

教育部國民及學前教育署 106 學年度 中小學科學教育計劃成果報告書



計畫編號：44

計畫名稱：一探究竟—發展科學探究課程，培養學生問題解決能力

計畫主持人：許淑娟

執行單位：台中市立光正國中

目錄

壹、計畫動機與目的-----	1
貳、研究方法及步驟-----	3
參、研究成果	
一、成立自然科教師社群研發設計探究教案-----	8
二、推廣科學學習中心研發之主題式探究論證教案-----	12
三、培養學生問題解決能力提升科學素養-----	23
肆、完成進度-----	46
伍、討論與建議-----	48
陸、參考資料-----	49
附錄一-----	50
附錄二-----	66

壹、計畫動機與目的

一、動機

(一) 背景

本校於民國八十三年九月創校迄今，周遭環境原為傳統之農業鄉村，因大里工業區的成立而慢慢轉型為農工並重地區，學生家長職業結構以農工為主，以班級為單位統計，外籍配偶子女佔約 1/3，單親家庭也佔約 1/3，一個班平均都有 4-5 位低收入戶，申請午餐補助也約有 6-7 人。在科學研究要花錢的傳統迷思下，推廣科學教育實在有一定困難，加上學生對科學的不夠了解，普遍先入為主的就認為自然科是一門很難的學科。

目前了解十二年國民教育的自然科領綱之後，深深覺得科學探究勢在必行，希望號召本校其他的自然老師了解目前自然科教育的走向，一起研究討論發展自然科探究課程教案，讓學生離自然科更近一些。

自然科本就是為了解決生活上遇到問題的科學，其實很平易近人，只是目前課本的內容都太過教條式，讓學生無法輕易接近，透過本計畫讓自然領域的老師更像是一家人，一起為學生設計探究課程教案，引發學生對自然科的學習動機，自然科就在生活中，也間接培養學生在生活上遇到問題需要面對它時，能花一點時間思考、甚至再花一點時間「一探究竟」來解決問題，如果還有興趣，便可以參加科學競賽活動。

(二) 目前現況與難題

幾年前曾經參加過國立自然科學博物館附設的科學學習中心研習，研習中所設計的課程，就是根據科學素養來設計的，非常想將研習所獲得的資源運用在學生的科學上，但是迫於課程進度，往往無用武之地。但如果將此課程運用在對科學有熱忱，想要進一步了解科學的學生上，便是一套很有系統且跨領域，深化科學技能的一套課程。科學一向是沒有正確答案的，隨著科技的進展，科學是不斷發現問題解決問題的歷程，平常學生已經習慣測驗卷中總有正確答案，但生活中從來不是如此，需要如何培養學生，還是必須透過老師指導，「給他魚吃，不如教他如何釣魚！」所以老師必須站在引導的角色，讓學生體會科學家發現問題以及解決問題的歷程，進而轉化成自己內在的知識架構。在這幾年指導學生參加科展的經驗，發現大多數的學生在缺乏教師指導的情況下，是無法進行獨立的探究活動的，因此教師也必須具備探究能力，並且能夠發展出探究的教學教案。

去年申請了科教專案計畫，非常榮幸的通過了，但執行的過程中遇到了一些困難：

1. 課程時間方面，我們安排在暑假上課，內容已經規劃了科展作品說明書的撰寫，但是，等到學生做完實驗準備寫作品說明書時，已過了近 5 個月，對於一些重要的細節，大多已經忘記。有鑑於此，不同課程的導入時間，需要做部分的修正。
2. 課程設計方面，原本規劃的科展實驗，是希望學生能做到半開放半引導式的探究，但是實施下來，學生還是不清楚自己對那些東西感興趣，實驗應該如何設計，仍然需要老師頻繁的指導。另外，部分學生對於實驗器材的使用方法，仍搞不清楚。所以希望能夠加入實驗器材使用的教學，以及科學閱讀理解的帶領。對於將來帶領學生在做科展，會有一定程度的幫助。
3. 人員組織方面，去年度的計畫徵詢了四位自然領域老師的意願，在授課與科展指導部分，來共同分擔工作量。雖然如此，仍讓第一次接計畫的主持人有力不從心之感，在身兼導師又要上課與備課的情況下，常常有 24 小時不夠用

之感。也希望能募集更多同伴加入計畫。

二、文獻探討

現代的科學教育已從傳統的強調精熟學習，朝向偏重培養科學素養、科學興趣以及**科學探究能力**等多元面向的學習（郭泓男，2013）。在美國〈國家科學教育標準〉（National Science Education Standards）中提到，發展科學探究教學是提升民眾科學素養的最有效方法之一（NRC，1996）。還有我國九年一貫政策中強調能力本位亦提及探究能力的重要性（林建志，2008），一直到十二年國教強調科學探究與問題解決能力的教學（丁亞雯，2012）。可以看出不論如何改變，強調科學探究的精神，一直是自然領域的重點。

然而十二年國民教育的「自然領域課程綱要」清清楚楚的寫出學生需要學習的「學習內容」以及透過學習內容需要呈現的「學習表現」（教育部，2016）。如果自然老師們能夠在每一堂本來就應該要上的內容中，套用自然領綱的學習表現，其實就能夠在每一堂課都能訓練學生的探究能力，在每一堂課的潛移默化下，就能慢慢地將探究能力內化成能夠帶走的素養。楊秀停和王國華(2007)指出大部分的學生都有探究能力，只是需要教師的適當引導，並且建議實施探究教學時需要以逐步方式進行，在課前需擬定完整的計劃結合課本的內容安排活動，做長期的考量，循序漸進的引導學生從事探究。

