

# 114學年度科學教育專案年度期末報告綱要

計畫編號：52

計畫名稱：以探究教學模式進行高年級學生科學實驗之成效

主持人：宋子江

執行單位：高雄市大社區大社國民小學

## 壹、計畫目的及內容：

### 一、計畫目的

十二年國教所倡導的探究與實作課程精神代表了教育界一個重要的轉變，強調學習應該以學生的好奇心和生活經驗為基礎，讓他們通過探究、思考、表達，以及與他人和自己對話的方式來獲得知識。(教育部，2018)這種學習方式鼓勵學生主動參與，發掘問題並解決問題，並將學到的知識應用於實際情境中。這種教育方式的核心理念可以透過科學相關活動與競賽訓練的教學和結果詮釋來加以實踐。

科學競賽是教育中的一個學習成效的展示，科學競賽訓練歷程為學生提供了探索科學現象、應用知識和技能的機會。在本計畫中，透過PJBL專題式學習的課程設計以及觀察、調查、解釋、操作的教學策略，探索如何在小學中進行有效的科展教學，核心目標是通過實驗設計和探究活動，讓學生在科展過程中獲取知識、技能，並培養解決問題的能力。

在本計畫中，我們採用了PBL專題式學習的課程設計。PBL是一種以問題為中心的學習策略，強調學生的主動參與和獨立思考能力。在PBL專題式學習的課程設計下，學生需要從生活情境中發掘問題，並以此為基礎設計科學實驗，從而獲取知識和技能。教學策略是基於觀察與體驗操作中發現問題，讓學生在真實情境中學習，透過解決實際問題，達到深度學習的目的。

研究的設計是以在生活的素材，探討生活中的科學概念，如何將這些材料進行實驗並獲得科學知識與理解。我們的目標是透過實際操作，讓學生了解生活科學的概念，以及科學在環境中的應用。學生在實驗過程中學習如何觀察、記錄和分析數據，透過這一系列的活動和實驗設計，我們希望達到教育目標。首先，學生在過程中可

以獲取科學知識，特別是關於自然科學和環境的知識。其次，他們將學會如何設計實驗、收集和分析數據，這些都是科學探究的重要素養。此外，學生在學習過程中調適如何在團隊中合作，以及如何有效地溝通和分享表達他們的發現。

根據以上所提，本研究的目的如下：探討如何透過PJBL 專題式學習和引導教學策略，提升小學學生的學習表現和興趣；再藉由生活科學，讓學生在真實情境中設計科學實驗，探究其主要設計的原理與功能。並培養學生科學探究能力以及增強學生的合作與溝通能力。

本計畫的目標：

1. 促進學習動機與參與感：

透過主動參與的教學方式，激發學生對自然科學的興趣，增進學習成效與課堂參與度。

2. 提升科學探究能力：

引導學生進行觀察、假設、操作、記錄與推論等實驗步驟，強化其探究與實作的能力。

3. 培養核心素養：

透過探究教學模式，培養學生在「系統思考與解決問題」、「科技資訊與媒體素養」及「自主行動與責任感」等核心素養，並建立學生自然科學與環境概念的理解。

4. 強化合作與表達能力：

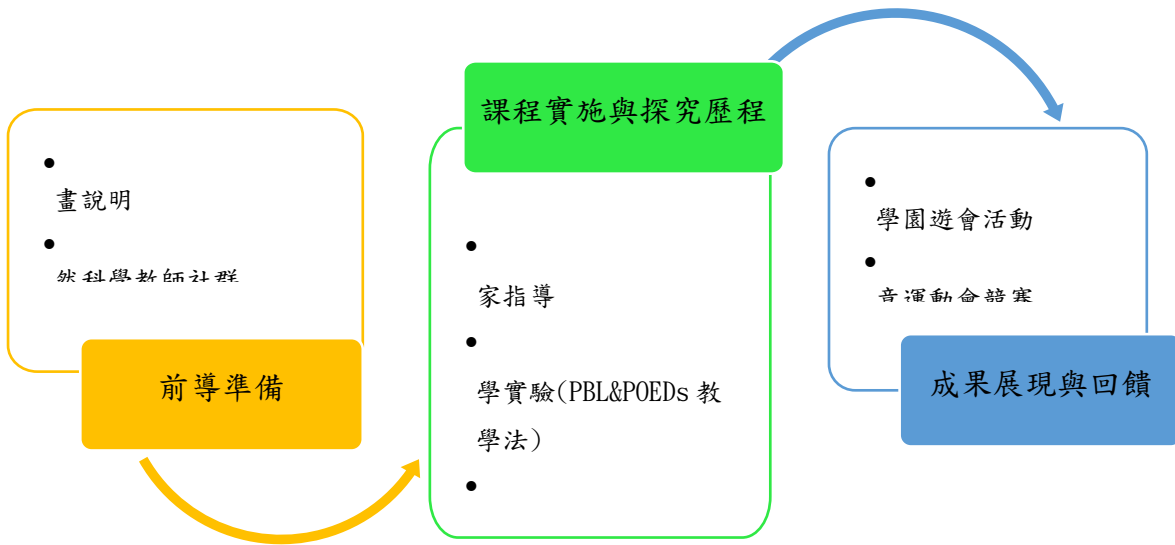
鼓勵學生在實驗過程中進行分組合作、資料整理與口頭報告，發展其溝通與團隊合作能力。

5. 建立教學評估機制：

結合量化與質性資料，以及學習評量，檢視探究教學對學生學習成效之影響，提供社群教師教學回饋與改善依據。

6. 積極參與科學相關競賽

## 二、計畫研究內容



### 貳、研究方法及步驟：

本研究採用行動研究，設立「科學探究教師社群」，以進行課程內容共備之研討，並邀請專家指導探究教學概念與模式，研究設計以PJBL 專題式為主的學習融入生活科學實驗課程之中，本研究法，配合教學現場的實際課程實施進行觀察與資料蒐集，以瞭解探究教學模式（整合 PBL 與 POEDs）對高年級學生在自然科學學習上的影響。

#### (一)研究方法

##### 1. 教學法導入-- PBL 專題式學習 (Problem-Based Learning)

透過以學生為主體的專題式學習模式，引導學生面對一個實際生活中或科學領域的「問題情境」，進行以下歷程：

- **問題導向設計**：發覺生活中的科學現象，提出或設計問題並討論解決問題。
- **學生主導探索**：學生分組討論與規劃實驗方式，主動查找資料與發展解決方案。
- **專題實作練習**：執行實驗並紀錄過程，進行數據分析與反思，並能與老師討論。

- **互動發表回饋**：小組分享成果，接受教師與同儕回饋，進行修正與總結。

PBL 能有效提升學生的問題解決能力、團隊合作力與表達能力，並培養其長時間投入學習任務的耐心與責任感。

## 2. PODEs 教學策略 (Predict - Observe - Discuss - Explain - Doing)

在每次課堂中引入 PODEs 四步驟，強化學生對自然現象的科學理解：

- **Predict (預測)**：學生在操作實驗前根據經驗或直覺進行預測
  - **Observe (觀察)**：實際操作實驗，紀錄結果與現象
  - **Discuss (討論)**：與同組成員或全班分享觀察結果，探討與預測的異同
  - **Explain (解釋)**：在教師引導下建構正確的科學概念與因果關係
- PODEs 策略可引導學生從「迷失概念」的釐清學習，激發思考與懷疑，有助於概念轉變與深層理解。

## 3. 研究對象與場域

**對象**：國小高年級學生

**場域**：校內

(1) 課堂觀察紀錄 (教師觀察學生自然科學教室、戶外場域 (依實驗需求彈性調整))

## 4. 資料蒐集方式與分析

(1) 學習行為與互動)

(2) 學生學習歷程檔案 (學習單、報告、成果展示)

(3) 前後測問卷 (測量科學概念理解與學習態度)

(4) 訪談紀錄 (學生與教師的回饋意見)

(5) 資料分析方法：

- **量化分析**：採用 SPSS 等統計軟體對學生前後測數據進行分析。
- **質性分析**：歸納學生回饋、教師觀察與成果報告中的表現，進行內容分析與行為分類。

