科學實作能力」、「文字及口說表達能力」、「生態美感培養」。

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- 一、生態解說：精忠的孩子以往較少有機會接觸自然觀察與紀錄課程，所以必須以從零開始的方式，引導學生在自然情境中知道要去看什麼？注意什麼？以及紀錄什麼？以本學年校園自然觀察的經驗舉例來說，我們需要建立孩子的自然五感體驗有下列五項：視覺體驗、味覺體驗、觸覺體驗、嗅覺體驗、聽覺體驗。在第一年的計畫中，關於生態解說不足之處，第二年的修正課程已加強，我們安排外聘講師於課堂上介紹「蘭潭生態步道秀」，未來，將持續在這部分加強，下學期將安排田野觀察，而這也將有助於孩子在科學繪圖課程進行時，能從被觀察物上擷取更多的訊息。
- 二、孩子的表現：經由「科學繪圖」課程前面幾個單元的建構，學生們於生態解說課程中的表現為非常的認真與投入，外聘的授課講師也很感動；未來，建議可以採用心智圖的整理模式，引導孩子對所學的課程內容有更結構式的彙整，讓自然觀察與科學繪圖的學習內容統整成是一完整情境式的脈絡學習。
- 三、授課教師的回饋：第一次上精忠國小的週五生物社團課，每個小朋友都很認真做筆記，甚至一直拜託我跳回上一頁再讓他們筆記，讓人覺得非常感動，還有筆記竟然是用畫圖的，我好像看到了未來的插畫家。學校老師們引導出這樣的社團訓練學習方式及態度，對小孩的學習很扎實很有效，相信進步會很快，問題及回應也很熱烈，讓人非常樂意多送一些小禮物給這樣的小朋友，後來我連大張的彩色圖片教材都送了，教材再印就好。畢竟我和小朋友一樣也是一邊學習一邊做筆記的哦！第一次遇到所有小朋友都認真作筆記的生態課，感覺精忠是一所對學生的教育很用心的學校。~~擷取自許哲彰老師109年12月2日社群網站(臉書)下午12:47的貼文。
- 四、科學繪圖是將科學知識視覺化，能有效地傳遞科學訊息；有學者曾說，科學繪圖是融合科學知識與美學的媒介，能提供學習知識的樂趣與美感的體驗，故關於繪畫速度與技巧的提升，也是很重要的一環，有這樣的能力，創作者便能快速精確地把所需的圖像畫下來，達到與人溝通的目的，但是這些能力無法一蹴可幾，需長期培養，也許當學生接觸科學繪圖後，能激發他們在美術課認真學習藝術與技術的動力。
- 五、因新冠肺炎的疫情，原定109年5月份去科博館參觀的行程被迫取消，原本預計帶學生去自然學友之家參觀指導教師李靜嫻和其他競賽得獎者的科學繪圖作品(展示至109年8月)，現在只好請家長找時間帶學生自行前往。

- 六、108年期中報告時，教授建議將研究成果整理推廣，本計畫執行老師已申請第三年計畫，預計進行修正後的優化課程，編制符合「知識」、「技能」、「態度」三面向的科學繪圖量表，提供給學生與參與課程教師評量，和編撰教學手冊。
- 七、108學年度科教專案期末報告時，教授建議多元內容，為改善第一年與第二年計畫課程安排的繪圖主題偏向植物類，在第三年計畫的課程裡增加許多昆蟲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，學生隨時都可探訪校園生物的奧妙。
- 八、108學年度科教專案期末報告時，教授肯定具推廣價值，除了執行第一年與第二年計畫已進行的多場演講，其中包括在彰師大科教專案計畫撰寫專題演講分享（109/3/14）和彰師大科教所學術演講（109/4/28），都讓身為演講者的我得到許多很棒的回饋與建議；於第三年計畫的推廣有嘉義縣文昌國小教師研習的演講（109/11/4）和夢的N次方109年度教師專業自主社群工作坊-國小自然台中場（109/9/6）的演講。每場演講因對象、計畫執行的時間點與已達到的成效不同而讓我們有停下腳步檢視計畫的機會，讓計畫持續地改進與精進。
- 九、108學年度科教專案期末報告時，教授建議可加強形成性評量收集學生的學習證據，在課程裡有些單元有學習單與繪圖作品，以及問卷，在此次109學年度期中報告時，想請教教授在學習證據的評量與方法上，給我們一些具體的建議。
- 十、為因應新冠肺炎疫情期，政府積極推動線上教學的學習平台，一度擔心延後開學與停課而來的線上教學，所以提前將課程中可以線上教學的單元設計成線上授課簡報與學習單，使用平台是 cisco webex Meeting，試驗對象為居住在美國的姪女(國一)和姪子(小四)，7/8至8/14每週1堂50分鐘的解說課(平台規定一次視訊時間為50分，可關掉重新連線延長時間)，但學生須有協助人員課程才能順利進行，協助課前印製學習單或準備工具材料，以及陪伴完成課後學習單或查詢資料，拍攝學生參與課程的活動照片，並督促學生將成果放上記錄的平台(google classroom)。
- 十一、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。
- 十二、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。在楊校長近日分享的學校社群動態上，可看見許多生物已悄悄探訪初夏的精忠校園。
- 十三、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，讓學生閱讀自然課本的內文，學習辨識重點與關鍵字，加強閱讀理解能力，學習以心智圖紀錄的筆記。
- 十四、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。