三、計畫目的

因此本研究考量現況與目前實施計畫所遇到的困難，希望達成以下目的：

- （一）成立自然科教師社群研發設計探究教案
- （二）推廣科學學習中心研發之主題式探究論證教案
- （三）培養學生問題解決能力提升科學素養

貳、研究方法及步驟

一、研究方法及流程

（一）研究方法及步驟

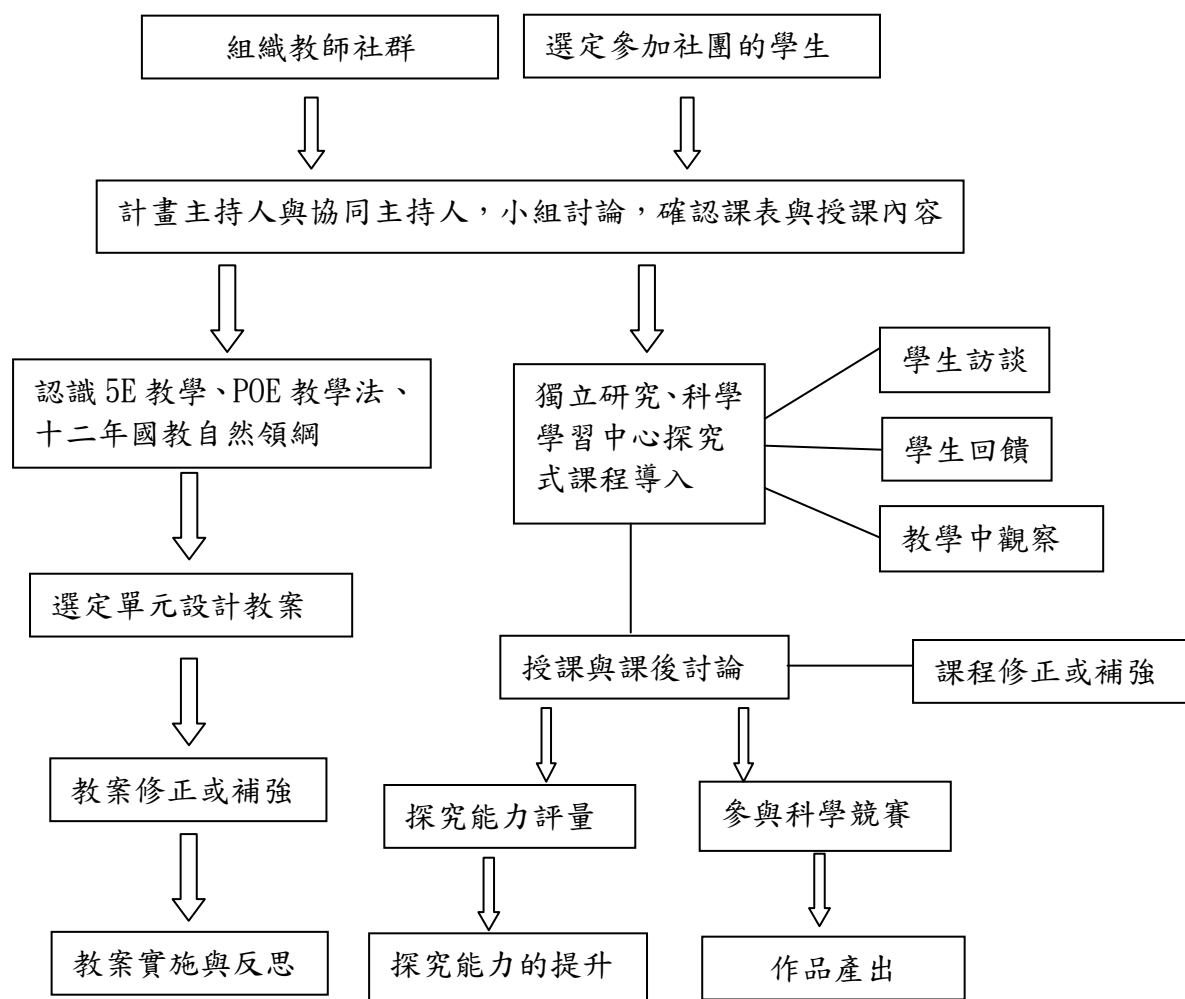
1. 成立「一探究竟」自然科專業教師社群
 - （1）利用週五自然科領域會議時間
 - （2）說明社群宗旨，討論社群運作方向
 - （3）認識探究教學法，找出適合設計探究是教案的單元
 - （4）認識四格教案撰寫方式
 - （5）認識自然領域課程綱要學習內容及學習表現
 - （6）分組設計探究式教案，討論、實施與修正
 - （7）目標：設計出兩份探究式教案（一份生物、一份理化）
2. 成立「光正科學探究社」學生社團
 - （1）招募對科學有興趣的學生加入
 - （2）上學期於假日（週六）上課，下學期則於週四社團課上課
 - （3）將科學學習中心的主題式探究論證課程導入
 - （4）宣導各種科學相關競賽，並鼓勵學生參加
 - （5）協助社團學生擬定科展獨立研究計畫
 - （6）利用課餘時間訪談了解研究進度以及遇到的問題

(7) 寒假進行研究修正與成果驗收

3. 培養學生問題解決能力提升科學素養

- (1) 使用「學生探究能力自評量表」作為主要的評量工具，授課前作前測
- (2) 利用假日「光正科學探究社」社團帶入探究與獨立研究課程
- (3) 分析學生課程摘要紀錄、心得回饋、分組報告，來了解學生的科學素養是否有提升
- (4) 學生利用平日社團時間、假日科學探究社以及寒假做科學研究
- (5) 鼓勵學生參加科展以及相關科學競賽
- (6) 課程結束後施行「學生探究能力自評量表」後測

二、研究架構：以流程圖圖示



參、研究成果

一、成立自然科教師社群研發設計探究教案目前成果

(一) 目前成果

1. 利用領域會議時間討論社群共識，以及設計課程單元，上下學期共完成十次會議（包含觀課與議課），設計兩分探究式教案，並在社團時間實際授課。
2. 「一探究竟」自然科專業教師社群會議主題與照片

	
上學期：討論社群共識	上學期：討論教案撰寫格式
	
上學期：四格教案	上學期：學習內容
	
上學期：學習表現	下學期：討論單元

	
下學期：教案討論與修正	下學期：觀課
	
下學期：社團授課	下學期：議課與修正建議

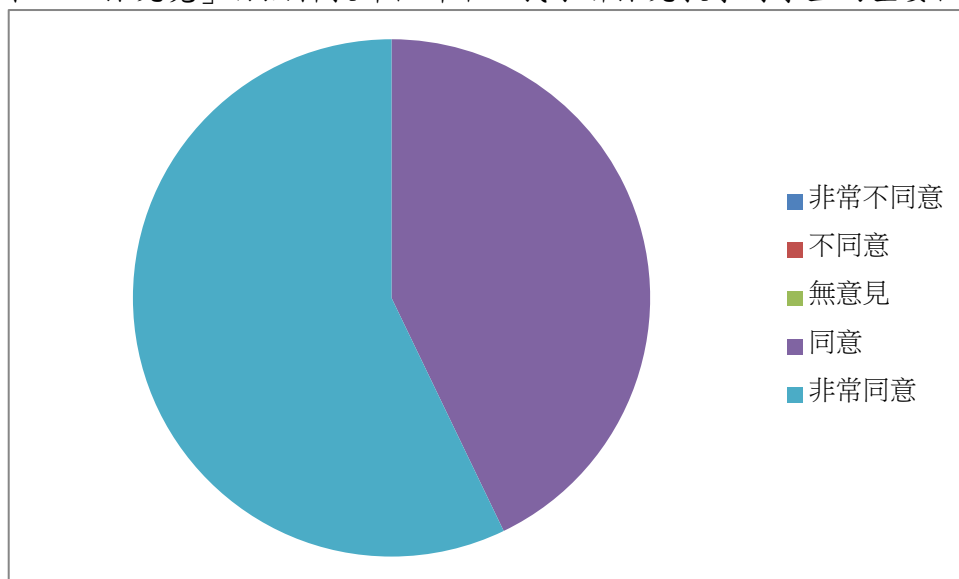
3. 設計二份探究式教案(詳見附錄)