## (二) 研究步驟

研究歷經三大階段（前導準備、課程實施、成效回饋），整體流程設計如下，階段一：前導準備

步 驟	內容說明	對象
教師研習與課程規劃	社群教師參與探究教學、PBL、PODEs 工作坊，設計課程主題與實驗內容研討。	社群教師、一般教師
科學概念導入	結合課綱內容，透過故事情境、影片或生活案例引導學生初步理解核心科學概念。	高年級學生與社群教師
問題發掘與專題分組	學生根據生活經驗與初步科學知識，提出感興趣的探究問題（如水資源、光影現象等），並進行小組分工與研究設計。	高年級學生與社群教師

### 階段二：課程實施與探究歷程

步 驟	內容說明	對象
專家引導與諮詢	邀請科學教師、實驗助理、甚至在地科學社群志工擔任專家指導學生設計實驗、修正方案。	高年級學生與社群教師
探究實作	學生進行多次實驗與 PODEs 歷程（預測、觀察、討論、解釋），每週記錄觀察與結果。	高年級學生與社群教師
專題彙整	每組統整研究資料、設計簡報或科學展示板，準備參與活動，並進行資料分析與收集。	高年級學生與社群教師

### 階段三：成果展現與回饋

步 驟	內容說明	對象
生活科學園遊會	學生參與高雄市科學園遊會，以攤位方式展示科學實驗成果、進行科學小遊戲說明及操作，與民眾、其他學校交流互動。	高年級學生與社群教師
創意運動會（科學挑戰活動）	將物理、工程、數學及自然概念融入競賽式活動（如滑動車比賽、水火箭競賽、磁力迷宮等），展現知識應用力與創意。	高年級學生與社群教師
成果發表評量	學生以攤位方式展示科學實驗成果、進行互動式科學小遊戲，與家長及其他年級互動。每組統整研究資料、設計簡報或科學展示板，準備參與活動。	高年級學生與社群教師

## 參、研究結果：

### 一、工作項目、具體成果及效益：

項目	工作項目	成果及效益	備註
一、	成立教師社群	主要以五年級班群導師及自然科學領域教師，共計12人，共同討論及設計符合課綱精神的探究教學活動、實驗。	已成立
二、	成立科學探究社	高年級學生具備基本的科學實驗興趣，對科學具有探究的精神與實驗技能。	27人
三、	探究與實作講座	教師研習，2場(共20人) 探究與實作學生，2場(共168人)	188人
四、	科學實驗探究課程	本計畫課程設計多元主題課程，主要連結中年級學習先輩知識，延伸至高年級加深加廣之探究課程	12堂
五、	科學園遊會	透過本計畫訓練、實驗設計、測試實作的歷程，朝向科學競賽-作為學習成果的公開展示平台，強化表達與分享能力	3000 人次
六、	創意運動會	融合體育與科學，強調知識實踐與團隊合作精神	4小組
七、	園遊會-動手玩科學	透過全校闖關遊戲推廣科學探究學習成果的展示，展現表達與分享能力	700 人次
八、	問卷調查	以教師社群及學生社團，參與活動學年人員(如附錄二)	150人
九、	晤談資料	以教師4人、學生社團10人作為訪談對象，以主動且樂於分享者。	14人

肆、完成進度：

項目一：已成立教師社群：主要以五年級班群導師及自然科學領域教師，共計12人，共同討論及設計符合課綱精神的探究教學活動、實驗。



圖1:教師社群

項目二：已成立科學探究社：對象為高年級學生具備對科學探索及實驗的興趣，學習態度良好，有觀察力、表達力對科學具有探究的精神與實驗技能，共計27人。



圖2:科學探究社

項目三:探究與實作講座:完成專家指導教師社群研習一場，完成科學探究社專家指導兩場。

(一) -1 第一場教師研習—科學閱讀

針對高年級學生的科學閱讀，重點在於培養其「批判思考」與「邏輯推理」能力。教師不直接給予標準答案，而是透過開放式提問引導學生，著重於策略引導，從文本中找尋線索。



圖3:專家指導研習-1

(二) 第二場教師研習-科學教育執行成效

科學教育的成效不僅體現在分數，更在於學生面對挑戰的韌性。教授說明透過精心設計的探究活動，教師成功激發學生的內在興趣，並在解決難題的過程中累積自信。當學生不再畏懼失敗，他們在面對複雜問題時的反應會變得更加冷靜、精準。這種積極的學習態度與自信心，是科學教育最核心的長期成效。



圖4:專家指導研習-2

## (二) 高年級探究與實作社團學生-創意科學(115/01/21)

對於國小高年級學生而言，具體的操作是理解抽象原理的橋樑。在科學探究課程中，我們強調「動手做」的重要性，讓學生在親自實驗的過程中，將艱澀的物理或化學概念具象化。透過觀察、操作與反覆驗證，原本深奧的原理不再是課本上的文字，而是學生能觸類旁通、深刻理解的科學常識，真正達成深度學習。



圖5: 專家指導高年級學生-科學探究課程

## (三) 高年級探究與實作社團學生-創意科學(

為了精準修正學生的迷思概念，我們邀請專家進行深度解說與實作示範。專家能點出常見的思維誤區，並透過具備高度趣味性的實驗設計，將生硬的知識轉化為吸引人的探究旅程。這種「做中學」的高參與度，能極大化激發學生的學習動機，讓他們在充滿樂趣的課堂氛圍中，建立正確且紮實的科學認知。



圖6: 專家指導高年級學生-科學探究課程

項目四：科學實驗實作課程：透過多元主題的操作活動，讓學生從空氣運用、力的原理到機械與能源等理化相關概念中，獲得多面向的探索體驗。在實作中培養觀察、推論、驗證與問題解決能力，使理論能真正落實於應用。透過反覆練習與統整思考，學生逐步養成科學素養，並建立參與各項科學競賽所需的知識基礎與實作實力。



圖14:學生實驗與討論-1



4:學生實驗與討論-2



圖14:學生實驗與討論-3



圖14:學生實驗與討論-4



圖14:學生實驗與討論-5



圖14: 學生實驗與討論-6



圖14: 學生實驗與討論-7



圖14: 學生實驗與討論-8



圖14: 學生實驗與討論-9

## 項目五:科學園遊會競賽:

透過本計畫訓練、實驗設計、測試實作的歷程，奠定學生科學教育基礎，培養學生參與科學活動之興趣。以科學競賽作為學習成果的公開展示平台，展現表達與分享能力，在活動中獲得科學知識及技能之科學競賽，參與人數共約3000人次。

### (一) 科學園遊會競賽訓練歷程說明

#### 1. 主題設定：

教師社群共同討論後，考量四年級學生剛升上高年級，需在已有經驗與新知間做好銜接，因此以中年級已接觸的磁鐵性質為基礎，延伸至高年級的電流、磁場與電磁原理作為競賽主題。訓練歷程從基礎知識切入，逐步提升至實作應用，使學生能循序建立完整的科學概念。

#### 2. 練習規劃：

課程初期以趣味活動與基礎概念為主，透過遊戲化體驗激發學生對磁鐵及電磁現象的興趣。學生先進行磁鐵性質的複習與分享，再深入理解電流、磁場與電磁感應的核心概念。接著透過操作電磁鐵、線圈、電池等實驗，建立對電磁原理的實作經驗。

隨後，學生依競賽題型進行有系統的練習，如調整線圈圈數比較磁場強度、探討感應電流方向與大小、測試材料在磁場中的差異反應等。過程中遇到如器材不足、線路接觸不良或數據不穩定等問題，學生透過查找資料、討論與反覆試驗，逐步修正實驗設計並提升探究能力。

#### 3. 解說訓練：

透過多次模擬操作與口語練習，學生的科學探究能力、邏輯表達與動手操作皆明顯增強。從記錄整理、撰寫解說內容到小組合作討論，學生展現更積極的學習態度。最終進行班級發表，

讓學生在正式上場前能熟悉流程並增強自信，進一步培養自主學習、團隊協作與臨場應對的能力。

#### 4. 競賽成果：

在科學園遊會競賽中，學生面對民眾及國高中生皆能從容應對，展現紮實的科學素養與創意成果。最終以穩健的表現獲得「優等」佳績，充分展現訓練歷程的成效。



圖4:科遊會小組賽前練習1



圖5: 科遊會小組賽前練習2



圖6科遊會小組賽前解說練習1



圖7：科遊會小組競賽解說1



圖8：科遊會小組競賽解說-2



圖9：科遊會小組競賽解說-3

項目六:完成創意運動會競賽:經科學實作與探究的訓練及積極

主動參與各項科學競賽的實作機會，並融合跨學科與科學，強調知識實踐與團隊合作精神的教學方式，激發學生對自然科學的興趣，透過自然科學領域之腦力競賽，培養學生創造思考能力，增進學習成效與參與度。



