

教育部109學年度中小學科學教育計畫專案

期末報告

計畫期程： 109年08月01日至110年7月31日

計畫執行單位：雲林縣建國國民中學

計畫編號：47

計畫名稱：自然科彈性課程發展計畫—以學生自製探索課程為基模

主 持 人：林吉城 校長

執行單位：雲林縣立建國國民中學

壹、計畫目的及內容：

(一)研究計畫之背景：

本校於執行108學年度學生自製探索科學的過程中，發現到學生自製探索、科學探索的隱憂，因此修正了109學年度計畫方向。建國國中是雲林海線第一大校，但學區涵蓋地理位置範圍大，學生家庭背景多元，學習樣態各有落差，在國中課堂上尤其明顯，本校教師理解到自然科教師在教室的引導角色極為重要，而在108課綱的調整下，教師也困窘於課程的安排、學習情境的創造、教學的互動安排等等，因而，本校教師(畢業於彰化師範大學之校友)在與彰化師範大學專家學者合作的一年半中，逐漸帶起校內其他自然科教師進行課程調整的樣態。

教師明白「國民科學素養」不能侷限於學校教育，但海線偏鄉之學生學習的主要依靠又是課堂，教師思考自然探索課堂的呈現、引導學生發展出科學探索的能力及精神，以及國中課程進度的權衡，逐漸在計畫執行及自然科教師討論中獲得共識，期能再進行調整及進行計畫。

(二)學校現況：

1. 發展狀況：

建國國中創校於民國57年，曾因實施能力分班，而於99年至101年曾經榮獲全縣科展三冠王之佳績，並在升學考試中屢現佳績，然而在常態編班及私校升學風氣漸長後，近幾年科展成績表現低落，學科表現偶有起落；

本校雖為海線最大的公立國中，惟大部分來自於沿海偏遠地區，學生學習需要教師很大的協助。而本校教師希望能逐漸擴展參與計畫之學生與教師，將科學研究的風氣推廣至全校，使自然科學的學習能更具有自動好的能力。

類別	班級數	總人數
一年級	11	285
二年級	11	314
三年級	13	375
全校	35	974

2. 發展困境：

北港地區學生除了學校以外，自然科學學習的最大比率為填鴨式補習班，教育資源遠不如都會，沒有大型展覽及活動計畫，缺乏文化刺激，城鄉差距大，家庭經濟背景普遍較低，在各項科學活動的辦理中，經費來源為最大的阻力，活動設計的內容為教師最大的壓力，如何能夠好好辦理科學活動，在課程內容調整之壓力、經費籌辦及專家學者的帶領，是敝校在發展自然探索課程中，最期望解決之處。

(三)計畫目的：

1. 以科學實驗為主軸，串連學生動手操作及科學舉證、解釋的科學素養。
2. 延續第一年的實施計畫，並建立完整探索課程模式。
3. 以學校為基地，將探索課程模式推展至學區夥伴學校。
4. 以科學實驗為主軸，串連學生動手操作及科學舉證與解釋的科學素養。
5. 國中教育會考自然科成績向上調整，並非計畫目的，但也展現出，學校教師在專家學者帶領的風氣影響下，課堂的調整具有成果！

	110年教育會考	109年教育會考
本校 A 級比率	8.7%	7.89%
全國 A 級比率	16.52%	15.71%
本校 B 級比率	67.93%	62.83%
全國 B 級比率	61.12%	62.33%
本校 C 級比率	23.37%	29.30%
全國 C 級比率	22.36%	21.96%