十五、本研究為設計一套以科學繪圖為媒介的課程帶領學生打開走進自然科學的一道門親近自然，喜歡自然，愛護自然開啟對科學的好奇心和熱忱提升對自然觀察的敏銳度有機會發現問題，進而解決問題培養探究精神，提升科學素養。

柒、未來展望

最後，我們將編輯和出版學校社團之課程設計與學生成果紀錄手冊，書名為《科學繪圖 Scientific Illustration ~打開走進自然科學的一道門》，在書中分享接觸科學繪圖與指導國小社團的經驗，以及相關課程的設計理念，介紹科學繪圖給各位教師以及對教育有興趣的家長認識。希冀藉由各位所學的專長，將科學繪圖應用在教學上或親子互動的日常生活中。

未來，看著每一幅科學繪圖所傳遞的故事，引發對科學知識的興趣與好奇，體驗大自然的美學與奧秘，拉近與大自然的距離，保護我們的星球。

捌、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/vnkxty>。
- 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=S1Lw8FfFJCU>。
- 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>
- 「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>

【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		
		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-學習單 2		
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-學習單 6
		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-生態踏查筆記
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

【附件二】前測與後測問卷

「科學繪圖～打開走進自然科學的一道門」

親愛的同學：非常感謝你這學期熱情參與科學繪圖社團的活動，這份回饋單主要是想了解你對『科學繪圖課程』的看法。每個題目請仔細閱讀思考後，請寫上分數（0、1、2、3、4、5），如果「完全不知道」、「沒有」、「不行」請寫“0”，如果「很清楚知道」請寫“5”。謝謝你的參與。

一、基本資料

填寫日期：____年____月____日

設計者：李靜嫻

(一)姓名：

(二)學校：____年級：____

(三)學習興趣(可複選)：☐語文☐數學☐自然科學與科技☐社會人文☐美術與設計☐其他

二、活動單元

(一)認識科學繪圖單元	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.我對科學繪圖有基礎的認識。		
2.我了解科學繪圖在自然史上所扮演的角色。		
3.我知道科學繪圖在生活中隨處可見。		
4.科學繪圖無法被相機取代。		
5.科學繪圖能超越冗長文字想表達的內容，一目了然。		
6.科學繪圖能解說科學的知識。		
7.科學繪圖能用圖像直接說明作者的研究。		
8.科學繪圖需透過細微的觀察與精確地表達。		
9.科學繪圖在物種的分類或科學研究上具有重要地位。		
(二)教學設計單元	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.科學繪圖課程能給學生透過五體感覺，觀察週遭環境的動植物與自然現象，知道如何欣賞美的事物。		
2.能培養學生愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。		
3.學生學習科學繪圖，能對生物的演化與分類有整體的概念。		
4.學生能透過動手實作活動，體驗大自然的奧妙。		
5.能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，完成科學繪圖作品。		
6.學習利用文字、影像（如攝影、錄影）、繪圖或實物、科學名詞等，表達科學繪圖探究之過程、發現或成果。		
7.學生透過欣賞科博館歷年優秀科學繪圖作品，學習圖說能力。		
8.學生能學習選定研究主題，尋找欲研究的主題，確定研究主題與範圍。		
9.培養學生蒐尋資料的能力。能依主題蒐集各式資料，能運用網路、圖書館等方式蒐尋相關資料，並進行資料的摘要整理。		

10.學習紀錄及整理資料。能設計適合的排版以紀錄探究結果分享繪圖與科學知識。		
11.學生學習 ppt 簡報，介紹科學繪圖作品。		
12.能解說自己的作品，培養口語表達能力。		
13.能專注聆聽同學報告，提出疑問或意見。		
14.透過科學繪圖所繪主題相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性。		
15.辦理科學繪圖成果發表，可以給學生帶來成就感。		
(三)技巧與實作單元	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.科學繪圖能增加我的繪畫能力。		
2.我了解如何畫出生動的科學繪圖。		
3.我能感受完成科繪作品來表現自己構想的樂趣。		
4.我了解完成一幅科學繪圖作品的過程。		
5.我了解科學繪圖必須有科學性。		
6.科學繪圖會讓我對繪畫更有興趣。		
(四)綜合評量	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.科學繪圖能引起我對自然科學的興趣。		
2.我喜歡科學繪圖。		
3.科學繪圖會激發我想多去觀察身邊的事物。		
4.我喜歡發掘生活中用科學繪圖手法呈現的地方。		
5.我覺得科學繪圖的課程可以提升觀察力。		
6.透過科學繪圖可以幫我們打開走進自然科學的一道門，親近大自然，喜歡上大自然。		