圖10:創意運動會小組賽前練習1



圖11:創意運動會小組賽前練習2



圖12:創意運動會小組賽前練習3



圖12: 創意運動會小組賽前合影-1



圖13: 創意運動會小組完賽合影-2

## 項目七:科學園遊會

本次科學園遊會由高年級學生在歷經兩學期的訓練及教師的指導下，化身「科學關主」擔綱策劃。活動廣邀全校一至六年級師生共同闖關，透過同儕間的解說與互動，將抽象知識轉化為趣味實驗。這不僅強化了關主的表達邏輯與領導力，更引發全體學生對科學的好奇心，在共學氛圍中落實「做中學」的教育精神，全方位培養核心素養。

### 一、科學園遊會闖關活動實作課程：

科學闖關園遊會活動是辦理給予全校師生共同參與的活動，以本計畫對象五年級科學社團及學生為關主，進行科學探究及設計闖關活動，共設計 5 關卡，針對該項活動規劃事前訓練及彩排，最後當日執行完成該項科學活動日。

#### (一)事前練習：



## (二)科學園遊會活動

透過「科學園遊會」，為孩子打造了一場結合生活體驗、知識學習與情感交流的成長盛宴。從幼兒園到六年級，分時段進行的體驗，不只是活動的安排，也是對孩子學習節奏與品質的呵護。「科學園遊會」由五年級教學團隊精心設計闖關站，讓孩子們從「學習者」轉變為「引導者」，帶領全校的孩子們進入迷人的科學世界。



圖14:園遊會現況-1

五年級的孩子擔任各關關主，透過為全校闖關者解說、示範與互動，不僅深化了自己的理解，也學會如何表達與分享。當知識被說出口、被操作出來，學習便真正發生了。這不只是科學的傳遞，更是自信、責任與表達能力的養成。教育，從來不只是課本裡的知識，更是在每一次體驗中，長出理解世界的能力。



圖15:園遊會現況-2

項目八：問卷調查：完成問卷調查：共計150份。

- **學生學習自然探究的學習轉變**：本計畫問卷的負向題轉為正向題，呈現學生正向態度轉變的百分比，並將原本26題分為「對自然的態度」、「喜愛程度」、「學習狀態」、「學習態度」與「學習參與」等五個向度，分析如下：

#### 一、 學生對自然課的態度

由表1結果可知，學生對於自然學科的學習感受在課程實施後整體呈現正向變化。除第4題前後測結果未出現明顯改變外，其餘題項皆有不同程度的提升，顯示本研究所規劃之教學活動，對學生自然學科學習態度、學習信心與學習感受具有一定程度的正向影響。整體而言，學生對自然課的情意反應偏向正面，尤其有高達96.3%的學生認為自然課是令人愉快的科目，顯示多數學生在自然學習過程中能感受到課程的趣味性與學習參與的愉悅感。然而，研究結果亦顯示仍有少部分學生對自然課抱持較低興趣，反映學生在學習經驗、先備能力、學科偏好與學習自信上仍存在個別差異，未來課程設計仍需關注不同學生的學習需求。

進一步檢視各題項的變化情形，其中提升幅度最高者為第6題，顯示學生在課程實施後，對於自然學習內容的理解與掌握更具信心。此結果說明，透過適切的課程安排與學習活動，學生不僅能提升對自然知識的熟悉程度，也能逐漸建立「自己能夠學好自然」的正向信念。其次，第2題經反向計分後提升幅度達12.5%，表示學生對「學校自然課很難」的感受有所降低，亦即課程介入後，學生較能感受到自然課並非難以理解或無法掌握的學科。此一結果顯示，若教學能結合學生生活經驗、實作活動或具體情境，將有助於降低學生對自然學科的畏懼感，並提升其學習投入程度。

此外，第1題與第5題的變化量皆為7.4%，顯示學生在課程後更能感受到自然課的有趣性，並對自己能夠學會自然課內容抱持較正向的看法。換言之，學生不僅在情意層面上對自然課產生較高興趣，也在學習自我效能方面有所提升。這樣的結果反映，本研究課

程可能透過活動設計、問題引導、同儕討論或實作探究等方式，使學生在學習過程中獲得成功經驗，進而增強其學習信心。

綜合而言，表1結果顯示，本研究課程對學生自然學科學習感受具有初步成效，尤其在提升學習愉悅感、增進學習信心、降低學科困難感與強化學習自我效能等方面，皆呈現正向影響。雖然部分題項未出現明顯改變，且仍有少數學生對自然課興趣不足，但整體趨勢顯示，課程介入有助於改善學生對自然學科的學習態度，並可作為後續分析學生學習動機、課程成效與教學改進的重要依據。

表1、「對自然的態度」分析

	第1題	第2題 (反向題)	第3題 (反向題)	第4題 (反向題)	第5題	第6題
前測	92.6%	77.8%	96.3%	96.3%	85.2%	63.0%
後測	100%	96.3%	100%	96.3%	92.6%	81.5%
變化	7.4%	12.5%	3.7%	NS	7.4%	18.5%

NS:無變化

## 二、學生對自然課的喜愛程度

由學生對自然學科喜愛程度之分析結果可知，學生在課程實施後對自然課的情意感受整體呈現正向趨勢。從第7題與第8題之反向題分析結果來看，兩題前後測並未出現明顯改變，顯示學生在「是否喜歡自然課」與「上自然課是否感到有趣或具有學習樂趣」等面向，第7題結果顯示，仍有少數學生對自然課的喜愛程度較低，表示學生在自然學習興趣上仍存在個別差異。此一現象可能與學生過去的自然學習經驗、學科自信、學習成就表現或對自然課內容的熟悉程度有關。因此，未來課程設計仍需進一步關注低興趣學生的學習需求，透過更多生活化、情境化與實作化的教學活動，提高其參與意願與學習投入。然而，從第8題結果可看出，多數學生在上自然課時仍能感受到一定程度的學習樂趣，課程活動對學生自然學習樂趣的維持具有一定意義，尤其在自然學科常被部分學生視為抽象或困難的情況下，若學生仍能在課程中感受到樂趣，代表教學活動已具備吸引力與學習支持功能。

進一步分析第9題之反向題結果，其正向提升幅度為7.4%，顯示學生在課程實施後，對自然課內容的理解與學習掌握程度有所改善。也就是說，部分學生由原先認為「上自然課時無法學會上課內容」，逐漸轉變為較能認同自己可以理解並學會課堂內容。此一變化反映課程介入可能有助於提升學生的學習自我效能，使學生在自然課學習過程中獲得較多成功經驗，進而增強其對自然學科的接受度與信心。當學生能感受到自己「學得會」時，便較有可能進一步提升對自然課的喜愛與參與動機。

第10題結果亦呈現正向提升，提升幅度為3.7%，顯示學生在積極參與自然課學習活動的態度上有所改善。雖然提升幅度不大，但仍可視為正向發展的初步跡象，代表部分學生在課程後更願意投入自然課的學習活動。此結果說明，若教學設計能提供學生操作、討論、觀察、探究與表達的機會，將有助於促進學生由被動聽講轉向主動參與，並逐漸培養其在自然課中的學習責任。

綜合而言，第7題至第10題結果顯示，學生對自然課的喜愛程度雖未在所有題項中均呈現明顯提升，但整體趨勢仍偏向正向。其中，第9題與第10題的提升，分別反映學生在課堂內容理解與學習參與態度上有所進步；第7題與第8題雖未改變，則顯示學生原有學習情意較為穩定，且仍需持續透過課程設計激發其學習興趣。整體而言，本課程對學生自然學科喜愛程度、學習理解與參與意願具有促進效果，可作為後續檢視課程成效與調整教學策略的重要依據。

表2、「喜愛程度」分析

	第7題 (反向題)	第8題 (反向題)	第9題 (反向題)	第10題
前測	96.3%	100%	88.9%	92.6%
後測	96.3%	100%	96.3%	96.3%
變化	NS	NS	7.4%	3.7%