貳、研究方法及步驟：

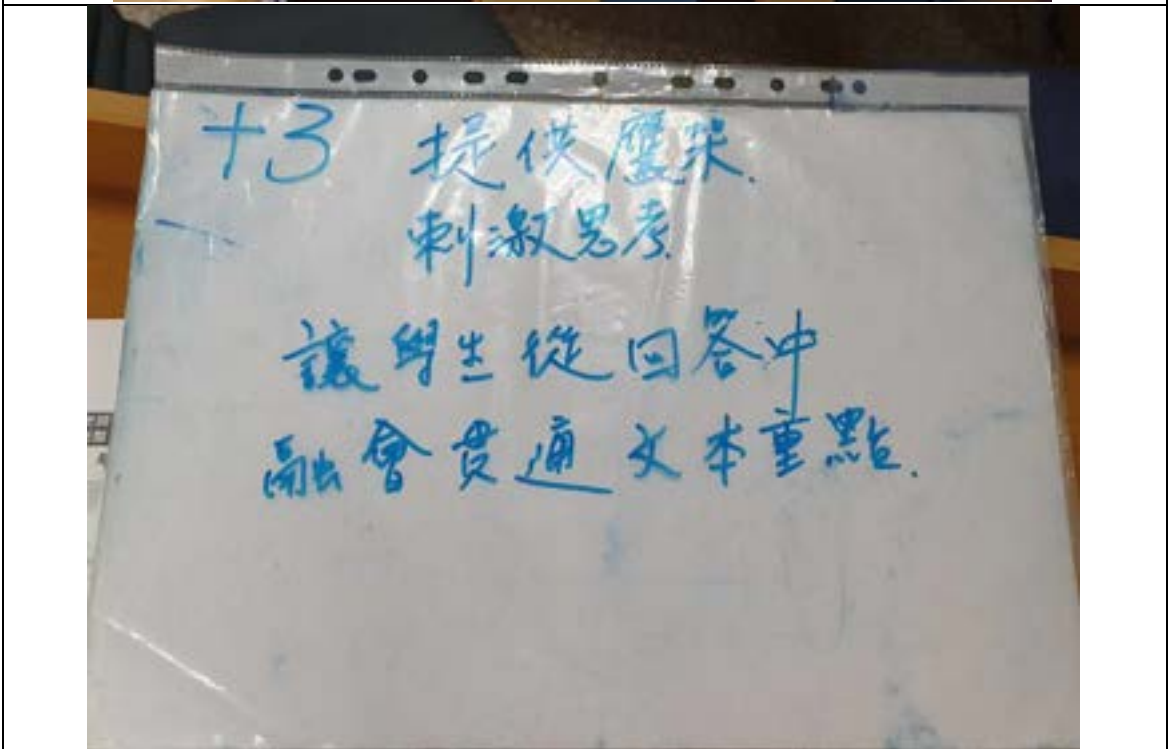
(一)研究方法

學校首先分析生物及理化課程中可進行哪些科學探索，由此尋找可與課本、校園相結合之科學實驗活動，並與專家學者合作，在活動的趣味引導中，提升學生的探索動機。

藉由文本及實驗操作的引導，使學生主動進行科學探索，引導並訓練學生動手作實驗的習慣，建立科學探索到詮釋的能力。此外，本計畫亦重視教師科學素養的培養。我們希望能夠發展教師專業社群，透過教師社群共同研究、分析、安排與設計實驗課程，並進一步發展出探究趣味實驗教材。

主持研究計畫：林吉城校長			
協辦研究計畫：朱育纓主任、林宗翰主任、張琦媚組長、蘇億晉組長			
校內教師群(課程規劃)			
生物科	理化	藝文領域(跨領域自然探究)	閱讀(跨領域自然閱讀)
林金燦	蘇億晉	吳如雯	蔡威伶
吳順源	劉文毅	鄭惠丰	李美芳
吳蘇芳	黃錦松		
黃千惠	林政利		
	陳嘉朋		
	何佳錦		

校內教師進行課程研討：

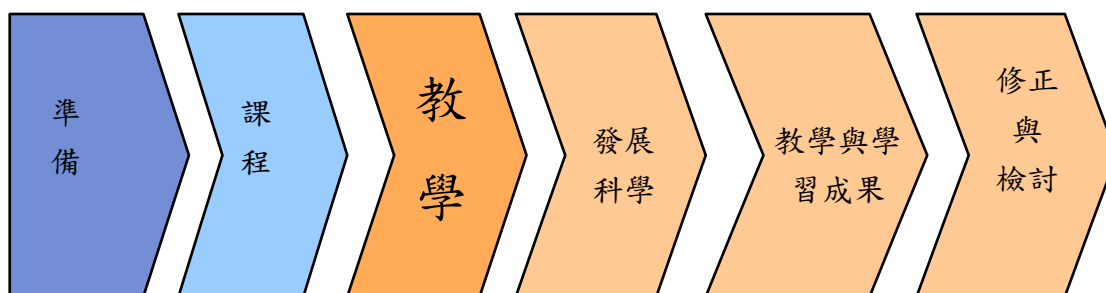




校內教師課堂中，進行更深刻的學習內容探討(協同教學)：



(二)研究步驟



(一)準備階段：

1. 挑選適合的單元與概念
2. 選擇目標學生，本學期共24位學生參與。

(二)課程規劃：準備每個階段主題。

編號	日期	活動主題	操作步驟	備註
1	109年10月	一、主題－甚麼是科學實驗：進行科學探究基礎課程 實作1－種子想飛(結合生物及理化課程)	(1)科學文本閱讀 (2)圖表運用教學 (3)科學實作探究	
		二、主題－甚麼是科學實驗：進行科學探究基礎課程 實作2－就是那個光！(結合生物及理化課程)	(1)科學文本閱讀 (2)圖表運用教學 (3)科學實作探究	
2	109年11月	三、主題－數據的處理實驗：資訊科技之運用 實作3－植物辨識(平板電腦及手機軟體之植物辨識功能，解析植物常見構造)	(1)圖表教學 (2)資訊設備收集資訊 (3)辨識資訊的處理	
		四、主題－數據的處理實驗：科學實驗的定性與定量 實作4－以碘-澱粉反應為例	(1)實驗內容的認識 (2)科學實作探究 (3)圖表整理及討論	

3	109年12月	五、主題主題－聲音的探索 實驗5－環保吹笛	(1) 科學文本閱讀 (2) 科學實作探究 (3) 討論與修正	
寒 假				
4	110年03月	六、主題：表面張力 實驗6－水蜘蛛、肥皂泡泡	(1) 科學實作探究 (2) 實驗數據解析 (3) 討論與修正	
5	110年04月	七、主題：酸鹼 實驗7－植物指示劑	(1) 科學文本閱讀 (2) 科學實作探究 (3) 討論與修正	
6	110年05月	七、主題：DNA 實驗8－DNA 瓊脂膠電泳	(1) 科學文本閱讀 (2) 實驗數據解析 (3) 討論與修正	