(五)學習心得：科學繪圖課程的收穫與影響

【附件三】課程回饋單-學生評分結果

學生姓名：

填寫日期：

科學繪圖的課程詳細介紹如下表，請仔細回想你最喜歡那些上課內容呢？非常喜歡的給5分，不喜歡的給0分，有學生這學期才加入科學繪圖社團，沒上到的單元可以不用給分喔！

單元	主題	課程內容	喜歡程度 (0-5分)
1	認識科學繪圖	科學繪圖發展史	3.8
		科繪的故事(影片)	3.7
		手繪科學繪圖的優點介紹	3.4
		介紹科學繪圖作品與網站	3.9
		活動 1:觀察力練習+牛刀小試(觀察辣椒、香菇、豌豆、秋葵等)	3.9
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	3.7
		活動 2:拼湊大自然(植物拼貼畫)	4.2
		微觀世界(1)行動顯微鏡 (2)USB 電子式光學顯微鏡觀察	4.7
		活動 3:生物細胞標本製作與細胞構造繪圖練習	3.7
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	3.7
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	3.4
		實例經驗分享:桃花心木	2.8
		花的構造介紹	3.3
		活動 4-1:洋桔梗花的解剖與構造繪圖	3.8
		教室裡遇見生態步道的花花世界	4.1
		活動 4-2:蘭潭生態步道秀:植物解說與生態筆記紀錄練習	4.7
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	4.1
		活動 5:實物鉛筆繪圖練習	4.4
		點畫法介紹	4.5
		繪圖步驟與技巧的介紹	4.0
		葉子的觀察	4.5
		活動 6:點畫練習-1. 蘋果書籤 2. 葉子	4.1
		色鉛筆與水彩技法的介紹與練習	4.7
		簡易調色盤製作與介紹	4.3
		顏色變變變	4.4
		活動 7: 葉子卡片水彩畫練習~與點畫(活動 6)同一片葉子	4.2
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	3.7
		科博館科學繪圖競賽作品介紹	3.3
		學習單 5: 選得獎作品，整理作者創作動機、資料蒐集項目與給予評語。	3.7
		分享與報告	3.3
7	科學繪圖實作練習	手繪科學繪圖明信片-校園植物版	4.5
		活動 8: 學校校園植物介紹與植物解說記錄練習(8 格小書)	3.6
		介紹 pages 與 Dropbox 雲端上傳資料	4.4
		明信片格式設計與排版(pages)	4.2
		活動 9:明信片-繪圖+解說	4.1
8	科學繪圖主題作品	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	4.4
9	生態觀察與解說	生態旅遊；步道踏查；田野觀察與紀錄	4.8
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	
課程內容評分的平均 為 4.2 分			

(六)請問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?

(六)請問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?
第5、7單元,因為可以用不同的筆調出諸紫千紅的色
彩,畫出一張又一張的圖片,再做成明信片,就變得
自己做出來的明信片很美,非常有成就感,好像發現
新大陸似的。

(六)請問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?
印象最深刻的部分是單元7明信片格式設計與排
版(pages),因為老師教我利用iPad做成一張好看的
明信片。最喜歡的部分是單元5簡易調色盤製作
與介紹。因為老教我用水筆和調色盤畫出一張好看
(後面還有)

(六)請問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?
在實際操作的時候,因為我喜歡實際去解剖,用儀器,
像用顯微鏡去觀察生物細胞,解剖洋桔梗花等等。

問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?

第7單元 因為可以自己製作明信片

(六)請問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?

我最喜歡的單元是七,因為做明信片很好玩
用平板

問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?

① 畫葉子和用顯微鏡觀察生物細胞
② 有趣

(六)請問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?

單元7,很有趣可以教我們如何使用平板。

【附件四】學生問卷施測前後測統計分析結果

根據描述性統計得知，完成這份問卷的前後測人數為31人。

成對樣本統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	認識科學繪圖單元前	2.2761	31	1.16139	.20859
	認識科學繪圖單元後	4.0697	31	.91575	.16447
成對 2	教學設計單元前	2.5826	31	1.23165	.22121
	教學設計單元後	4.0687	31	1.04701	.18805
成對 3	技巧與實作單元前	2.4300	31	1.23101	.22110
	技巧與實作單元後	4.0861	31	.80926	.14535
成對 4	綜合評量前	2.5861	31	1.33140	.23913
	綜合評量後	4.1345	31	.83167	.14937