NS:無變化

### 三、學生對自然課的學習狀態

由學生自然課學習參與情形之分析結果可知，第11題至第14題主要反映學生對自然課的喜愛、課堂專注、學習參與及師生互動情形。

整體而言，學生在課程實施後呈現部分正向變化，尤其在課堂興趣與專注投入方面有較明顯提升；然而，從第14題結果亦可看出，自然課堂中仍存在以教師講述為主、學生主動發問與回應較少的現象，顯示未來在教學策略上仍需進一步強化學生主動參與、同儕討論與動手操作的學習機會。

第11題結果未呈現明顯差異，顯示學生對自然課的喜愛程度在前後測之間大致維持穩定。此一結果可從兩個層面加以理解：一方面，學生原本即對自然課具有一定程度的正向感受，因此短期課程介入後未必會出現明顯變化；另一方面，該結果也說明本研究課程至少能維持學生原有的學習興趣，並未造成學生對自然課的排斥或降低其學習意願。因此，第11題雖未顯示數據上的提升，但仍可作為學生自然學習情意穩定的重要參考。

第13題之反向分析結果顯示，學生正向態度提升22.2%，為本組題項中提升幅度最高者。此結果表示，在課程實施後，更多學生認為上自然課時能感受到趣味，並願意持續參與課堂活動。換言之，原先部分學生可能認為自然課容易感到無聊，甚至希望趕快下課；但經過課程活動後，學生對自然課的情意感受已有明顯改善。此一變化反映本研究課程可能透過較具生活化、情境化或活動化的教學設計，提高學生的學習興趣，使學生能在自然課中獲得較多參與感與樂趣。從學習動機的角度來看，當學生覺得課程內容有趣且與自身經驗有所連結時，較容易產生持續投入學習的意願。

第12題之反向分析結果顯示，學生正向態度提升11.1%，表示學生在自然課中的專注程度與投入情形有所改善。此結果代表部分學生由原先上課時容易分心，或從事與自然課無關事情的狀態，逐漸轉向較能保持專注，並積極參與與自然課相關的學習活動。此一結果具有重要意義，因為課堂專注是學習成效形成的基礎，學生若能在課堂中維持注意力，便較有機會理解教師說明、參與同儕討論、完成探究任務，並進一步累積成功學習經驗。因此，第12題的提升可視為本研究課程對學生學習投入產生正向影響的證據之一。

第14題之反向分析雖呈現2.0%的正向提升，但提升幅度相對有限。此結果顯示，僅有少部分學生在課程後更能積極參與課堂互動，並主動提出問題或回應教師提問。換言之，大部分學生仍然認為自然課在實施過程中偏向教師講述為主，學生主動發問、表達想法或參與討論的機會仍然不足。此一現象提醒研究者，若欲進一步提升學生的主動學習與探究能力，未來課程設計應減少單向講述的比例，增加小組討論、問題引導、實驗操作、觀察紀錄、成果分享與口頭發表等活動，使學生能從被動聽講逐漸轉向主動建構知識。

綜合而言，第11題至第14題結果顯示，本研究課程對學生自然課學習參與具有初步正向影響，尤其在提升課堂趣味感與學習專注程度方面成效較為明顯。第13題提升22.2%，顯示學生更願意持續參與自然課活動；第12題提升11.1%，顯示學生課堂專注與投入程度有所改善；第14題雖僅提升2.0%，但仍反映部分學生開始展現主動互動的傾向。整體而言，學生在情意感受與課堂投入上已有正向發展，但師生互動與學生主動表達仍是未來教學改進的重要方向。後續課程宜持續導入探究式學習、動手做活動與合作討論，以提升學生在自然課中的主體性、參與度與學習成效。

表3、「學習狀態」的分析

	第11題	第12題 (反向題)	第13題 (反向題)	第14題 (反向題)	第15題 (反向題)
前測	85.2%	77.8%	74.1%	46.1%	74.1%
後測	85.2%	88.9%	96.3%	48.1%	85.2%
變化	NS	11.1%	22.2%	2.0%	11.1%

NS:無變化

#### 四、學生對自然課的「學習態度」

由第16題至第20題之分析結果可知，學生在自然課學習態度、學習信心、學科價值感、體驗式學習偏好及自然學習興趣等面向，整體呈現正向發展趨勢。首先，第16題結果顯示，學生的正向學習態度提升7.4%，表示課程實施後，學生在自然課中較能主動提出問題並請教老師。此一結果反映，部分學生已開始由被動接受知識，逐漸轉向主

動尋求理解與解決問題。對自然科學習而言，提問行為具有重要意義，因為學生願意發問，代表其對課程內容產生疑問、關注與探究意願，也顯示課堂互動氣氛可能有所改善。

其次，第17題分析結果同樣顯示學生正向學習態度提升7.4%，代表學生在自然課學習上的信心有所增強。此結果說明，透過課程活動的安排，學生可能在學習歷程中獲得較多成功經驗，進而提升其對自然學科的自我效能感。當學生相信自己能夠理解自然課內容，並能完成相關學習任務時，便較可能投入課堂活動，並持續維持學習動機。因此，第17題的提升可視為學生自然學習信心增強的重要指標。

第18題為反向題分析，其結果未呈現明顯變化，顯示學生對自然課重要性的看法在前後測之間大致維持穩定。雖然該題未出現提升，但從結果來看，多數學生仍認為自然課具有重要的學習價值。此一現象顯示，學生對自然學科的價值認知已具一定基礎，能理解自然課不只是一般課堂學習內容，而是與生活經驗、問題解決及科學素養發展有所關聯。因此，未來課程可進一步強化自然學習與日常生活、環境議題及真實情境之連結，使學生更能感受到自然課的實用性與必要性。

第19題結果提升4.7%，顯示大部分學生對體驗式學習活動抱持正向態度。此結果說明，相較於單向講述或紙筆學習，學生更容易透過觀察、操作、實驗、討論與實作等方式參與自然課學習。體驗式學習能提供學生具體的學習情境，使抽象的自然概念轉化為可觀察、可操作與可理解的學習經驗，進而提升其學習興趣與參與度。

第20題之反向分析結果呈現正向提升7.4%，表示學生對自然課的學習興趣有所增強。此結果顯示，課程實施後，部分學生由原先可能不喜歡上自然課，逐漸轉變為對自然學習抱持較正向的態度。綜合而言，第16題至第20題結果顯示，本研究課程對學生自然學習態度具有初步促進效果，尤其在主動提問、學習信心與學習興趣方面皆呈現正向提升。雖然自然課重要性之認知未有明顯變化，但學生整體仍肯定自然學科的學習價值。未來教學可持續增加體驗式、探究式與生活化的學習活動，以進一步提升學生的主動參與、學習信心與自然科學習興趣。

表4、「學習態度」的分析

	第16題	第17題	第18題 (負向題)	第19題	第20題 (負向題)
前測	70.4%	66.7%	88.9%	81.5%	81.5%
後測	77.8%	74.1%	88.9%	86.2%	88.9%
變化	7.4%	7.4%	NS	4.7%	7.4%

NS:無變化

## 五、學生對自然課的學習參與

由第21題至第26題之分析結果可知，學生在自然課學習專注、課堂討論、教師講解理解、實驗活動興趣、同儕互動以及未來職業想像等面向，呈現不同程度的變化。整體而言，多數題項呈現正向提升，顯示本研究課程對學生在自然課中的參與態度與學習互動具有一定促進效果；然而，第21題與第26題結果亦反映，學生的課堂專注情形與未來從事自然相關教職的意願，仍有進一步探討與改善空間。

首先，第21題結果呈現些微下降趨勢，下降幅度為3.7%，顯示學生在自然課學習時的專心程度略有降低。此一結果值得後續進一步探究，因為學生專注力可能受到多種因素影響，例如課程內容難度、活動時間安排、學習任務負荷、學生個人興趣或班級學習氣氛等。雖然下降幅度不大，但仍提醒研究者在後續教學設計中，需更關注學生學習歷程中的注意力維持情形，並可透過分段式任務、問題引導、操作活動與即時回饋等方式，提升學生在自然課中的持續投入。