(三)教學階段：

1. 以學生學習為中心

2. 設計具備探究精神的實作課程。

-引導學生面對問題的自信與勇氣。

-培養實作、思辨與表達的重要科學技能。

(四)引導學生發展科學探索主題：

1. 學生能自己發現科學主題。
2. 學生能進行小組探究。

(五)教學與學習成果：

1. 每次教學的師生互動與分組研討。
2. 各組擬定科學研究主題。
3. 教師指導協助，分組研討。
4. 培植下學年度參加科展之種子學生。

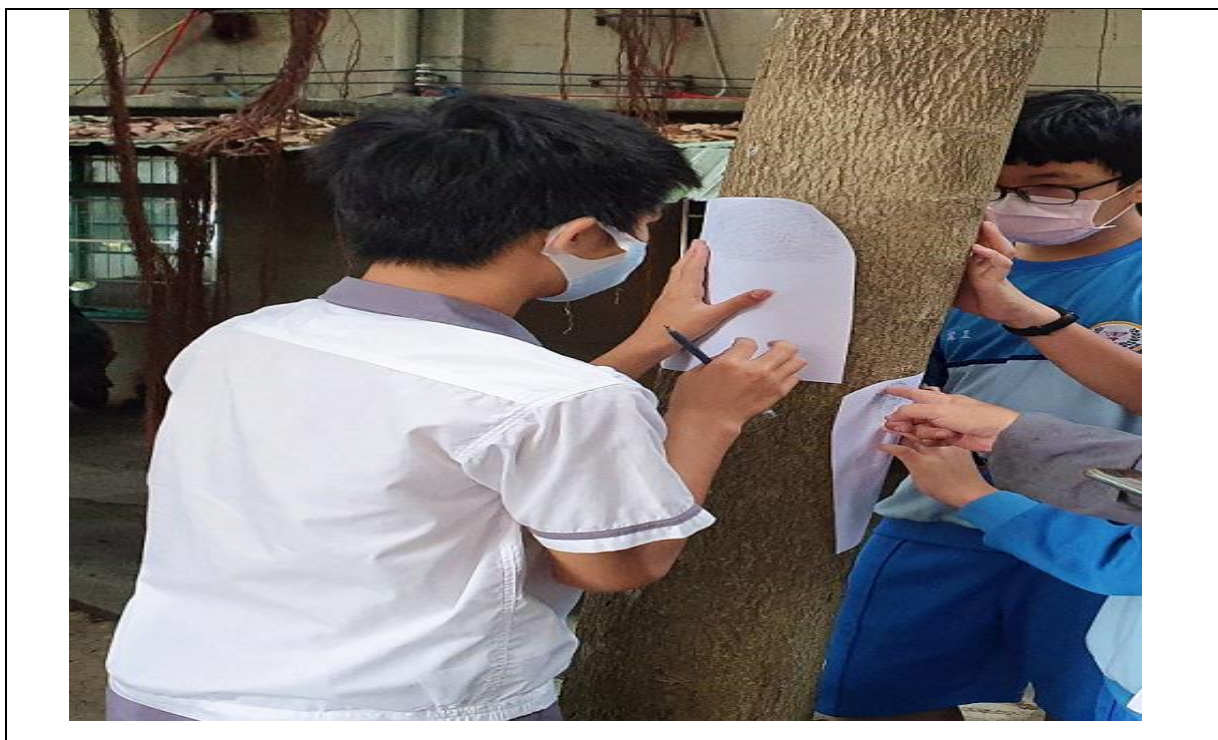
參、 目前研究成果：

(一)進行科學實作課程之學習成果，如學習討論成果單、作品等。

以植物辨識課程為例：

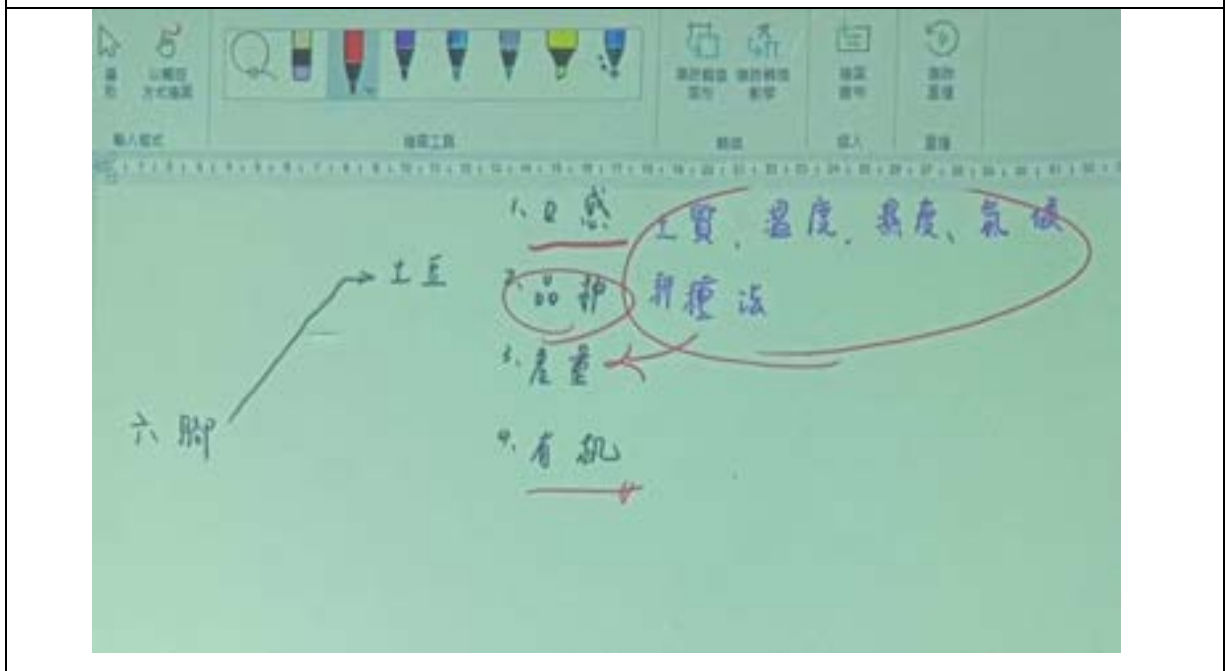