	
生物科：雞心知我心	理化科：鼻涕蟲與彈力球

(二) 社群教師感受

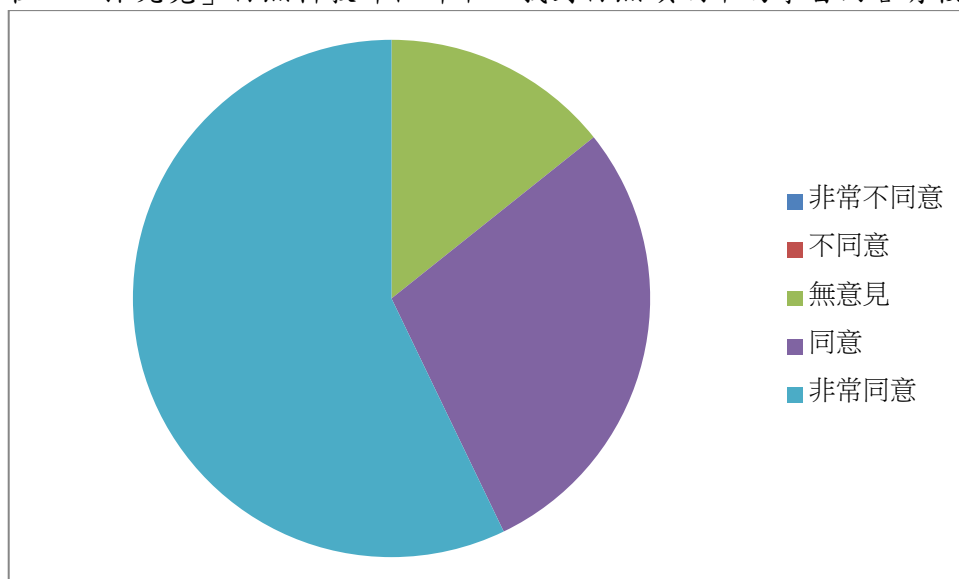
「一探究竟」自然科教師社群共有六人，服膺十二年一貫的新課綱是我們的社群共識，除了認識自然領域綱要之學習內容與學習表現外，更要設計課堂上即可使用的探究式教案，讓學生在平常課室中，就能潛移默化探究能力，更能符合課綱中要求課程中要有三分之一的時間用來探究。經過一學年的互動與討論，社群教師對於社群的感受如下列圖表所示：

1. 在「一探究竟」自然科教師社群中，我了解探究教學對學生的重要性



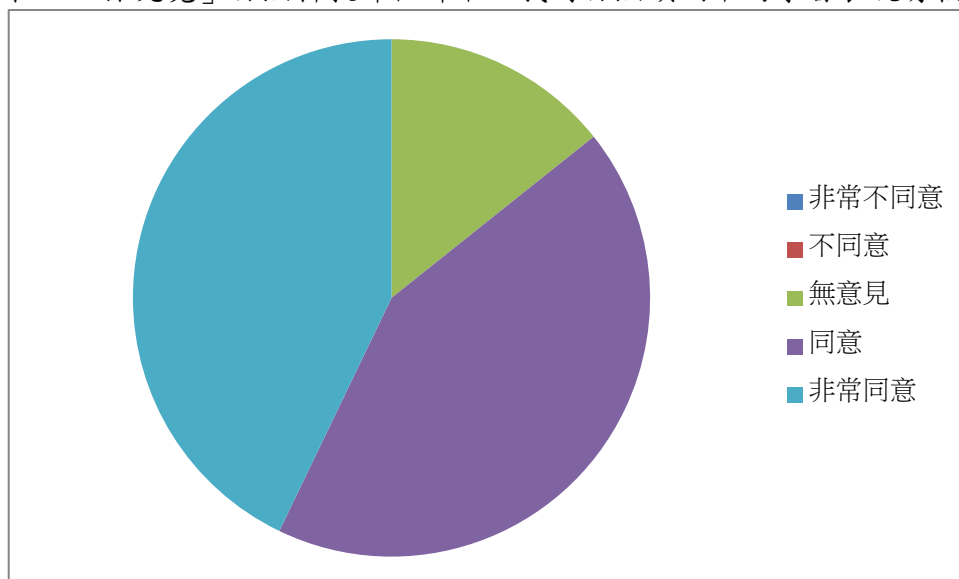
結論：社群教師皆同意探究教學對學生很重要

2. 在「一探究竟」自然科教師社群中，我對自然領綱中的學習內容有較深的認識



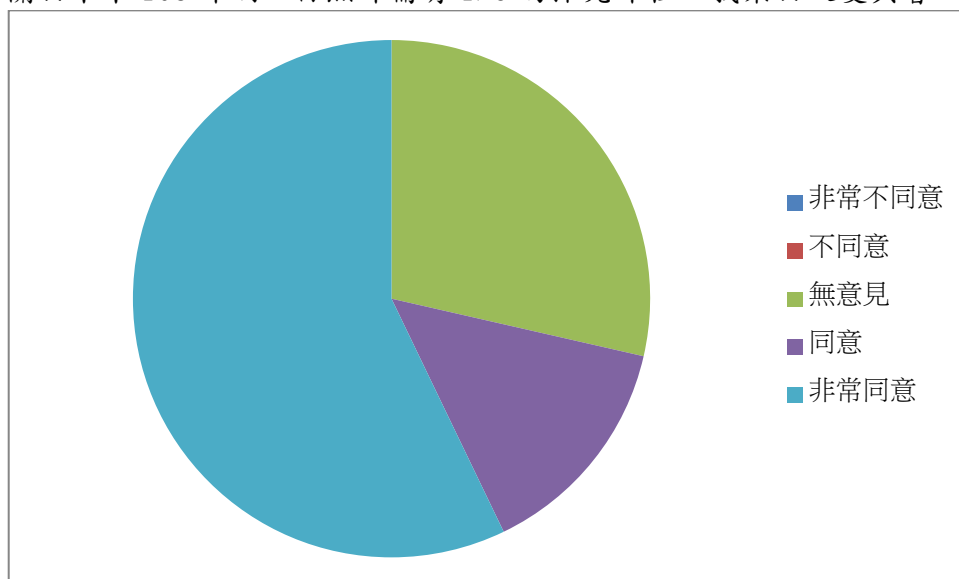
結論：在社群中有花時間討論學習內容，七位中有五位教師同意對學習內容有較深的認識，但有一位教師表示無意見。事後詢問該教師，該教師是理化專長的教師，他認為自然領綱中理化要教的部分還是很多，並沒有變的比較少，而且目前還是草案，不知道未來會不會再改變。

3. 在「一探究竟」自然科教師社群中，我對自然領綱中的學習表現有較深的認識



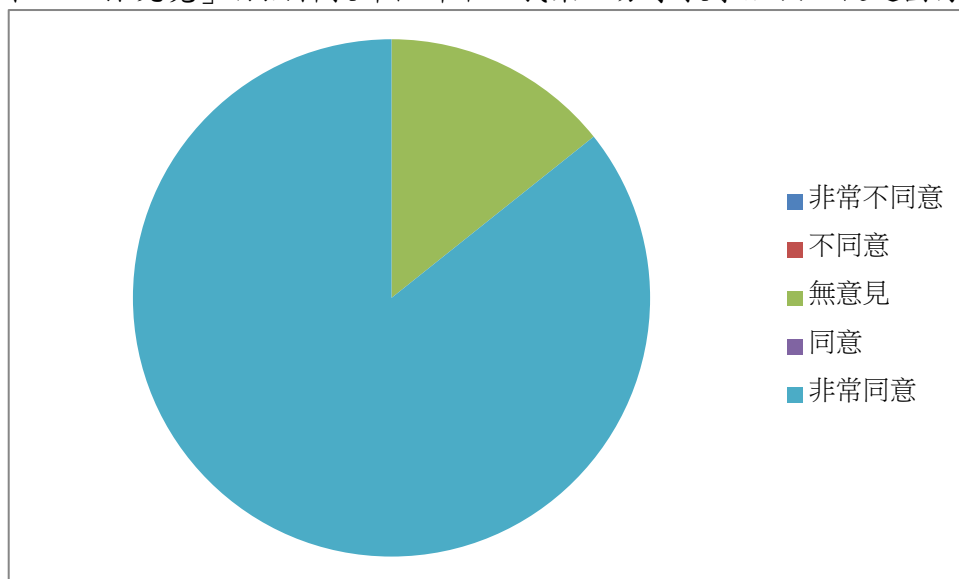
結論：在社群中有花時間討論學習表現，七位中有六位教師同意對學習表現有較深的認識，但有一位教師表示無意見。事後詢問該教師，該教師是理化專長的教師，他同樣認為目前還是草案，不知道未來會不會再改變。