成對樣本檢定

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間				
				下界	上界			
成對 1 認識科學繪圖單元平均前測- 認識科學繪圖單元平均後測	-1.79355	1.24603	.22379	-2.25060	-1.33650	-8.014	30	.000
成對 2 教學設計單元平均前測 - 教 學設計單元平均後測	-1.48613	1.18312	.21250	-1.92010	-1.05216	-6.994	30	.000
成對 3 技巧與實作單元平均前測 - 技巧與實作單元平均後測	-1.65613	1.39713	.25093	-2.16860	-1.14366	-6.600	30	.000
成對 4 綜合評量平均前測 - 綜合評 量平均後測	-1.54839	1.34803	.24211	-2.04285	-1.05393	-6.395	30	.000

根據統計結果，學生組在認識科學繪圖單元前測平均數為 2.2761 ± 1.16139 ，後側為 $4.0697 \pm .91575$ ， t 值為-8.014， p 值小於.05，達顯著顯準，其平均數增加，因此合理推測學生在課前與課後，對認識科學繪圖的看法有顯著的進步。

在教學設計單元前測平均數為 2.5826 ± 1.23165 ，後側為 4.0687 ± 1.04701 ， t 值為-6.994， p 值小於.05，達顯著顯準，其平均數增加，因此合理推測學生在課前與課後，對教學設計的看法有顯著的進步。

在技巧與實作單元前測平均數為 2.4300 ± 1.23101 ，後側為 $4.0861 \pm .80926$ ， t 值為-6.600， p 值小於.05，達顯著顯準，其平均數增加，因此合理推測學生在課前與課後，對技巧與實作的看法有顯著的進步。

在綜合評量前測平均數為 2.5861 ± 1.33140 ，後側為 $4.1345 \pm .83167$ ， t 值為-6.395， p 值小於.05，達顯著顯準，其平均數增加，因此合理推測學生在課前與課後，對綜合評量的看法有顯著的進步。

【附件五】參加研習教師回饋單

教師研習回饋單：「科學繪圖～打開走進自然科學的一道門」

您好：

非常感謝您熱情參與此次的教師專業成長研習，這份回饋單主要是想了解您對『科學繪圖課程』在研習前與研習後的學習成效，請您提供寶貴的意見。請惠填下列問題寫上分數（0、1、2、3、4、5），如果「完全不知道」、「沒有」、「不行」、「不同意」請寫“0”，如果「很清楚知道」請寫“5”，並分享您的心得。謝謝您的協助。 研習講師 李靜嫻 敬上

一、基本資料

填寫日期：____年__月__日

(一)性別：☐男性 ☐女性

(二)年齡：☐20-29 ☐30-39 ☐40-49 ☐50-60 ☐60以上

(三)現況：教授科目_____，年級_____。

(四)學習興趣(可複選)：☐語文☐數學☐自然科學與科技☐社會人文☐美術與設計☐其他

(五)參加動機(可複選)：☐喜歡美術設計☐喜歡自然科學與科技☐喜歡觀察☐曾看過科學繪圖作品，覺得有趣☐其他_____。

(六)以前(參加本研習前)是否曾經畫過科學繪圖的作品 ☐沒有 ☐1次 ☐2次 ☐3次以上

(七)研習前，請簡單描述您所知道的「科學繪圖」是甚麼？

二、學習成效評量 〈請研習前先在左邊欄位寫上分數，研習後再在右邊欄位寫上分數〉

研習前 0-5 分	(一)認識科學繪圖	研習後 0-5 分
	1. 我對科學繪圖有基礎的認識。	
	2. 科學繪圖在生活中隨處可見。	
	3. 科學繪圖能用圖像直接說明作者的研究。	
	4. 科學繪圖需透過細微的觀察與精確地表達。	
	5. 科學繪圖在物種的分類或科學研究上具有重要地位。	
研習前 0-5 分	(二)技巧與實作	研習後 0-5 分
	1. 我認為透過科學繪圖可增加我的繪畫能力。	
	2. 我知道如何畫出生動的科學繪圖。	
	3. 我了解科學繪圖必須有科學性和藝術的設計性。	
	4. 藉由科學繪圖會增加我對繪畫的興趣。	
	5. 藉由科學繪圖能引起我對自然科學的興趣。	
	6. 科學繪圖會激發我去觀察身邊的事物。	
研習前 0-5 分	(三)綜合評量	研習後 0-5 分
	1. 我會嘗試以書寫和繪圖的方式進行科學紀錄。	