1. 每位學生於校園中，進行個別實作：

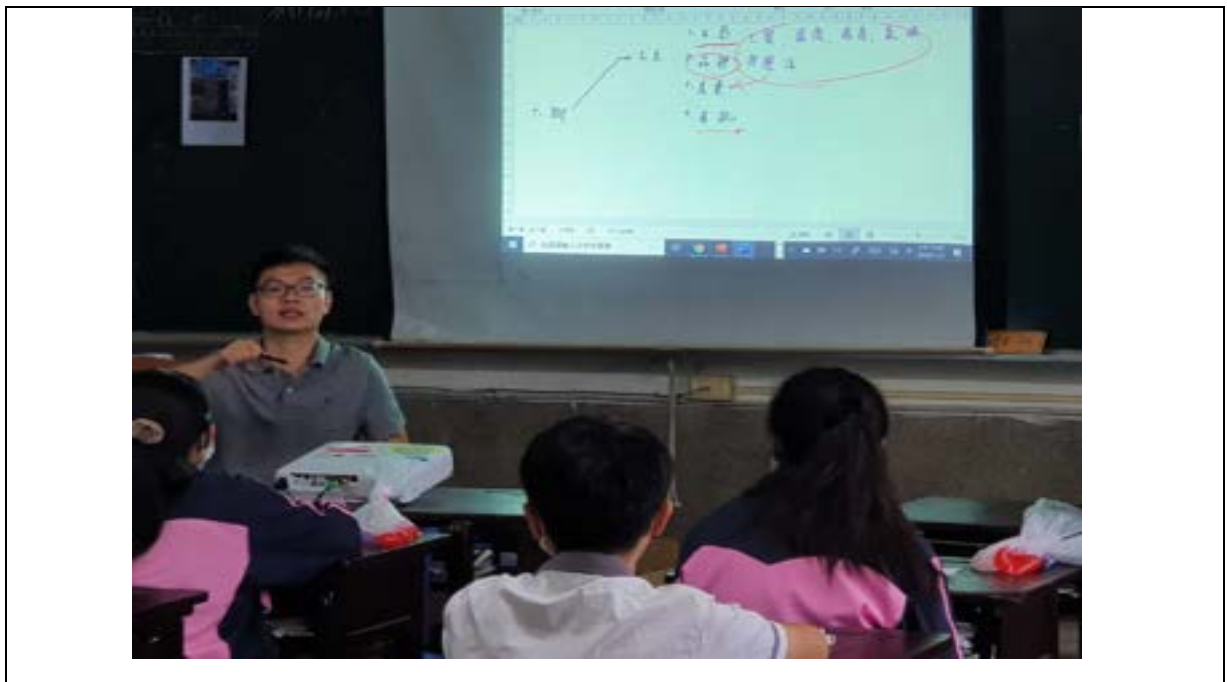




2.不同課堂教師，引導學生思辨：



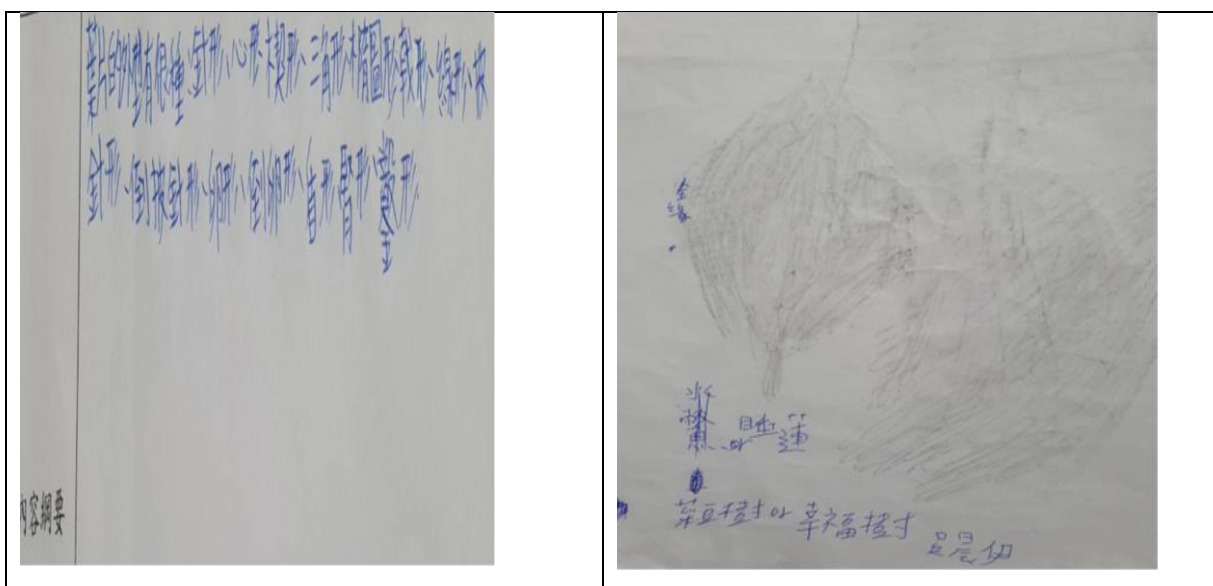




3.資訊科技之運用：平板手機、電腦、形色 APP、智慧鏡頭 APP。



4.個人之學習單及團體內容摘要：



5.跨領域(藝文領域)探究，閉上眼睛盲測，進行觸覺體驗：

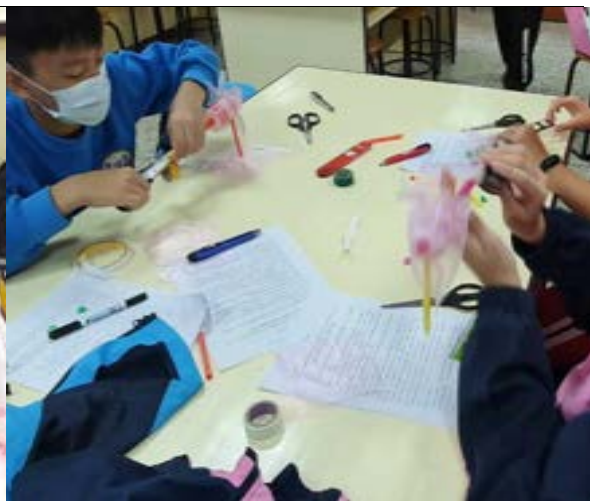


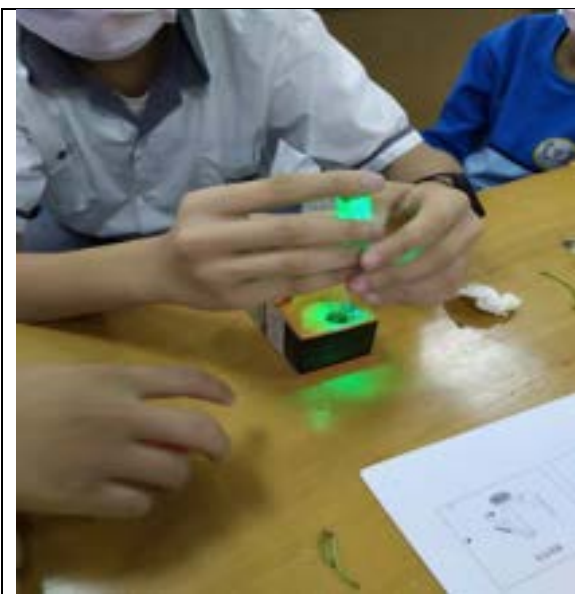
6.跨領域(藝文領域)探究，季節植物特性討論及美感教育：



(二)利用隨手可得的材料資源運用來進行實驗探究，如植物染劑製作涼麵、製作肥皂泡泡等等。

1.如環保空瓶、家常蔬菜運用：





2.每節課實作融入生活情境，如涼麵之染色：



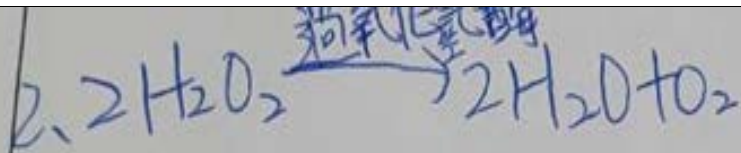
(三)透過小組團隊合作討論互動培養思考及觀察力，提升自然科學觀察能力。

1. 實作後進行小組探討與內容撰寫：



· 爆爆 vegetable
各式蔬菜中所含有的過氧化氫酶會催化雙氧水 to 水 and O_2 ，反應過程 $2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$
就是那個 light