4. 關於未來 108 課綱，自然課需有 1/3 的探究課程，我樂於改變與嘗試



結論：同樣的七位中有五位教師樂於嘗試在課程中加入 1/3 的時間做探究，但有二位教師表示無意見。事後詢問這兩位教師，兩位教師都是理化專長的教師，其中一位認為新課綱理化要教的部分還是很多，目前九年一貫安排的時數都教不完了，未來新課綱尤其是三年級的節數會變少，基本內容都教不完了，更何況探究都要花較多的時間，所以他持保留態度。另一位教師則認為要探究可以，但是要看課綱真的實行之後，課本如何編，如果課程內容還是很多，考量到進度，還是會捨棄探究，而使用傳統講述，畢竟傳統講述是很有效率的上課方式。

5. 在「一探究竟」自然科教師社群中，我樂於分享教學經驗，促進團隊合作



結論：社群中的教師有六位非常同意分享自己的教學經驗，透過交流，能夠知道別人怎麼教，切磋過後，能讓教學成效更好。但有一位教師無意見，該教師是理化專長的教師，他認為聽聽別人的想法很不錯，但不一定會產生共鳴，有共鳴當然會一起討論，沒有共鳴聽聽就好。

6. 「一探究竟」教師社群成立一學年，請問在社群中您有何收穫？

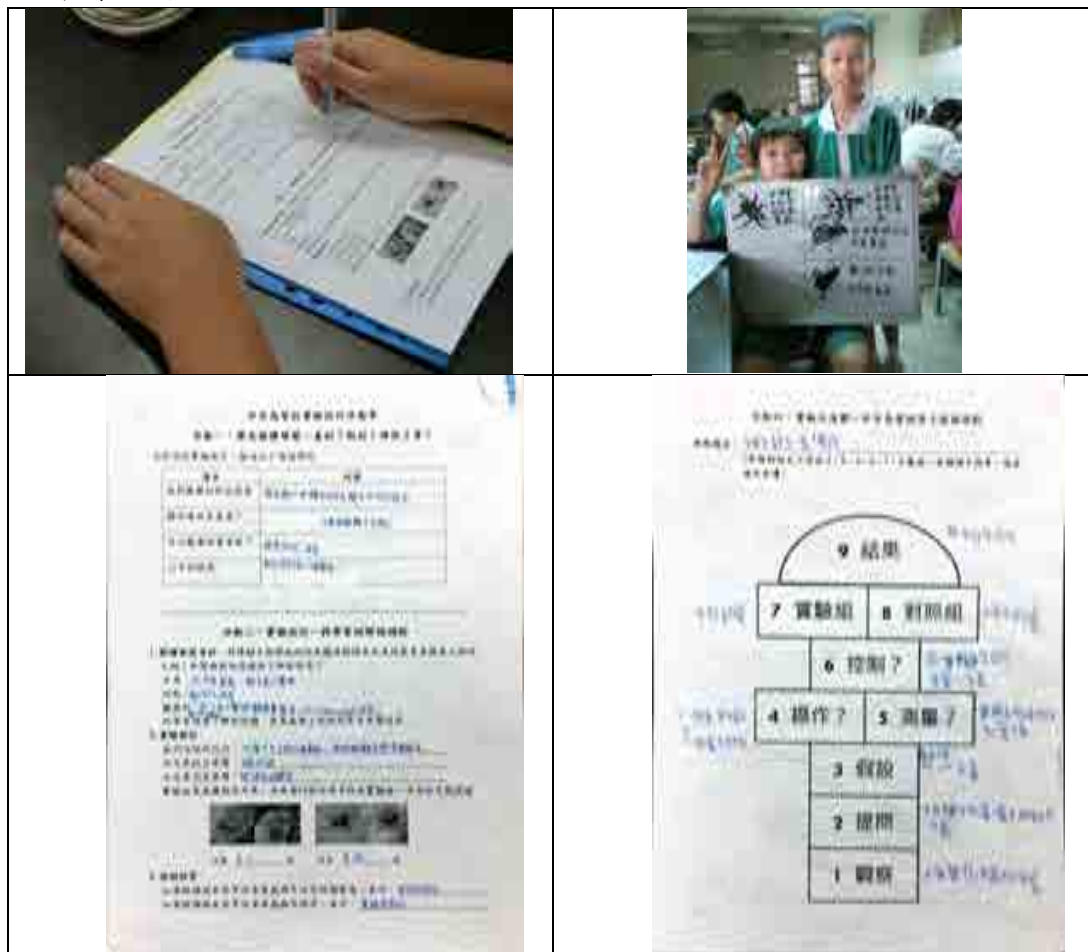
- (1) 教師 1：對自然領綱的學習表現與學習內容以及探究教學有了較深的理解與入門。
- (2) 教師 2：透過互相討論和修正，可以精進自己的教學，也吸收到很多探究教學的技巧，我覺得獲益良多。
- (3) 教師 3：積極主動參與的表現更多了。
- (4) 教師 4：認識實驗有可能不是探究，而探究也可能不需要做實驗，有時透過問答也能探究。
- (5) 教師 5：知道四格教案內容及社群招集人的辛苦付出收穫良多。
- (6) 教師 6：素養為導向的教學主題，互助互動共好的教學方式進行主題式教學。
- (7) 教師 7：透過研習，學會如何引導學生

結論：社群教師對於社群感受大多還是正向的，對於探究教學、素養導向教學也開始有感，雖然改變並不大，但是感受到大家開始積極主動一點點的嘗試改變，態度也開始積極，我覺得這是一個好的開始，只要大家繼續討論互相分享切磋，一定能讓小改變，變成大大的改變，並且翻轉學生的學習態度。

二、推廣科學學習中心研發之主題式探究論證教案

(一) 蜥蜴與象鼻蟲的對決一步步為營的實驗設計

1. 教學照片



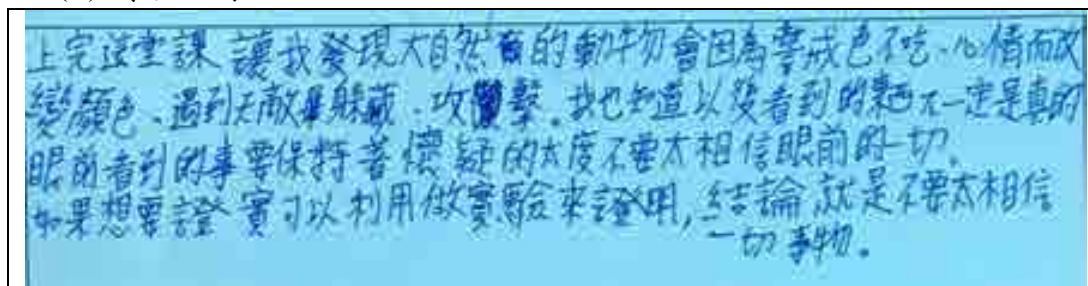
2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：認識科學方法、分辨科學方法的步驟、有意願重複前人實驗、知道實驗設計很重要、遇到問題願意做實驗、用科學思維來判斷真偽
- (2) 學生感受問卷分析