其次，第22題呈現上升趨勢，正向提升7.4%，顯示學生在課堂中逐漸能提出自己的意見並參與討論。此結果說明，課程實施後，學生不僅是被動接收教師講解，也開始嘗試透過表達想法、回應問題或參與討論來投入學習。這樣的改變有助於提升學生的課堂參與感，並促進其在自然學習中的表達能力。第23題同樣呈現正向提升7.4%，顯示學生較能專心聽老師講解。此結果與第21題的下降形成值得關注的對照，可能表示學生雖然在整體學習專注感上略有波動，但在教師講解重點內容時，仍能維持一定程度的注意力。此現象顯示教師說明在自然課學習中仍具有重要作用，未來若能將教師講解與提問、討論及實作活動相互結合，將更有助於提升學生理解與參與。

第24題正向提升7.4%，且正向反應達到100%，顯示所有學生皆認為實驗活動是有趣的。此結果明確反映，實驗與動手操作活動能有效引發學生對自然課的學習興趣。自然科學習若能結合觀察、操作、驗證與討論，將有助於學生將抽象概念轉化為具體經驗，並提升學習動機。

第25題提升幅度最大，由原先比例提升25.9%，並達到100%，顯示所有學生皆認為自己會和同學進行討論。此結果說明，本研究課程對促進同儕互動與合作學習具有明顯成效。透過小組討論與共同完成任務，學生能在互動中交換想法、澄清概念，並培養合作解決問題的能力。

第26題雖正向提升22.2%，但正向反應僅達37.0%，顯示學生在未來職業選擇上想成為自然老師者仍屬少數。此結果表示，課程雖可能提升學生對自然學習的興趣與參與感，但尚未明顯轉化為職涯志向。其原因可能與學生年齡、職業認識不足、對教師工作的理解有限，或對自然學科專業發展缺乏具體想像有關。綜合而言，本研究課程在提升學生實驗興趣、同儕討論與課堂參與方面具有初步成效，但仍需持續強化學生專注力維持與自然相關職涯探索。

表5、「學習參與」的分析

	第21題	第22題	第23題	第24題	第25題	第26題
前測	92.6%	66.7%	85.2%	96.3%	74.1%	14.8%
後測	88.9%	74.1%	92.6%	100%	100%	37.0%
變化	3.7%降	7.4%	7.4%	3.7%	25.9%	22.2%

NS:無變化

- 學生探究能力變化:本計畫以教師對學生探究能力改變與否，進行問卷師測，分為「界定問題」、「規劃設計」、「實作驗證」和「溝通驗證」，其結果如下:

#### 一、在界定問題能力的表現

由表1結果可知，學生在「界定問題」能力的整體表現達到極顯著差異，顯示學生經過探究活動後，對於問題理解、問題分析與探究方向掌握等能力皆有明顯提升。換言之，探究活動有助於學生從原本較直覺或模糊的問題理解，逐步轉向能夠釐清問題意涵、掌握問題核心，並思考後續可進行探究的方向。此結果說明，本研究所設計之探究活動，能有效促進學

生在科學探究初始階段所需的問題界定能力。

進一步分析各題項表現，其中第2題與第3題的提升較為明顯，表示學生能針對一開始所提出的問題，透過觀察、討論與分類等方式，進一步理解問題的意義，並能提出具有可探討性的實驗或調查方向。此一結果顯示，學生在探究過程中已逐漸學會運用具體的觀察資料與同儕討論結果，協助自己釐清問題脈絡，而非僅停留在表面性的問題描述。此外，學生對於探究實驗或調查，也能嘗試形成假設，並進一步確認問題性質，顯示其科學探究思考已有初步發展。

然而，從結果亦可看出，學生在形成假設的能力上仍有持續提升的空間。雖然學生能依據觀察與討論提出初步想法，但要進一步將問題轉化為明確、可驗證且具邏輯性的假設，仍需要更多教學引導與練習。因此，未來課程可加強假設形成、變因判斷與問題轉化等活動設計，以提升學生探究歷程的完整性。

第1題的提升未達顯著，顯示學生對於從自然現象中發現問題或察覺問題的能力仍顯不足。此結果提醒研究者，學生雖然在理解既有問題與規劃探究方向上有所進步，但在主動觀察現象、發現問題與提出問題方面仍需進一步培養。綜合而言，本研究探究活動對學生界定問題能力具有明顯成效，但未來仍應強化學生主動發現問題與形成假設的能力。

表1、「界定問題」向度分析

	1.學生能對自然現象產生疑惑，發現問題。	2.對於一開始提出的問題，學生能經由觀察、討論與分類來進一步瞭解問題	3.學生能透過觀察、討論與分類來提出可探討性的實驗或調查。	4.對於探究實驗或調查，學生能形成假設，確定問題性質。	總分
前測	2.50/0.53	2.30/0.48	1.80/0.79	1.60/0.84	8.20/2.60
後測	3.00/0.67	3.00/0.48	3.10/0.57	2.80/0.63	11.90/1.79
t 值	1.86	3.28	4.23	3.60	4.01
顯著性	0.08	0.04*	0.001***	0.002**	0.001***

\*P<0.05顯著；\*\*P<0.01極顯著；\*\*\*P<0.001非常顯著

## 二、在設計規劃能力的表現

由表2結果可知，學生在「規劃與執行探究」能力的整體表現達到極顯著差異，顯示學生經過探究活動後，已能較明確理解實驗問題，並進一步掌握探究歷程中所需的資料蒐集、假設形成、流程規劃與實作操作等能力。整體而言，所有題項皆達顯著提升，代表本研究所設計之探究活動，對學生科學探究能力的發展具有明確助益，尤其能協助學生從理解問題逐步進展到實際規劃與執行探究任務。

進一步分析各題項表現可知，學生在面對實驗問題時，已能針對問題需求進行相關資料的蒐集。此結果顯示，學生不再只是依賴教師提供答案或操作步驟，而是能透過閱讀、查找資料與整理資訊，作為後續探究的基礎。資料蒐集能力的提升，對科學探究具有重要意義，因為學生必須先理解問題背景與相關概念，才能進一步判斷可能影響實驗結果的因素，並提出合理的探究方向。

其次，學生能根據所閱讀與蒐集到的資料，形成初步的實驗假設，顯示其科學推論能力已有明顯進步。假設形成是連結問題理解與實驗設計的重要環節，學生能提出假設，代表其已能嘗試根據既有資料與觀察結果，推測可能的因果關係。不過，假設是否具有明確性、可驗證性與邏輯性，仍是後續教學中可持續加強的重點。

此外，學生在實驗流程規劃方面亦呈現顯著提升，表示學生能針對實驗目的，思考實驗步驟、操作順序與所需材料。此能力的成長顯示學生逐漸具備較完整的探究規劃概念，能從單純執行教師指令，轉向主動思考如何完成實驗任務。這對培養學生自主探究與問題解決能力具有正向意義。

最後，學生在運用相關實驗器材進行實作方面也有顯著進步，顯示探究活動有助於提升學生的動手操作能力與實驗參與度。透過實際操作，學生能將抽象概念轉化為具體經驗，並在操作過程中修正理解、累積經驗。綜合而言，表2結果顯示，本研究探究活動能有效提升學生規劃與執行探究的整體能力，並有助於培養其科學探究歷程中的自主學習、邏輯推論與實作能力。

表二、「設計規劃」向度的表現

	5.學生能針對實驗問題進行相關資料的收集。	6.學生能根據資料閱讀，形成實驗假設。	7.針對實驗，學生能規劃該項實驗的流程。	8.針對實驗，學生能運用相關實驗器材，進行實作。	總分
前測	2.40/0.52	1.70/0.82	1.60/0.84	2.30/0.48	8.00/2.36
後測	3.39/0.82	3.10/0.74	3.19/0.74	3.50/0.53	13.00/2.40
t 值	2.93	4.01	4.23	5.31	4.90
顯著性	0.009**	0.001***	0.000***	0.000***	0.000***

\*P<0.05顯著；\*\*P<0.01極顯著；\*\*\*P<0.001非常顯著

### 三、在實作驗證能力的表現

由表3結果可知，學生在「實作驗證」能力的整體表現達到極顯著差異，顯示學生經過探究活動後，於實驗設計、變因控制、結果紀錄與資料表達等面向皆有明顯進步。此結果說明，本研究所規劃之探究活動能有效促進學生將問題轉化為具體實驗行動，並在實作過程中逐步建立科學驗證的基本能力。換言之，學生不僅能參與實驗活動，也能進一步理解實驗過程中需要掌握的關鍵要素，對其科學探究能力的培養具有正向意義。