	2. 我會關注環境和生物的觀察。	
	3. 我會用文字和繪圖來紀錄周遭的事物。	
	4. 我喜歡科學繪圖。	
	5. 透過科學繪圖可以幫我打開走進自然科學的一道門，親近大自然，喜歡上大自然。	
無	(四)教學設計(本研習會介紹科教專案的教學內容，教學對象是國小學生)	研習後 0-5 分
	1. 學生透過動手實作活動，能體驗大自然的奧妙。	
	2. 培養學生蒐尋資料的能力。能引導學生運用網路、圖書館等方式蒐尋相關資料，並進行資料的摘要整理與紀錄。	
	3. 學生能設計排版以及紀錄探究結果，分享繪圖與科學知識。	
	4. 辦理科學繪圖成果發表，可以給學生帶來成就感。	
	5. 讓學生學習到觀察和紀錄大自然的方式。	
	6. 課程的活動設計與內容能充分引起學生的學習動機。	
	7. 科學繪圖能讓學生透過身體的感覺，觀察週遭環境的動植物與自然現象，知道如何欣賞美的事物。	
	8. 科學繪圖課程能提升學生的觀察力。	
	9. 科學繪圖能培養學生愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。	

三、 分享心得與建議

1. 本次研習的心得

2. 您覺得科學繪圖可以讓學生學習那些能力？

3. 您覺得在課程設計上可增加甚麼內容？

4. 對於本次研習有不清楚的地方，或是未來將本次研習所學運用在學業上或生活中，歡迎您與研習講師分享您的經驗、成效或是遇到的問題。(研習講師 E-mail: hsien1969@gmail.com)

繪圖小天地

感謝您的耐心填寫，交回後將送一份
小禮物~手繪科學繪圖 DIY 書籤。

【附件六】學習單

1. 學習單1

【學習單 1】			
單元一：認識「科學繪圖」		日期:	
學生姓名：	學校：	國小	班級：
			座號：

1 在你選擇上這門課程之前，請問你有聽過科學繪圖嗎？(請勾選)
☐ 沒聽過 ☐ 曾經聽過，請問在甚麼情況聽到的_____。

2 在上課之前請你寫下你對科學繪圖的認識

3 看過科學繪圖的故事影片之後，簡單寫下你印象最深刻的部分

4 請和同學討論手繪科學繪圖的優點後，說說看並寫下來

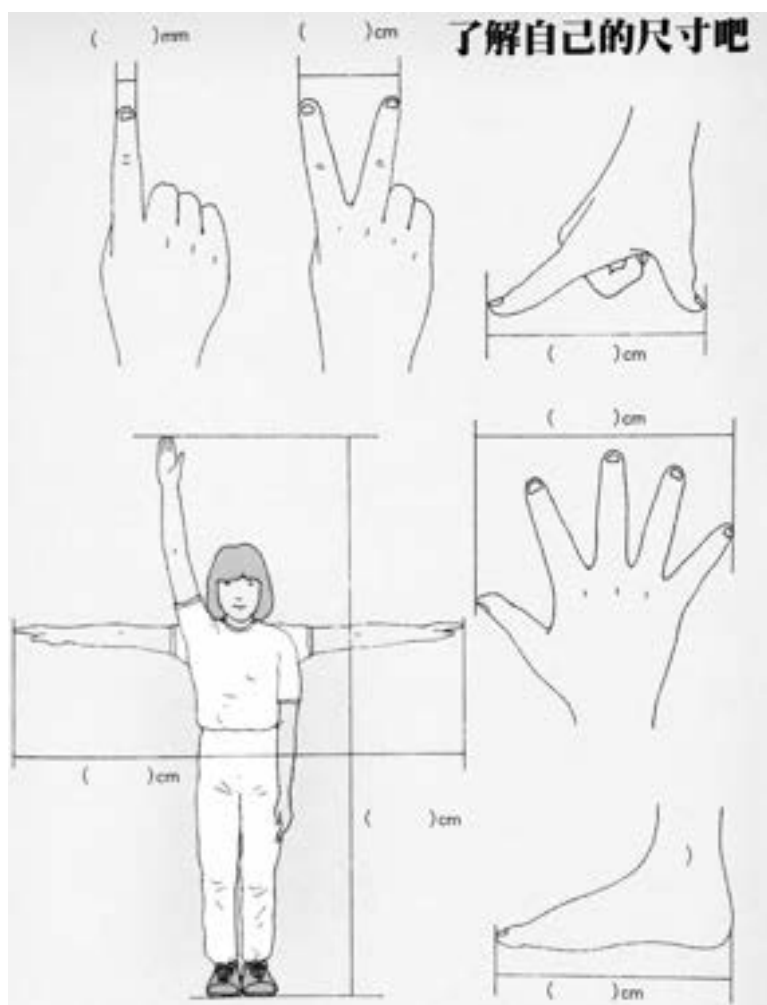
5 請問你看過鴨嘴獸或葉修嗎？(請勾選)

☐ 有：請簡單用文字描述它的外觀，
讓沒有看過的學生想像一下。

☐ 沒有：仔細聽同學的描述後畫下來

6 仔細觀察日常生活中常見的食材（例如：秋葵、豌豆、香菇、紅辣椒...），試著選擇一樣畫下來。

7 量量自己身體部位的尺寸(找同學互相幫忙測量，右邊空白處，可以畫上其他你想知道的部位喔!)