百分比%	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
我對科學方法的過程更清楚了	0	5.26	0	26.32	68.42
我能夠分辨科學方法的步驟	0	0	10.53	47.37	42.11
上課後我有衝動想重複這個實驗，並改變變因	0	10.53	42.11	36.84	10.53
我明白實驗設計是科學方法中很重要的一個步驟	0	5.26	0	31.58	63.16
我想要對有興趣的問題設計實驗尋找答案	0	0	15.79	36.84	47.37
我會試著以科學思維來判斷新聞議題或現象	0	0	10.53	47.37	42.11

- (3) 結論：問卷結果分析，學生可從這個教案更了解科學方法，並知道實驗設計是科學方法中很重要的一個步驟。

(4) 學生心得



(二) 氣候變遷熱不熱？---從科學論述談表達能力

1. 教學照片



2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：利用對話技巧表達文章內容、透過對話更了解文章內容、透過對話將文章內容加以組織、傾聽別人說話、判斷報告的優劣

(2) 學生感受問卷分析

百分比%	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
我開始運用對話技巧，來表達我看到的內容	0	5.88	0	70.59	23.53
和組員對話的過程中，我對文件內容有更深入的了解	0	5.88	0	52.94	41.18
在對話過程中，我開始練習組織資訊的能力	0	5.88	11.76	41.18	41.18
對於組員所說的內容，我會更專注傾聽	5.88	0	0.00	47.06	47.06
在最後的活動中，我能試著判斷其他組別報告的優劣	5.88	0	5.88	41.18	47.06

(3) 結論：大多數學生都能嘗試運用對話技巧，來表達所看到文件的內容，也能透過與組員的對話，練習組織資訊，對文件內容有更深入的了解，並能判斷他人報告表現的優劣程度。

(4) 利用 KWL 學習單，讓學生釐清什麼是好的表達



(三) 燕子的秘密武器－科學中的替代解釋

1. 教學照片





2. 教學成效分析

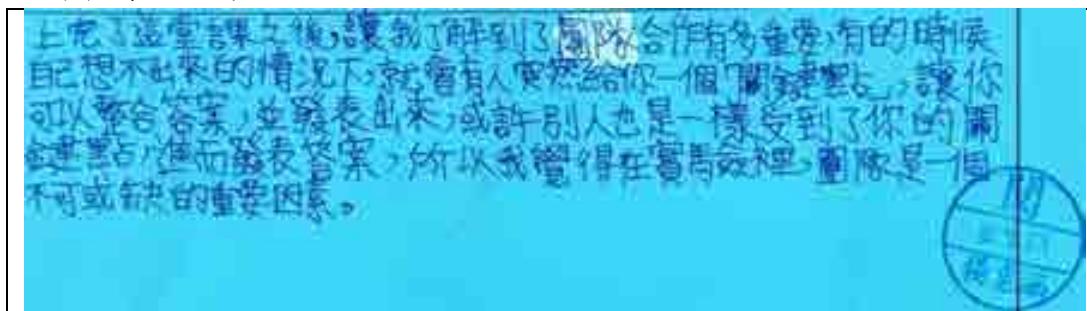
(1) 課程學習目標：觀察是科學方法的第一步、討論時可以歸納大家意見、討論時可以提出自己想法、會篩選出有用的內容、會解釋結果、會統整意見並發表

(2) 學生感受問卷分析

百分比%	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
我知道觀察與紀錄是科學方法的第一步	0	0	0	31.25	68.75
在小組討論過程中，我試著歸納彼此的意見	0	0	0	50.00	50.00
在小組討論過程中，我試著歸納彼此的意見，並加入自己的想法	0	0	6.25	43.75	50.00
我能從收集資料的過程，選有用的意見	0	0	0	43.75	56.25
我會試著解釋實驗結果	0	0	6.25	56.25	37.5
我願意幫大家統整意見並發表	0	0	6.25	37.5	56.25

(3) 結論：透過這個課程，學生能了解到科學方法的第一個步驟是觀察與紀錄，並試著選擇有用的資料，歸納解釋、統整發表。

(4) 學生心得



(3) 結論：透過實際觀察鳳梨、松果與向日葵，再經老師引導學生發現了費伯納奇數列與黃金比例。再經過測量自己身體，更發現了蘊藏在己身上的黃金比例，進而了解自然界的生物存在了共通性。

(4) 學生心得

我覺得今天的課程非常的有趣，尤其是形裡有數，他今天帶給我一個印象深刻的感覺，而且不管是事物、動物、昆蟲，都有一個1.618的一個數字，這數字非常厲害，它有個名稱叫作「黃金比例」，這個數字非常的常見，因為他就在我們的身上，今天也學到了昆蟲的「摺紙秘招」，

(五) 昆蟲裡的摺紙高手

1. 教學照片



2. 教學成效分析

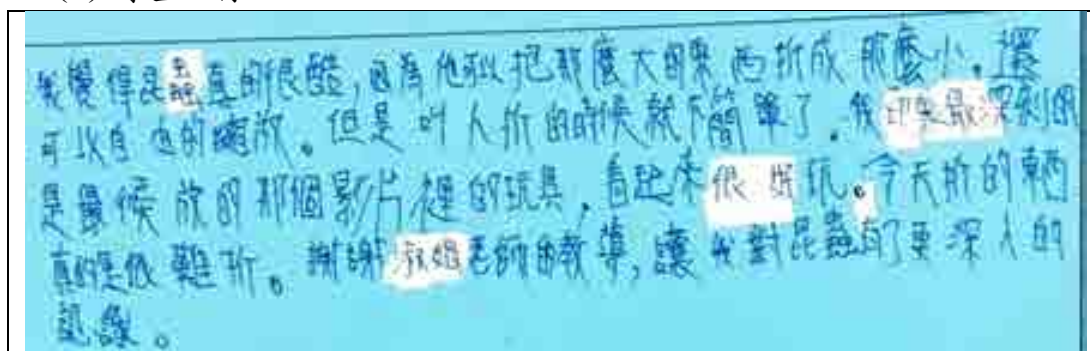
(1) 課程學習目標：認識自然界的折疊方式、學會基本的摺紙技巧、學科間界線不明顯相輔相成、讚嘆大自然，尊重生命

(2) 學生感受問卷分析

百分比%	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
我認識了許多自然界的折疊形式	0	0	10.53	47.37	42.11
我學會了摺紙的基本技巧	0	0	15.79	52.63	31.58
我知道學科間並不是壁壘分明，而是相輔相成	5.26	0	5.26	42.11	47.37
透過這個課程，讓我讚嘆大自然的 神奇，進而更尊重生命	0	0	5.26	47.37	47.37

(3) 結論：藉由這個課程想讓同學們體會學科間界線不明顯，而是相輔相成，但學生可能因太多的摺紙任務而覺得疲累，反而沒有體會這個課程的意義。但大多數學生還是能夠讚嘆大自然的奧秘。