進一步分析各題項表現可知，學生在實驗過程中找出控制實驗變因的能力有顯著成長。此一結果顯示，學生已逐漸理解實驗並非單純操作器材或觀察現象，而是需要透過控制變因、比較條件與觀察結果之間的關係，才能提高實驗結果的可靠性。對自然科學探究而言，變因控制是實驗設計中的重要能力，學生能在此面向有所提升，代表其科學思考已從經驗性的操作逐步轉向較具邏輯性的實驗規劃。

學生在實驗結果紀錄方面亦呈現顯著進步。結果顯示，學生能運用文字、圖表、電腦製圖等不同方式，將實驗結果加以整理與呈現。此能力的提升，代表學生逐漸理解科學資料不只是實驗過程中的附屬紀錄，而是後續分析、解釋與形成結論的重要依據。透過多元方式呈現資料，學生也能更清楚掌握實驗結果的變化趨勢，並提升其資料整理與科學表達能力。

3結果亦顯示，學生在「運用五官及工具進行探究觀察與操作」

方面未達顯著成長，顯示學生的實驗觀察與實作操作能力仍有進一步培養空間。此一結果可能與學生過去實驗經驗不足、工具使用熟練度有限，或課程中觀察訓練時間不足有關。未來教學可增加操作練習、觀察紀錄、工具使用示範與分組實作機會，使學生能更熟悉實驗流程，並提升其觀察細節與操作精確度。

，表3結果顯示，本研究探究活動對學生「實作驗證」能力具有整體提升效果，尤其在變因控制與實驗結果紀錄方面成效明顯；但在感官觀察與工具操作能力上仍需持續強化。未來課程宜透過更多實作任務與反覆練習，進一步提升學生完整的科學實驗能力

表3、「實作驗證」向度分析

	9.在實驗中，學生能找出控制實驗的變因。	10.在實驗中，學生能運用五官及工具，進行探究的觀察與操作	11.對於實驗結果，學生能運用文字、圖表、電腦製圖等方式紀錄下來。	總分
前測	2.000.74	2.90/0.87	1.80/3.10	6.70/1.95
後測	3.000.82	3.40/0.70	3.10/0.87	9.50/1.72
t 值	2.54	1.76	4.23	3.41
顯著性	0.02*	0.10	0.001**	0.000***

\*P<0.05顯著；\*\*P<0.01極顯著；\*\*\*P<0.001非常顯著

#### 四、在解釋分析能力上的改變

由表4結果可知，學生在「解釋分析」能力的整體表現未達顯著差異，顯示學生經過探究活動後，雖然在部分解釋與分析能力上有所進步，但整體而言，尚未形成穩定且全面的提升。此結果說明，學生在科學探究歷程中，對於實驗現象的理解、結果的說明，以及實驗前預測能力等面向，仍有進一步加強的必要。相較於前述「界定問題」、「規劃與執行探究」及「實作驗證」等較具體的操作能力，解釋分析能力涉及較高層次的科學思考，學生需要將觀察結果、實驗資料與科學概念加以連結，才能形成具有邏輯性的說明。因此，此能力的發展可能需要較長時間的引導與累積。

進一步分析各題項可發現，學生在「實驗之前，經由學習能預測可能發生的現象」之能力仍有待提升。此結果顯示，學生雖然能參與實驗活動，但在實驗前根據既有知識、觀察經驗或相關資料進行合理推測的能力仍較不足。科學預測並非單純猜測，而是需要學生依據概念理解與證據線索，推論可能產生的結果。若學生缺乏足夠的先備知識，或尚未熟悉如何將知識應用於新情境，便可能影響其預測能力的表現。

此外，學生在「對於實驗過程或結果，能解釋所發生的現象」方面雖然仍有加強空間，但該題項已呈現顯著成長，顯示探究活動對學生解釋實驗現象具有一定的促進效果。此結果表示，透過實際觀察、操作與討論，學生逐漸能嘗試說明實驗中所出現的變化，並將實驗結果與課堂所學概念進行連結。這樣的進步反映學生已開始從單純「看到結果」轉向「理解結果為何發生」，是科學探究能力發展的重要基礎。

綜合而言，表4結果顯示，本研究探究活動對學生部分解釋分析能力具有初步成效，尤其在說明實驗現象方面已有顯著提升；然而，學生在實驗前預測、結果推論與概念連結等能力上仍未達整體顯著差異。未來課程設計宜增加預測活動、結果討論、證據推論與科學概念連結等學習任務，並透過教師提問與同儕討論，引導學生逐步建立較完整的解釋分析能力。

表4、「解釋分析」向度分析

	12.對於實驗過程或結果，學生會紀錄，並利用各種方式彙整出規則。	13.對於實驗過程或結果，學生能解釋所發生的現象。	14.學生在實驗之前，經學習能預測會發生的現象。	總分
前測	1.90/0.88	3.20/0.82	2.20/0.79	7.30/3.20
後測	3.00/0.82	3.10/3.13	2.90/0.27	9.00/2.06
t 值	2.91	0.10	1.88	1.41
顯著性	0.000***	0.92	0.77	0.17

\*P<0.05顯著；\*\*P<0.01極顯著；\*\*\*P<0.001非常顯著

## 五、在溝通辯證能力上的改變

由表5結果可知，學生在「溝通辯證」能力的整體表現達到極顯著差異，顯示學生經過探究活動後，在表達發現、說明觀點、分析自我表現、回應他人意見及進行批判思考等面向皆有明顯提升。此結果說明，本研究所設計之探究活動不僅能促進學生進行實驗與問題解決，也能進一步培養學生將探究歷程與學習成果轉化為可溝通、可討論與可反思的能力。

進一步分析各題項可知，學生在「能將自己的發現向他人做詳細描述」方面有顯著成長。此處所指的描述方式包含口語說明、文字紀錄與圖像表達等多元形式，顯示學生在探究活動後，較能整理自己的觀察結果與學習發現，並以他人能理解的方式加以呈現。這對科學學習而言具有重要意義，因為科學探究不僅是個人完成實驗任務，更需要透過表達、分享與討論，想法獲得澄清與修正。

此外，學生在分析自己優缺點方面亦呈現顯著提升，表示學生能逐漸從學習活動中進行自我檢視，了解自己在探究過程中的表現、限制與可改進之處。此能力有助於學生發展後設認知，並促進其在後續學習中進行調整與改善。學生若能辨識自身學習優勢與不足，便能更有效地規劃學習策略，提升自主學習能力。

同時，學生在批判他人優缺點及對他人批判做出合適回應方面，也有顯著進步。此結果顯示，探究活動中的同儕討論、成果分享與回饋機制，有助於學生學習如何根據證據提出評論，而非僅以個人喜好進行評價。更重要的是，學生也逐漸能面對他人意見，並以較合宜的方式回應批判，反映其溝通態度與辯證能力有所成長。

綜合而言，表5結果顯示，本研究探究活動能有效提升學生的溝通辯證能力，尤其在成果表達、自我反思、同儕互評與回應批判等方面均具有明顯成效。未來課程可持續安排小組討論、口頭發表、學習單書寫與同儕回饋活動，以進一步深化學生的科學表達、批判思考與合作溝通能力。

表5、「溝通辯證」向度分析

15. 學生能將自己的發現向他人做	16. 學生能分析自己	17. 學生能批判他人	18. 學生能對其他人	總分
-------------------	-------------	-------------	-------------	----

	詳細的描述（包括說話、寫字與畫圖均可）	的優點。	的優點。	的批判做出合適的回應。	
前測	2.10/0.88	2.20/0.42	2.30/0.48	2.20/0.42	8.80/2.04
後測	3.10/0.88	2.90/0.88	3.10/0.88	3.10/0.88	12.20/2.90
t 值	2.56	2.28	2.53	2.93	3.03
顯著性	0.02*	0.04*	0.02*	0.01**	0.01**