2. 學習單2

【學習單 2】 單元三：生活中的「科學繪圖」 日期：

學生姓名：

學校：國小

班級：

座號：

1. 科學繪圖的基本認識：科學繪圖必須講求真善美

一張理想、完美的科學繪圖 跨越語言文字的限制，透過視覺媒介，圖像簡單易懂、將研究成果呈現給讀者。

具備三大特性為：



2. 事實上，科學繪圖普遍存在我們的生活中，想一想，你發現了嗎？

請將你知道的寫下來。



3. 學習單3

【學習單 3】

單元五：葉子的觀察

日期：_____。

學生姓名：

學校： 國小

班級：

座號：

1.葉子的功能：光合作用製造養分、水分的蒸散作用、呼吸作用。

植物細胞的_____，會吸收陽光和二氧化碳進行光合作用。

2.葉子由葉柄連接莖上的節點。

3.葉子的特徵：

A 葉面的紋路稱為_____，分為_____（單子葉植物）和
_____（雙子葉植物）。

B 葉子的邊緣稱為_____。

C 葉子的形狀稱為_____。



4.請畫出五種不同葉形的葉子

4. 學習單4


【學習單 4】		單元五：顏色魔術師		日期：	李靜嫻編
學生姓名：		學校：國小	班級：	座號：	
					
簡易調色盤		顏色的變化			
					
十二色向環					
魔術師大顯身手：					

5. 學習單5


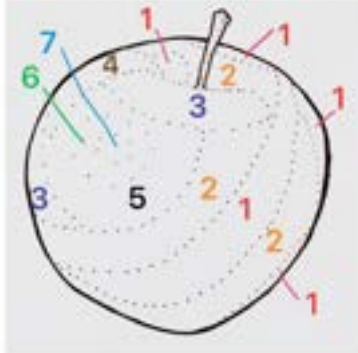
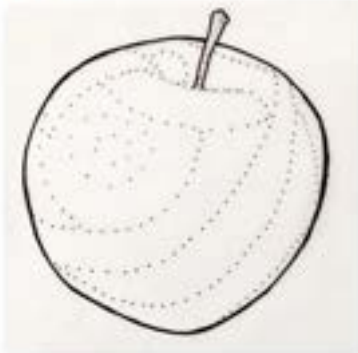
【學習單 5】		單元六：欣賞科學繪圖作品	學生姓名: _____	班級: _____	日期: _____
科學繪圖作品	1.繪圖主題：		2.()年的作品		
圖說 (說明創作者繪圖的動機)					
資料蒐集的項目					
評語					
從此科學繪圖作品得到的知識，或印象深刻之處					

6. 學習單6

【學習單6】 單元五：點描畫練習-蘋果



點畫練習：密——>疏

7. 生態踏查筆記

第一頁內容依據教師前一日探路時觀察到的生物，依分類紀錄與編號，提供學生參考。

第二頁為心得記錄，詳細內容如下，其後頁數為空白內頁，可依紀錄狀況增加空白內頁。

第一頁

生物分類(五界分類系統) 分類階層：界、門、綱、目、科、屬、種			
一 原核生物界	細菌 (不具細胞核)		
二 原生生物界	原生菌類(黏菌)	三 菌物界	酵母菌
	藻類		黴菌
	原生生物(草履蟲)		蕈類(香菇)：1 黑柄炭角菌 2 螢光蕈(蘭潭竹筴)
四 植物界	蘚苔植物：3 毛地錢		
	蕨類植物：4 扇葉鐵線蕨 5 屏東三叉蕨 6 粗齒紫萁 7 觀音座蓮蕨		
	種子植物	裸子植物：	
		被子植物：8 水黃皮 9 構樹 10 台灣欒樹(無患子科)11 苦楝 12 稜果榕 13 樹杞 14 野牡丹 15 龍眼 16 絡石 17 楓香 18 玉蘭花 19 菲律賓榕(板根) 20 立鶴花 21 九芎 22 巴西鳶尾 23 鐵刀木 24 菊花木 25 水同木 26 波羅蜜 27 冇骨消 28 龍船花	
五 動物界	刺絲細胞動物門(水母、海葵、珊瑚)		
	扁行動物門(渦蟲)		
	軟體動物門(蝸牛、文蛤、章魚)：29 台灣青山蝸牛		
	環節動物門(蚯蚓)		
	節肢動物門(蜘蛛、蝦、昆蟲)：30 大黑星龜金花蟲 31 寬腹螳螂 32 荔枝椿象 33 巨網苔蛾 34 大灰枯葉蛾 35 青斑鳳蝶 36 端紫斑蝶 37 鹿子蛾 38 一點擬燈夜蛾 39 圓端擬燈夜蛾 40 黑竹緣椿象 41 寄生蜂的繭 42 人面蜘蛛 43 蟹蛛 44 長斑擬燈蛾 45 皇蛾		
	棘皮動物門(海星、海膽)		
	脊索動物門	魚類：	
		兩生類(蛙)：46 面天樹蛙	
		爬蟲類(鱷魚)：47 斯文豪氏攀木蜥蜴	
		鳥類：48 五色鳥 49 白腰鵲鳩 50 紅嘴黑鵯	
	哺乳類(人類)		