(4) 學生心得



(六) 一起來找向心力

1. 教學照片



2. 教學成效分析

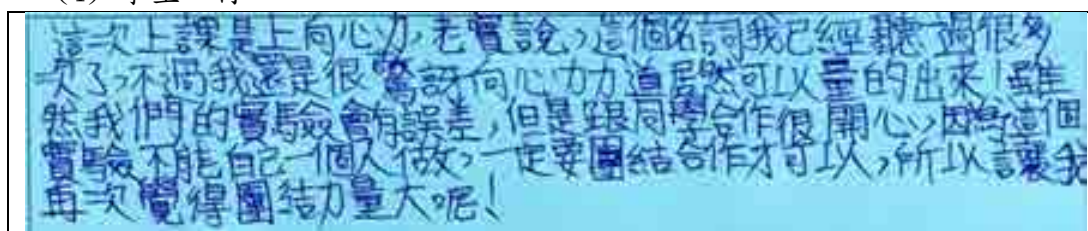
(1) 課程學習目標：能設計實驗，簡化變因、分析結果說明結論

(2) 學生感受問卷分析

百分比%	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
我能自己設計實驗，並試著簡化變因	0	0	14.29	64.29	21.43
我能分析實驗結果，說明結論	0	0	28.57	50.00	21.43

(3) 結論：透過實作並每組挑選一個影響向心力的變因來設計實驗，紀錄結果，進而理解實驗時需要簡化變因，才能找處影響結果的因素。另外透過實驗結果分析，而能找出結論

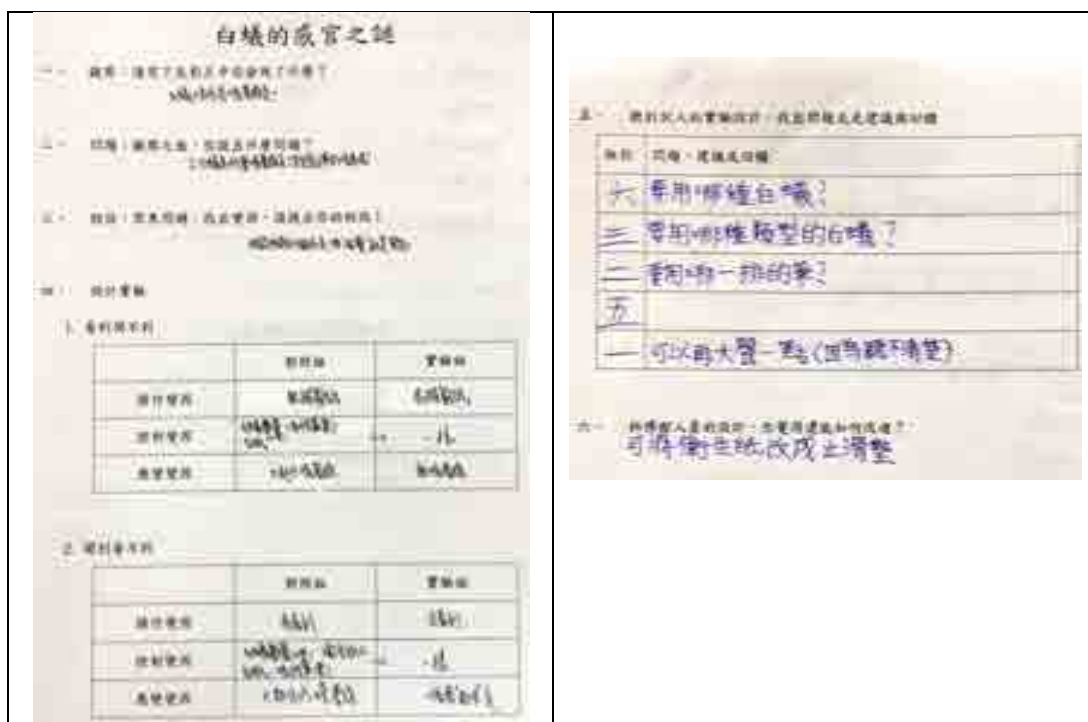
(4) 學生心得



(七) 白蟻的感官之謎

1. 教學照片



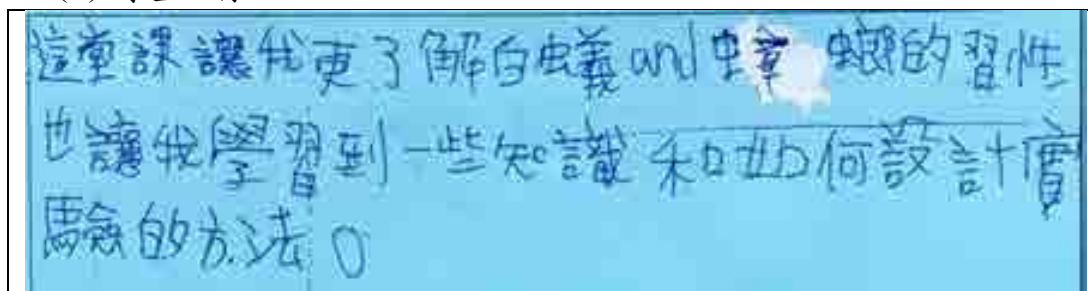


2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：能仔細觀察並找出問題、能接受他人批判，並說服他人、對白蟻有進一步的認識
- (2) 學生感受問卷分析