容綱要



3-



史萊姆
顏料
切開皮
小蘇打粉
膠水

布-洛酸鹼學說
布-洛酸 布-洛鹼
共軛酸鹼對

·亞里斯多德提出物質組成四元素論

金·銀·汞·銅·鈇·碳·鈉

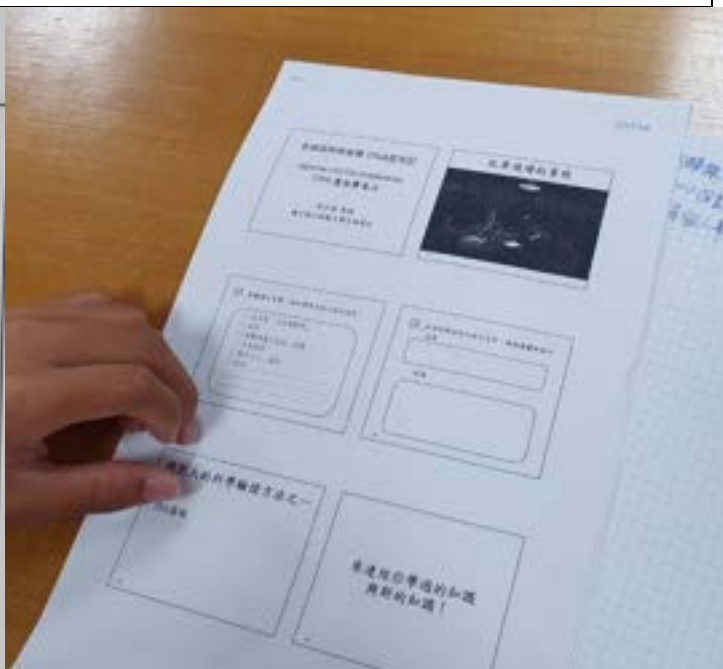
·容易唸錯的國字注音

選擇題

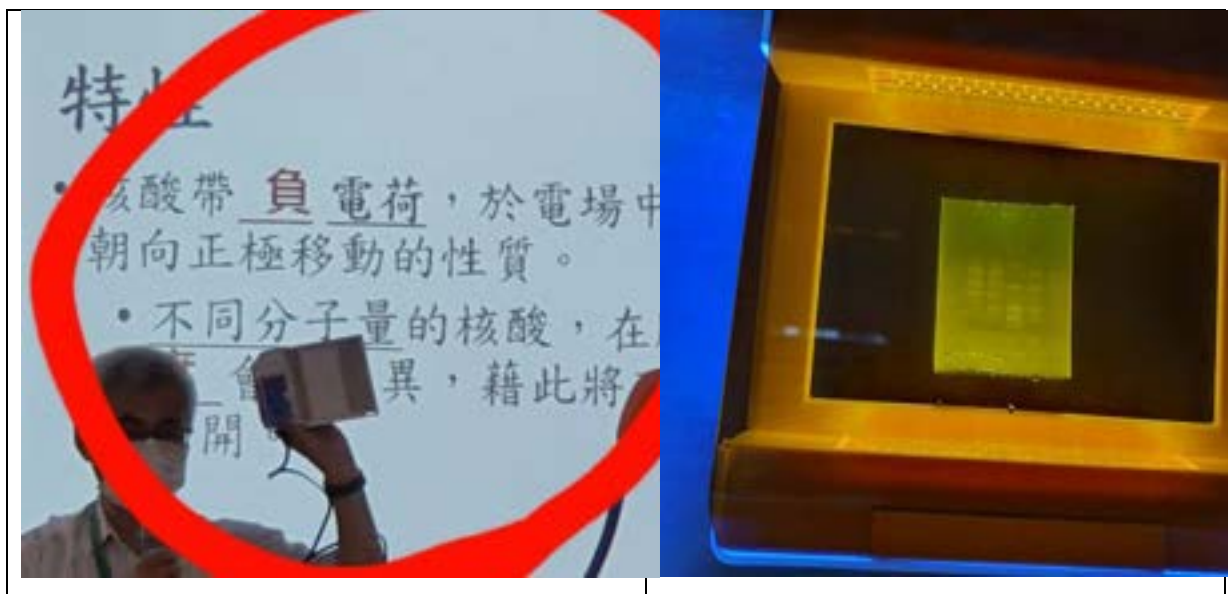
要有聲音：要有兩大重點

①分質

②振動



3.校內教師省思實驗設備問題：沒有設備的話，可以利用相關教學影片展示。



肆、目前完成進度

- (一) 已引導學生發展實作探究之興趣。
- (二) 課程規劃部分：已辦理科學實驗8次。
- (三) 成果展現：從實作科學實驗引導，學生對探究性課程具主動性及興趣，提升學習品質。
- (四) 校定課程加入自然探索，並以校園及學生生活環境為主軸。
 - 1.校訂課程國一:閱讀、英語聽力、自然探索，地理圖像。
 - 2.校訂課程國二:閱讀、英語聽力、自然探索、在地文化。
 - 3.校訂課程國三:歷史文化、英語聽力、自然探索。

(五)本校課程地圖：

雲林縣立建國國中校本課程地圖



伍、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

- (一) 今年度本校參加科展教師帶領之學生團隊，雖然動機性強，但科學實驗及探究能力尚待提升，主題探討缺乏創意、統整能力，以至於表現不佳，可見本校教師之自然課程尚待調整。

- (二) 引導學生學習的過程中，學生因較少動手機會，跨域課程需要多點引導探究時間，課程時間太短。
- (三) 學生家長期待自然科成績能更提升，面對要求數字的成果呈現，需要進行觀念上的溝通。
- (四) 主動參加與專家學者辦理的科學活動的學生，學習動機強，但類似的課程在一般課堂中呈現時，部分學生需要更多的帶領。

利用平板電腦及手機進行校園植物辨識

壹、在生態學習時對學校及社區的生物種類辨識，是生物多樣性相關議題之基本功，但是對於一個國中、小學生來說，卻有頗大的困難存在。隨著行動載具的普及化，個人及學校擁有手機或平板電腦等方便攜帶的工具之情形已經非常普遍了。而相關的 app 軟體因為環境議題的需求，也如雨後春筍般不斷地推出。這對於國中、小學生在戶外辨識植物上可以說是幫了大忙，讓煩複的工作大大地簡單化。

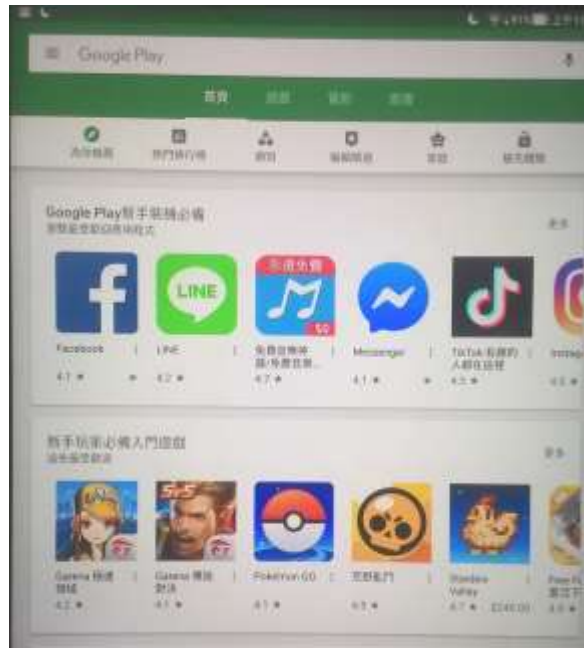
貳、植物辨識的相關 app 軟體種類煩多，不過最為人知的就是「形色」這個植物辨識軟體，所以我們此次主要以「形色」軟體來進行學校及社區植物之辨識學習。

參、此次教學的學校--太平國小配備有平板電腦，所以我們以平板電腦安裝「形色」軟體來進行學習。

一、如何在平板電腦上安裝「形色」軟體：

1. 開啟平板電腦
2. 開啟搜尋引擎（例如 google 或 chrome 等等）
3. 輸入關鍵字「形色」兩字
4. 點入 google play 相關網頁
5. 如果此網頁要求使用者登入，而使用者也擁有 google mail 的帳號，就直接登入（如果沒有 gmail 帳號的就須先進行註冊一個的新的帳號再登入）
6. 登入之後就可來到 google play 的下載頁面，此時就可以按下「下載」按鍵
7. 等下載安裝完畢之後就開使執行「形色」軟體了，而使用者的桌面上也會出現「形色」軟體的相關圖示。以後每次開機後只要雙擊此圖示便可以執行這個辨識軟體了。





google 搜尋「形色 下載」點入形色-「拍照識花」，進入到 google play 頁面，並搜尋「形色」進入 google play 形色安裝頁面，點選安裝即可