嘉義市精忠國小科學繪圖社團 自然觀察家：_____年__班
課程主題：生態踏查 授課老師：許哲彰老師 學習單設計：李靜嫻
地點：蘭潭筍寮及後山步道 日期：109 年 6 月__日

前言：

6 月 10 日星期三上午，靜嫻老師跟著哲彰老師走了一趟步道的場勘後，將當時看到以及討論的生物整理，以生物分類的方式，將這些物種列一份清單給學生們參考，當你們記錄生態筆記時，若清單上已列出的生物寫編號即可，達到節省時間與名稱正確性的目的，方便日後作詳細的整理。

終於，我們將教室搬到了大自然，藉由「**科學繪圖**」打開走進自然科學的一道門，期待今天大家能幸運地與其他更有趣的生物相遇。

後記：(學生心得)

8. 前測與後測問卷

「科學繪圖～打開走進自然科學的一道門」

親愛的同學：非常感謝你這學期熱情參與科學繪圖社團的活動，這份回饋單主要是想了解你對『科學繪圖課程』的看法。每個題目請仔細閱讀思考後，請寫上分數（0、1、2、3、4、5），如果「完全不知道」、「沒有」、「不行」請寫“0”，如果「很清楚知道」請寫“5”。謝謝你的參與。

一、基本資料

設計者:李靜嫻

填寫日期:

(一)姓名：

(二)學校： 年級：

(三)學習興趣(可複選)：☐語文☐數學☐自然科學與科技☐社會人文☐美術與設計☐其他

二、活動單元

(一)認識科學繪圖單元	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.我對科學繪圖有基礎的認識。		
2.我了解科學繪圖在自然史上所扮演的角色。		
3.我知道科學繪圖在生活中隨處可見。		
4.科學繪圖無法被相機取代。		
5.科學繪圖能超越冗長文字想表達的內容，一目了然。		
6.科學繪圖能解說科學的知識。		
7.科學繪圖能用圖像直接說明作者的研究。		
8.科學繪圖需透過細微的觀察與精確地表達。		
9.科學繪圖在物種的分類或科學研究上具有重要地位。		
(二)教學設計單元	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.科學繪圖課程能給學生透過五體感覺，觀察週遭環境的動植物與自然現象，知道如何欣賞美的事物。		
2.能培養學生愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。		
3.學生學習科學繪圖，能對生物的演化與分類有整體的概念。		
4.學生能透過動手實作活動，體驗大自然的奧妙。		
5.能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，完成科學繪圖作品。		
6.學習利用文字、影像（如攝影、錄影）、繪圖或實物、科學名詞等，表達科學繪圖探究之過程、發現或成果。		
7.學生透過欣賞科博館歷年優秀科學繪圖作品，學習圖說能力。		
8.學生能學習選定研究主題，尋找欲研究的主題，確定研究主題與範圍。		
9.培養學生蒐尋資料的能力。能依主題蒐集各式資料，能運用網路、圖書館等方式蒐尋相關資料，並進行資料的摘要整理。		
10.學習紀錄及整理資料。能設計適合的排版以紀錄探究結果分享繪		

圖與科學知識。		
11.學生學習 ppt 簡報，介紹科學繪圖作品。		
12.能解說自己的作品，培養口語表達能力。		
13.能專注聆聽同學報告，提出疑問或意見。		
14.透過科學繪圖所繪主題相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性。		
15.辦理科學繪圖成果發表，可以給學生帶來成就感。		
(三)技巧與實作單元	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.科學繪圖能增加我的繪畫能力。		
2.我了解如何畫出生動的科學繪圖。		
3.我能感受完成科繪作品來表現自己構想的樂趣。		
4.我了解完成一幅科學繪圖作品的過程。		
5.我了解科學繪圖必須有科學性。		
6.科學繪圖會讓我對繪畫更有興趣。		
(四)綜合評量	上課前	上課後
	0-5 分	0-5 分
1.科學繪圖能引起我對自然科學的興趣。		
2.我喜歡科學繪圖。		
3.科學繪圖會激發我想多去觀察身邊的事物。		
4.我喜歡發掘生活中用科學繪圖手法呈現的地方。		
5.我覺得科學繪圖的課程可以提升觀察力。		
6.透過科學繪圖可以幫我們打開走進自然科學的一道門，親近大自然，喜歡上大自然。		