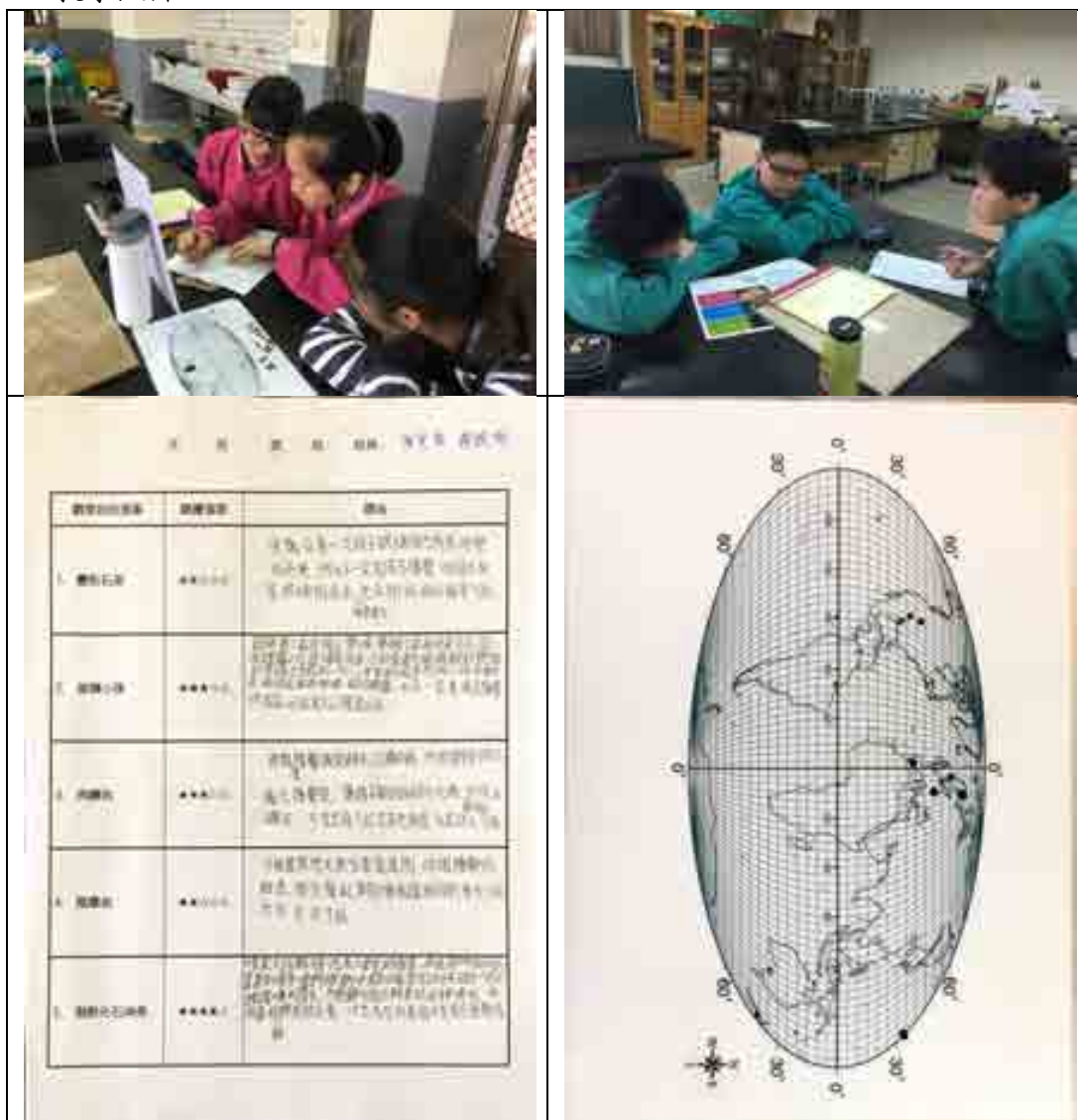
百分比%	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
我能藉由仔細觀察將問題找出來	0	0	28.57	50.00	21.43
我能接受他人批判，並試圖說服他	0	28.57	28.57	7.14	35.71
我對白蟻有更進一步的認識	0	0	14.29	57.14	28.57

- (3) 結論：學生透過觀察影片，找出問題，並設計實驗。透過報告將實驗設計呈現給其他組員的同學評斷實驗的好壞。在批判的部分，或許大家都對自己的設計很有自信，當被同學批判時一時間無法接受，但學會如何面對批判也學習的一部分。
- (4) 學生心得



(八) 誰讓恐龍消失了一談論證中的假設與求證

1. 教學照片



2. 教學成效分析

(1) 課程學習目標：藉由資料整理，激發提出假設的靈感、透過小組討論推理證據與假設的關聯性、體會科學家透過一個專業的假設，整合多重證據線去描繪出結果的過程、體會有些科學事實，無法設計實驗來驗證，需透過收集證據去肯定或駁斥

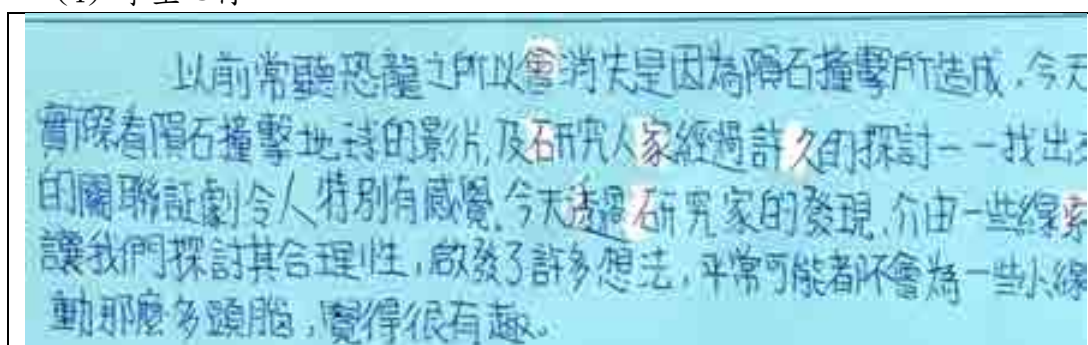
(2) 學生感受問卷分析

百分比%	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
我可以藉由資料整理，激發出新的靈感	0	0	13.33	53.33	33.33
在小組討論過程中，我可以推理證據與假設的關聯性	0	0	6.67	46.67	46.67
我能體會科學家透過一個科學專業的假設，整合多	0	0	20.00	40.00	40.00

重證據線去描繪出結果的過程					
我能體會有些科學事實，科學家無法無法設計實驗來驗證，需透過收集證據去肯定或駁斥之	0	0	20.00	40.00	40.00

(3) 結論：恐龍消失是一個無法實際觀察與重複的歷史事件，現今大多科學家認為恐龍是因為隕石撞擊而導致搭規模地質事件而造成恐龍滅絕。如何證實，只能透過直接與間接證據來論證。透過這個教案，學生可以深深體會資料整理與假設連結的重要性，並且需透過足夠的證據來支持假設。

(4) 學生心得



三、 培養學生問題解決能力提升科學素養

(一) 相見歡—認識同學、科學方法、媒體識讀、科學相關競賽簡介

1. 教學照片





2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：對任何事情要有存疑的態度、願意挑戰、參加科學相關競賽、能與人分享新發現
- (2) 教師觀察

願意利用假日來參加科學社的同學，大多都是對科學有興趣的學生，因此利用第一次上課讓大家互相認識，並簡單分組，然後對未來可能會上到課程稍作介紹，引起學生的學習動機。並且介紹日常生活會遇到的新聞中的偽科學，讓同學簡單設計實驗，驗證是否可行來確認真假與否，希望同學能夠對事物保持存疑的態度，勇敢驗證。如若有新發現，也鼓勵同學能與他人分享，進而參加比賽，挑戰自己。

從問卷中可以簡單看出大部分的同学已開始願意接受科學社的種種挑戰了，上課時學生在自行設計實驗，挑戰新聞真相時，也表現的興致盎然，當發現這個新聞很假時，也感到很有成就感。對於第一堂課，學生有如此表現，老師看在眼裡，感到非常欣慰。

- (3) 學生心得：利用九宮格，引導學生

<p>難度最高的事：</p> <p>想到研究方法，但是要合在一起有點困難</p>	<p>發生最有趣的事：</p> <p>想出很多很奇怪的研 究方法</p>	<p>想參加哪一個比賽？</p> <p>每個比賽都有興趣 還需要想想</p>
<p>最簡單的事：</p> <p>可能是討論比賽交通 安全的名稱過程</p>	<p>相見歡</p> <p>課程介紹與科學競賽簡介</p>	<p>今天最大的收穫：</p> <p>要做一個研究需要花 很多的時間</p>
<p>印象最深刻的事：</p> <p>和同學一起討論 研究的過程</p>	<p>今天我學到：</p> <p>要保持著對新聞的 懷疑</p>	<p>現在我感到：(可複選)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 我的腦筋快要燒乾了</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 我喜歡與同學腦力激盪</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 我學到新東西好開心</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 我可以參加比賽好興奮</p>