二、形色軟體的使用

「形色」是一款辨識植物的手機 App，只要對著花草樹木拍照後，就可以馬上查出名稱。到野外郊遊時都會看到許許多多的花草樹木，但常常都不知道那些植物的名稱，這時候就可以使用「形色」這款手機 App，只要對著植物拍照之後，就可以自動以 AI 人工智慧的方式辨識出這個植物的名稱，在帶小朋友認識植物的時候非常有用。

1. 開始始用「形色」軟體：點選桌面上的形色圖示
2. 進入形色主頁面
3. 拿著平板，按下頁面下方中央的相機圖鈕

4・將平板的鏡頭對準要辨識植物的主要部分（最好有花，會比較準確）



形色軟體主畫面
內部

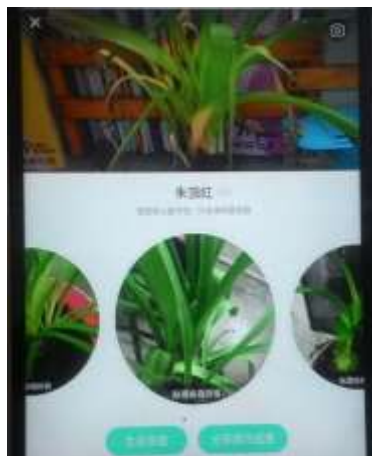
按下相機圖鈕後出現的畫面，將主要辨識部位對準梅花虛線

5・靜候軟體進行辨識，此軟體號稱1秒內完成辨識，但是受到網路傳輸速度影響，通常好幾秒才能完成辨識工作。

6・辨識完成之後，頁面下方會出現圓圈，第一個圓圈中的植物就是軟體認為可能性最高的答案

7・如果你認為不是這個建議的答案，你可以選擇第二個圓圈看看是否是這個答案

8・依此類推，如果到最後一個圓圈中的答案都不對，此時你就需請教老師或是在專業網頁上提問。



第一個圓圈為第一個建議答案 如不對，就切到第二個圈，如出現「以上結果都不對」就要另請高明了

9·形色不只可以看到辨識出來的花草名稱,更進一步的,我們可以看到這種花的詳細介紹,包含過去描寫過他的詩詞,這種花的花語,還有這種花的各種科學知識。

10·另外打開「形色」的地圖,可以看到附近地點有哪些網友成功辨識出當地拍到的花草,而且看起來台灣也有不少用戶,讓台灣的地圖上也有很多「形色」的花草辨識資料。

11·此套軟體可辨識 4000 種植物,所以還是有不少植物是無法辨識出來的,而且還是存在著辨識錯誤的可能性,這點使用者應該特別留意!

12·中文版的部分植物有可能使用的是大陸常用植物名稱,因此如有疑慮,可以用 google 搜尋引擎查一下,有沒有台灣對這種常用的稱呼。

13·以上是在平板在戶外可連網路時的使用方式,如果到了戶外無法連上網路時,使用者可以先將欲辨識的植物拍照存檔,待回到學校能上網時再行辨識。

14·如何減少軟體誤判的機率:那就是拍照時要對準植物最重要的特徵(如果有花就要拍花),如這個特徵能夠拍得清楚時軟體誤判的機率就可降低了。



史萊姆(Slime)

史萊姆，又被稱為「鬼口水」、「鼻涕蟲」或「鼻涕黏土」，是一種介於液態和固體之間的物體，軟軟糊糊的，卻又不會黏手。史萊姆的製作原理是利用含有 PVA (聚乙烯醇，註1) 的膠水，PVA 的醇基 (OH-) 與硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 溶液中的硼酸根離子產生交聯作用，脫去水分子，產生縮合反應，讓硼酸根和 PVA 形成黏稠有彈性的聚合物。可以在手上揉、捏、抓、握，還可以兩隻手將它拉扯、延展、塑形，總之拿在手上玩起來可以幫助疏解壓力，放鬆心情。

PVA 與硼砂間的交聯作用到底是如何形成呢？硼砂又稱四硼酸鈉 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)，外觀為無色晶體或白色粉末的常見鹽類。易溶於水，其中 $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ 可與水分子形成硼酸 (H_3BO_3)，以及氫氧根離子 (OH-)，因而帶有鹼性。水溶液中的硼酸分子會進一步與氫氧根離子結合，產生硼酸根離子 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ，其兩邊的「OH 基團」可以和 PVA 的長鏈狀分子中的「OH 基團」反應形成鍵結，擔任長鏈間橋樑的角色，使長鏈分子們可形成 3D 網狀結構，這便是硼砂可使膠水變為 Q 彈的關鍵。

硼酸是一種含硼的無機弱酸，外觀為白色粉末或是透明晶體，在自然界中其實相當常見，例如海水中、穿插在礦物結構裡（例如硼砂礦）。另外，硼元素對植物的生長也是不可或缺的存在，而這些硼元素常以硼酸的形式儲存在植物中，尤其是果樹與水果。所以攝入微量的硼酸人體也可以自然代謝掉。除了自然幫助植物生長，硼酸在醫療上也有所應用，它具有消毒作用，可以治療輕微割傷與燒傷，也能抑制黴菌的感染（如念珠菌或是足癬），常用作敷藥或是藥膏來使用。稀釋過後的硼酸水溶液（最高允許濃度為 3%）則能用作眼藥水或是洗眼液，舒緩眼睛的不適感，也是目前唯一以知道對眼睛有益的酸。

硼酸雖然本身毒性不強，但是在體內有「累積作用」，儘管每次攝取量不多，連續攝取後在體內累積，仍可能破壞中樞與消化系統，妨礙消化酵素作用，引起食慾減退、抑制營養吸收以及促進脂肪分解，導致體重減輕等症狀。以劑量來說，成人攝取1-3 克的硼酸便會產生「硼酸中毒」症狀，包含嘔吐、腹瀉、皮膚產生紅斑、更甚者有休克或昏迷之虞，過量嚴重會致死。因此，國際糧農組織與世界衛生組織之食品添加物專家委員會認為硼砂與硼酸對人體健康具有潛在危害，故不應做為食品添加劑。目前世界各國，大多命令禁止將硼砂或硼酸作為食品添加劑（不過歐盟允許硼砂或硼酸做為魚子醬的防腐劑），臺灣也是明令禁止的。

K 我已經知道...