- \*P<0.05 顯著； \*\*P<0.01 極顯著； \*\*\*P<0.001 非常顯著

## 項目九:晤談資料

晤談資料以探究實驗社團學生為主要對象，共27人，選10人作為訪談對象，以下針對晤談題目進行綜合分析。

### (一) 教師晤談資料

#### 1. 學生的學習探究能力是否有改變？

- 「學生在教師引導下，較能先觀察實驗現象，再進一步思考問題發生的原因，不再急著直接尋求答案。」
- 「學生面對、實驗問題時，雖然提出的解決方法不一定完善，但已願意主動討論與嘗試，探究態度較以往更積極。」
- 「學生在操作過程中，能逐漸養成先觀察、再分析與修正的習慣，即使遇到失敗，也願意重新思考與調整方法。」

綜合教師晤談內容可發現，學生的學習探究能力已有明顯提升。學生在教師引導下，能逐漸建立先觀察、後思考的學習習慣，而非直接等待教師提供答案。雖然學生提出的解決方法仍有不足之處，但已展現願意嘗試、討論與修正的探究態度，顯示其問題解決能力與思考能力正逐步發展。

#### 2. 學生對於自然科學學習的改變最多的是哪一部分？

- 「學生現在較願意主動動手操作實驗，遇到問題時，也會先嘗試觀察與找出原因，而不是直接等待老師說明。」
- 「在多次實驗與討論過程中，學生已能從現象中簡單推測可能的科學原理，對自然科學的理解較以往更深入。」
- 「學生對自然課的參與度明顯提升，會主動測試不同方法，並透過觀察結果思考哪些因素可能影響實驗變化。」

從教師晤談內容可發現，學生在自然科學學習上的最大改變，主要展現在主動探究與實作能力的提升。學生較以往更願意親自動手操作實驗，並能透過觀察現象主動發現問題與思考原因，而非被動接受教師講解。教師亦觀察到，學生的課堂參與度與學習動機皆有提升，面對問題時較願意主動嘗試與修正。

### 3. 學生經過實作驗證的學習，是否熟練並會應用在其他科目？

- A 「學生雖然還無法立即判斷實驗中的操作變因，但已能清楚描述實驗進行的步驟與過程，表達能力較以往進步。」
- B 「在實作學習後，學生能嘗試將實驗經驗與日常生活情境連結，例如從生活現象中思考可能的科學原理。」
- C 「學生在其他科目的學習中，已較願意透過觀察、推理與討論來解決問題，顯示實作學習對思考方式具有延伸效果。」

教師發現，學生透過實作驗證的學習後，已逐漸具備描述實驗歷程與連結生活經驗的能力。雖然學生對於實驗中的操作變因尚無法立即完整判斷，但已能清楚說明實驗步驟、觀察結果與操作過程，顯示其科學表達與理解能力有所提升。此外，學生也能將所學知識與日常生活情境結合，從生活現象中思考相關原理，增進學習的實用性與連結性。實作驗證學習有助於提升學生的理解能力、表達能力及生活應用能力。

### 4. 此活動對於您的教學是否有助益？

- A 「透過科學探究與實作活動，課程內容能進一步加深加廣，學生不只是學習課本知識，也能實際理解科學原理。」
- B 「雖然自己不是自然科學本科系教師，但為了帶領學生完成探究活動，需要花較多時間準備教材與熟悉相關知識。」
- C 「學生在實作活動中的專注力明顯提升，相較一般講述課程，更能主動投入學習與參與討論。」
- D 「學生對實驗活動普遍具有高度興趣，但有時因過於興奮，課堂秩序與時間掌控需要教師適時引導與調整。」
- E 「在探究與操作過程中，教師能更清楚了解學生的學習狀況與問題，也有助於調整後續教學方式。」

綜合教師晤談內容可發現，科學探究與實作活動對教師教學具有正向助益。透過實際操作與探究歷程，課程內容得以加深加

廣，學生不僅能理解課本知識，也能培養觀察、思考與問題解決能力。教師觀察到，學生在實作活動中的學習動機與專注力明顯提升，課堂參與度也較傳統教學方式更高。然而，部分學生在活動中容易因興奮而影響課堂秩序，教師需適時引導與管理。此外，對非自然科學本科系教師而言，規劃與帶領探究課程需投入較多時間準備教材與充實相關知識，但也因此促進教師專業成長與教學調整能力。整體而言，科學探究與實作活動不僅有助於學生學習，也能提升教師教學深度與教學成效。

## (二) 學生晤談資料

### 1. 你對於學習並操作科學實驗的感受？

- 「以前只有看課本時，有些科學原理不太懂，可是自己實際操作後，就比較知道為什麼會這樣，學習也比較快記住。」
- 「做實驗時要一直觀察變化，不然會漏掉重要的地方，所以我覺得自己上課會比以前更專心。」
- 「小組一起做實驗時，大家會互相討論方法，也會幫忙找出失敗原因，我覺得這樣比較容易完成實驗。」
- 「看到實驗結果真的跟課本講的一樣時，會覺得很有成就感，也比較知道這些科學知識可以用在生活中。」
- 「我覺得科學實驗很好玩，和一般上課不太一樣，會讓我想自己動手試試看，也更有興趣學自然課。」

綜合學生晤談內容可發現，高年級學生普遍認為科學實驗操作有助於自然與生活科技課程的學習。透過親自動手操作，學生能將抽象的科學概念具體化，提升理解與記憶效果，並增進學習效率。同時，在實驗過程中需持續觀察、紀錄與思考，也有助於培養專注力與觀察能力。學生亦提到，小組合作與討論能解決問題，進一步提升團隊合作與溝通能力。整體而言，科學實驗不僅提高學生對自然與生活科技課程的興趣與學習動機，也能培養探究精神與主動學習態度，對學生科學素養的建立具有正向助益。

## 2. 你可以簡單的敘述如何想到科學實驗的解決方法嗎？

- 「我們小組會先一起討論可能的方法，再分別試做看看，從失敗的地方慢慢修改，最後找到比較可以完成的做法。」
- 「遇到不知道怎麼解決的問題時，我會先和同學討論，如果還是想不出來，就會請教老師給我們一些方向。」
- 「有時候實驗失敗，我們會重新觀察哪個步驟有問題，再一起討論要怎麼調整材料或方法，一直測試很重要，因為很多方法不是一次就成功，而是要和組員不斷討論、修正才會找到答案。」。
- 「我們會利用網路搜尋相關資料或影片，看看別人是怎麼做的，再回來修改自己的實驗方式。」

從訪談中發現，高年級學生在面對科學實驗問題時，會有初步的探究與問題解決能力。學生多能透過小組共同討論、反覆測試與修正，逐步找出適合的解決方法，顯示其已能運用合作學習與實作經驗進行思考與驗證。此外，學生也會主動請教教師，獲得方向與建議後再進一步調整實驗內容。利用網路搜尋相關資料作為實驗改進的參考，顯示其具備基本的資訊應用與自主學習能力。

## 3. 你覺得與以往課堂學習自然科學的方式有何差異？

- 「以前上自然課大部分都是老師講解，我們只是在下面聽和抄筆記，現在可以自己操作實驗，會比較容易理解內容。」
- 「以前比較像是在背課本內容和答案，可是現在透過實驗觀察現象，會知道科學原理是怎麼產生的。」
- 「以前上課不一定有機會親自操作，很多都是老師示範，現在自己動手做之後，印象會更深刻。」

高年級學生普遍認為目前的自然科學學習方式與以往傳統課堂有明顯差異。過去多以教師講述、學生被動接收知識為主，學生較少有實際操作與探究的機會，因此容易以背誦方式學習，對科學概念的理解較為有限。相較之下，透過科學實驗與小組合作學習，學生能親自動手操作、觀察現象並驗證結果，使抽象更具

體化，也更能理解科學原理的形成過程，並培養學生科學素養具有正向成效。

4. 你個人經過兩學期(科學競賽、創意運動會、園遊會)的學習，對於學習自然或其他科目有幫助嗎？

- 「經過這兩學期的活動後，我覺得自己比以前更有自我要求，會想把實驗做好，也會主動練習不熟的部分。」
- 「參加科學競賽、創意運動會和園遊會，讓我學到很多不同的經驗，我發現不只是自然課，其他科目也需要思考和合作。」
- 「以前遇到不會的題目容易放棄，可是經過很多次練習後，我知道只要一直練習，慢慢就會進步。」
- 「有些科學原理一開始我其實不太懂，可是在準備比賽和操作實驗時，會想自己再去查資料，補充自己的科學知識。」
- 「我覺得這些活動讓我學到要有耐心和團隊合作，也知道自己的不足，所以會想繼續加強自己的能力。」