9. 課程回饋單

學生姓名：

填寫日期：

科學繪圖的課程詳細介紹如下表，請仔細回想你最喜歡那些上課內容呢？非常喜歡的給5分，不喜歡的給0分，有學生這學期才加入科學繪圖社團，沒上到的單元可以不用給分喔！

單元	主題	課程內容	喜歡程度 (0-5分)
1	認識科學繪圖	科學繪圖發展史	
		科繪的故事(影片)	
		手繪科學繪圖的優點介紹	
		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、香菇、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	
5	如何畫出生動的科學繪圖	活動 4-2: 蘭潭生態步道秀: 植物解說與生態筆記紀錄練習	
		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	
		點畫法介紹	
		繪圖步驟與技巧的介紹	
		葉子的觀察	
		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	
6	科博館科學繪圖競賽作品欣賞與分享	顏色變變變	
		活動 7: 葉子卡片水彩畫練習~與點畫(活動 6)同一片葉子	
		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: 科博館網站選作品，學生整理作者創作動機、資料蒐集項目與給予評語。	
7	科學繪圖實作練習	分享與報告	
		手繪科學繪圖明信片-校園植物版	
		活動 8: 學校校園植物介紹與植物解說記錄練習(8 格小書)	
		介紹 pages 與 Dropbox 雲端上傳資料	
		明信片格式設計與排版(pages)	
8	科學繪圖主題作品	活動 9: 明信片-繪圖+解說	
		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	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	

請問科學繪圖課程令你最印象最深刻的部分或最喜歡的單元是什麼呢?簡單說說為什麼?

10. 《繪自然：博物畫裡的台灣》特展線上學習單

〈博物密碼大發現〉學習任務

基本資料

(一)我的性別：☐生理男性 ☐生理女性

(二)我是學生(學校名稱：_____): ☐國小 1-2 年級 ☐國小 3-4 年級 ☐國小 5-6 年級 ☐國中 ☐高中 ☐大專院校 ☐研究所

我不是學生：☐一般民眾

我是老師(授課年級與科目：_____): ☐公私立學校 ☐補教業 ☐教育機構
☐工作室/自學團體

本次展覽的主角「科學繪圖」，就像是一個地方的履歷，我們可以從這些圖像紀錄中，發現許多在那個時代的自然線索。你能從線上看到的展場作品裡，找出這些線索，破解以下的謎題嗎？趕快來挑戰吧！

密碼一：在自然史的研究裡，使用於科學文獻中的插畫，會具有那些特性呢？答：

_____。

密碼二：歐洲在17世紀以前，是什麼樣的生物，被當作成是「魔鬼的野獸」？

答：_____。

密碼三：仔細觀察這朵花的花蕊，找出它在科學家林奈提出的植物性別系統的英文字母代

碼？答：_____。



密碼四：找到展場中的《美國鳥類圖鑑》，仔細觀察下列作品的局部圖，找出牠的中文名字並寫在對應的圖片下方。



答：_____、_____、_____、_____。

密碼五：找到並觀察展場的「科學繪圖工作室」，盡可能寫出科學繪圖家在作畫時，會使用到的工具?(例如：鉛筆) 答：

_____。

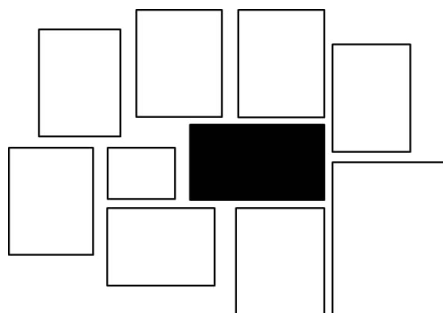
密碼六：從出版年代的早到晚，排序下列三本書(填代號) A. 《臺灣樹木誌》 B. 《臺灣植物圖譜》 C. 《臺灣植物誌》。答：_____。

密碼七：代表臺灣自然史的開端，第一個科學繪圖是描繪哪種植物?答：_____。

密碼八：試著找到這張臺灣的吸血鬼—虻，寫下牠所對應的中文名字是?答：_____。



密碼九：從有許多動物的標本箱裡，找到下圖中的鳥類標本。試著圈出牠在《臺灣野鳥手繪圖鑑》所展示的位置？



密碼十：找到展場內的鼠類繪圖後，你覺得這段敘述「中型鼠類，身體的背部是黃褐色，間雜著像細針般的硬刺剛毛，腹部是白色的柔細短毛，背腹之間界線分明。」最有可能在描述哪一種鼠類?(填代號) A. 田鼯鼠 B. 臺灣森鼠 C. 刺鼠

答：_____。

Q1：最吸引你的科學繪圖作品是_____，為什麼？

Q2：你覺得科學繪圖在生活有哪些運用？

Q3：科學繪圖有哪些不可取代的重要性？