1. 硼酸的外觀及易溶於水的特徵

2. 史萊姆的用處

W 我想再知道...

是否有不肖業者利用硼酸妨礙消化酵素作用的功能製造減肥藥，導致過量致死的案例。

L 我所學到...

成人攝取 1~3g 的硼酸會產生的中毒症狀。

2. 史萊姆的製作是利用 (OH-) 與 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 硼酸根離子產生交聯作用，脫去水分子，而產生「縮合作用」。

3. 硼酸屬無機弱酸，除了可以幫助植物生長，還能消毒甚至抑制黴菌感染；稀釋過後也是唯一能助益眼睛的酸。

註1: PVA (Polyvinyl alcohol), 聚乙烯醇，它是一種水溶性鏈狀高分子化合物，化學式為 $(\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH}))_n$

4. 硼酸及 PVA 的化學式

史萊姆(Slime)

史萊姆，又被稱為「鬼口水」、「鼻涕蟲」或「鼻涕黏土」，是一種介於液態和固體之間的物體，軟軟糊糊的，卻又不會黏手。史萊姆的製作原理是利用含有 PVA (聚乙烯醇，註 1) 的膠水，PVA 的醇基 (OH) 與硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 溶液中的硼酸根離子產生交聯作用，脫去水分子，產生縮合反應，讓硼酸根和 PVA 形成黏稠有彈性的聚合物。可以在手上揉、捏、抓、握，還可以兩隻手將它拉扯、延展、塑形，總之拿在手上玩起來可以幫助疏解壓力，放鬆心情。

PVA 與硼砂間的交聯作用到底是如何形成呢？硼砂又稱四硼酸鈉 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)，外觀為無色晶體或白色粉末的常見鹽類。易溶於水，其中 $\text{B}_4\text{O}_7^{4-}$ 可與水分子形成硼酸 (H_3BO_3)，以及氫氧根離子 (OH^-)，因而帶有鹼性。水溶液中的硼酸分子會進一步與氫氧根離子結合，產生硼酸根離子 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ，其兩邊的「OH 基團」可以和 PVA 的長鏈狀分子中的 OH 基團反應形成鏈結，擔任長鏈間橋樑的角色，使長鏈分子們可形成 3D 網狀結構，這便是硼砂可使膠水變為 Q 彈的關鍵。

硼酸是一種含硼的無機弱酸，外觀為白色粉末或是透明晶體，在自然界中其實相當常見，例如海水中、穿插在礦物結構裡（例如硼砂礦）。另外，硼元素對植物的生長也是不可或缺的存在，而這些硼元素常以硼酸的形式儲存在植物中，尤其是果樹與水果。所以攝入微量的硼酸人體也可以自然代謝掉。除了自然幫助植物生長，硼酸在醫療上也有所應用，它具有消毒作用，可以治療輕微割傷與燒傷，也能抑制黴菌的感染（如念珠菌或是足癬），常用作敷藥或是藥膏來使用。稀釋過後的硼酸水溶液（最高允許濃度為 3%）則能用作眼藥水或是洗眼液，舒緩眼睛的不適感，也是目前唯一以知道對眼睛有益的酸。

硼酸雖然本身毒性不強，但是在體內有「累積作用」，儘管每次攝取量不多，連續攝取後在體內累積，仍可能破壞中樞與消化系統，妨礙消化酵素作用，引起食慾減退、抑制營養吸收以及促進脂肪分解，導致體重減輕等症狀。以劑量來說，成人攝取 1-3 克的硼酸便會產生「硼酸中毒」症狀，包含嘔吐、腹瀉、皮膚產生紅斑、更甚者有休克或昏迷之虞，過量嚴重會致死。因此，國際糧農組織與世界衛生組織之食品添加物專家委員會認為硼砂與硼酸對人體健康具有潛在危害，故不應做為食品添加劑。目前世界各國，大多命令禁止將硼砂或硼酸作為食品添加劑（不過歐盟允許硼砂或硼酸做為魚子醬的防腐劑），臺灣也是明令禁止的。

K 我已經知道...

1. 硼酸具有毒性
2. 硼酸在台灣被禁止作為食品添加劑
3. 史萊姆能疏解壓力
4. 硼酸相當常見

W 我想再知道...

1. 有沒有東西可以代替 -OH 基團去和 PVA 的長鏈狀分子形成 3D 網狀結構？
2. 是否現在有方法可以把體內過多的硼酸排出體外？
3. PVA 的功能還有什麼？
4. 人體能代謝微量的硼酸，那為什麼不加些許的硼酸到麵包裡防止麵包發黴？

L 我所學到...

- ① 成人攝取 1~3 克的硼酸便會產生硼酸中毒
- ② 硼酸對植物生長有幫助，能抑制黴菌的感染。
- ③ 硼酸是目前唯一知道對眼睛有益的酸
- ④ -OH 基團使 PVA 的長鏈分子可形成 3D 網狀結構
- ⑤ 人體可以自然代謝掉微量的硼酸
- ⑥ 硼酸具有消毒作用

註 1: PVA (Polyvinyl alcohol)，聚乙烯醇，它是一種水溶性鏈狀高分子化合物，化學式為 $(\text{CH}_2\text{CHOH})_n$