綜合學生晤談內容可發現，經過兩學期參與科學競賽、創意運動會及科學園遊會等活動後，學生在學習態度與能力上皆有明顯成長。學生透過多元活動與實際操作經驗，不僅提升了自然科學的學習興趣，也培養了自我要求與主動學習的態度。學生也提到，活動中所培養的合作、溝通與問題解決能力，延伸應用至其他科目的學習。整體而言，多元科學活動不僅增進學生的科學素養，也有助於建立積極、自主與持續精進的學習態度。

5. 過程中你印象最深刻、最有興趣的有那些?例如:內容、操作方法、有興趣的主題。

- 「最讓我印象深刻的是電流急急棒！以前只有在電視的綜藝節目上看到，沒想到上課居然可以親自玩到，真的超級刺激、好玩。這讓我發現原來科學課也可以像綜藝節目一樣吸引人，完全不會無聊。」
- 「我最有興趣的部分是把原本散散的零件一個一個拆解，然後再自己動手組合起來，最後看到它變成一個真正可以用、會發光的成品，心裡特別有成就感！這種從無到有的組裝過程讓我學到很多。」

- 「原來我們平常吃的蔬菜水果居然也可以用來發電，這真的太神奇了！能體會到老師說生活就是科學，科學就在我們身邊。」

本次活動對學生而言具有「吸引力」與「教育價值」。連結生活情境的課程設計，有空氣、能源、環境等主題，其中（電流急急棒）與日常素材（水果發電），深刻連結了「生活中的科學」。透過動手做組合的實作過程，落實「從做中學」與「在失敗中修正」的科學素養精神。

## 6．對於這樣的教學你有哪些收穫？

- 「以前看課本總覺得那些科學原理密密麻麻、很難懂，但這次透過自己動手做的教學方式，我一邊操作一邊觀察，那些原本很艱深的原理突然變得很容易懂！」
- 「我覺得這種教學方式超級有趣！以前上課有時候會想發呆，但這次的活動讓我完全沉浸在裡面。在好玩的過程中不知不覺就學到了很多科學知識。」
- 「我最大的收穫是後來操作成功後，還能去教旁邊不會的同學。當我變成小老師示範給他們看、幫他們解開疑問時，心裡真的充滿了成就感，這讓我對自己更有信心了。」
- 「這次教學讓我學到『動手做』的重要性。親自操作不只很好玩，還幫我打通了原本想不通的觀念，把困難的科學變簡單了。而且在指導其他同學的過程中，我發現自己把原理解得更透徹了。」
- 「這次的課堂收穫滿滿！動手實驗的過程讓學習變得很有趣，那些很難的科學觀念一下子就看懂了。最開心的是操作很快上手，還可以當小老師協助大家，這種成就感是以前沒有過的體驗。」

綜合上述質性回饋，了解該教學模式在「知能建構」與「情意發展」上的雙重成效。學生普遍表示，透過「動手做」的感官體驗，大幅降低了理解艱深科學原理的門檻，讓學習變得既趣味又高效。更重要的是，此教學營造了同儕互助的課堂氛圍，提供學生擔任「小老師」的機會，從中獲得極大的成就感與自信心。這不僅深

化了學生的科學認知，更成功轉化為積極的內在學習價值，達到寓教於樂、教學相長的成效。

陸、建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

### (一)、討論

1. 競賽訓練次數:因各項競賽皆在開學後陸續展開，科學

社的組成、學生篩選與訓練皆需從零開始，使得可運用的準備時間有限，導致訓練次數相對不足。為改善此困境，先以單一班級作為競賽訓練與參賽的核心團隊，集中資源強化培訓；其餘班群則依循原定計畫課程推動相關活動，以兼顧競賽需求與課程實施的平衡。

2. 科學園遊會競賽時間:科學園遊會競賽於每年十月，

本計畫啟動時間較晚，留給學生進行構想討論、道具設計與實際演練的時間相對不足，因而造成準備較為緊湊。為彌補練習量不足的問題，鼓勵學生於課餘時間自行分組討論、發問與改進設計，使其能從觀察現象中深化探究歷程，逐步提升科學思考與實作能力。

3. 創意運動會時間: 創意運動會於每年十一月舉行，

學生雖已在科學園遊會中累積基本探究經驗，但本項競賽內容更為多元且具挑戰性，需投入更多時間進行策略思考與操作練習。然而受限於準備期短，練習量仍顯不足。為提升參賽效能，學生利用課餘時間進行線上視訊討論與協作，持續修正設計並加深科學原理的應用。

## (二)、建議

### 1. 學生科學知識面的不足：

- ◆ 強化資料閱讀，進行探究過程，帶學生閱讀理解科學概念的說明，進而發現學習實驗假設
- ◆ 規劃關鍵實驗，訓練時可規劃最關鍵的主要原理，建立基礎概念，從生活中的現象最為實例，反覆練習，確保學生真正理解，再加深加廣。
- ◆ 學習簡易概念圖或圖像，透過簡易的概念圖，理解其發現的現象，或者能用圖像化整理如「電流方向 → 感應結果」，協助學生短時間記憶與理解。

### 柒、參考資料：

1. 教育部 (2018) 十二年國民基本教育課程綱要 綜合型高級中等學校 自然科學領域  
[https://stv.naer.edu.tw/data/course\\_out-line/pta\\_18540\\_947333\\_60503.pdf](https://stv.naer.edu.tw/data/course_out-line/pta_18540_947333_60503.pdf)
2. 薛雅純 (2018)。從十二年國教課綱看自然科學素養導向的探究教學。《臺灣教育評論月刊》，7(5)，259-262。  
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20130114001-201805-201805180011-201805180011-259-262>
3. 王金國 (2018/02) 以專題式學習法培養國民核心素養 《臺灣教育評論月刊》\_7卷2期\_Pp. 107-111  
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/P20130114001-201802-201802050018-201802050018-107-111>

附件一：活動課程與課綱學習內容之連結

編號	活動	結合單元	課程教學概念與原理說明	相關議題
1	磁力迷宮	磁力單元生活應用	認識磁鐵具有「異極相吸、同極相斥」的特性，操作時達到磁力平衡。	物理
2	旋轉小花	磁鐵與磁場 / 磁力應用	藉由不同方向或不在同一直線上的磁力，使得物體產生線性運動或旋轉，進而引導探討合力與合力矩對於運動的影響。	物理
3	單極馬達	電流磁效應	藉由「電磁感應」原理讓導線線圈轉動，能實作「磁鐵與磁場」概念。	能源
4	電流急急棒	奇妙的電路單元	理解通路、斷路、短路的概念，並在生活電流中應用。	生活應用
5	可樂水果電表	水溶液、電力應用	了解電池的串聯、並聯的作用，將不同種類水溶液導電效果的實驗。	環境教育
6	掃地機器人	電磁的作用	認識偏心馬達，改變旋轉的條件設定。	物理
7	太陽能車	再生能源	觀察光能轉換成電能驅動馬達，馬達帶動齒輪使其前進的作用。	能源
8	噴射氣車DIY	牛頓第三運動定律	利用動力認識作用力、反作用力的科學原理。	力學
9	空氣科學	力與運動	大氣壓力是空氣重量產生的壓力，同時「製造壓力差」。	力學
10	液壓手臂	帕斯卡定律、槓桿傳動系統	利用液壓原理，液體受到的壓力會傳遞至液壓系統的各個部分，從而產生動力。	生活應用
11	神奇盒子	磁力和重力、水溶液	酸鹼溶液魔術水，以及結合了「化學(史萊姆)」與「磁學(鐵粉+磁鐵)」	化學+物理

12	熱塑水晶	熱對物質的影響(熱在熱塑水晶中的現象)	熱水軟化，冷水冷卻變硬，熱塑水晶飾環保材質，不添加塑化劑，可被生物分解，可無限重複使用。	環保
----	------	---------------------	--	----

附件二: 生活應用



圖16: 空氣槍設計--漆彈遊戲