(二) 科學攝影－介紹攝影技巧、畫面構圖

1. 教學照片與學生作品



2. 教學成效分析

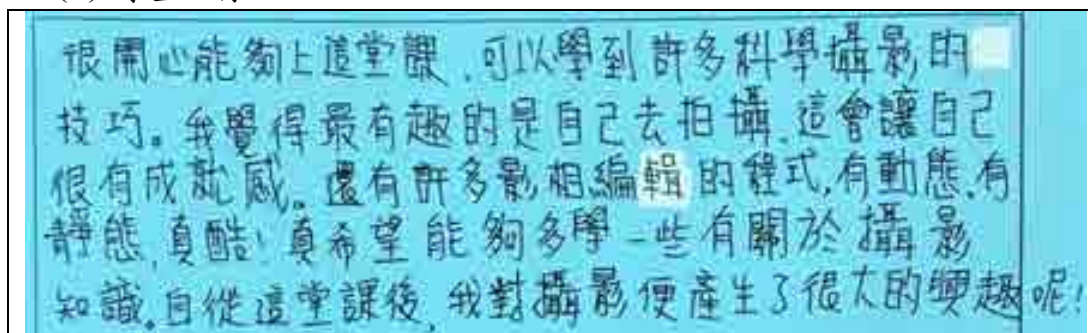
(1) 課程學習目標： 利用相機或手機拍主題明確的照片

(2) 教師觀察

上課能用手機、相機，學生真是太開心了，在書寫科學報告時，必須要有照片輔佐，因此如何拍出一張背景乾淨、主題明確的照片，是學生必須學會的技能之一。為了讓學生們能夠更投入科學攝影的學習，於是鼓勵學生參加自然科學博物館與北京自然博物館合辦的科學攝影比賽。後來參賽的學生們雖然沒有得獎，但與學生一起學習的老師卻得獎了，這也是意外的收穫！

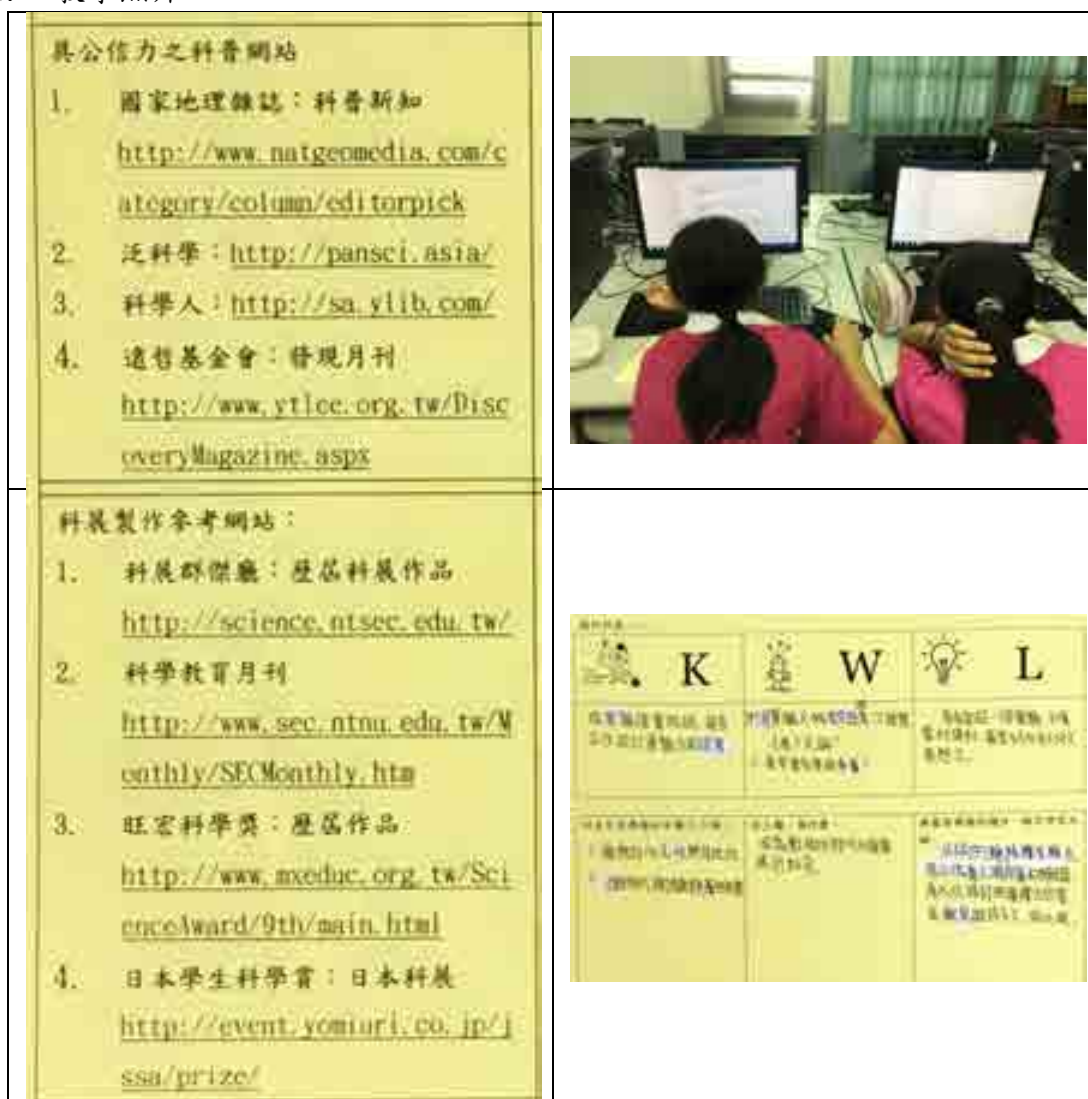


(3) 學生心得



(三) 獨立研究——認識科展，介紹參考資料常見網站

1. 教學照片



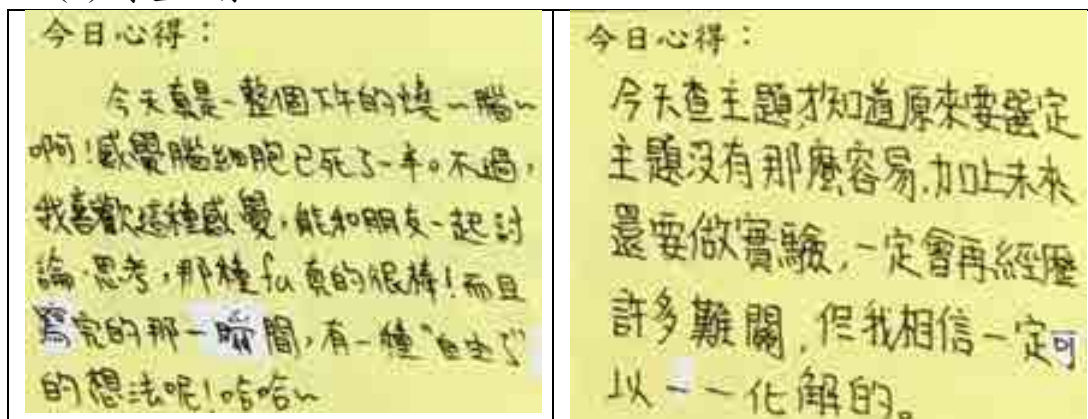
2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：從巨人的肩膀上看世界，搜尋到有公信力的科普網站搜尋有興趣的主題、從別人的作品找實驗方法
- (2) 教師觀察

對於科展一開始，學生還是停留在只要做做小實驗就好的觀念，開始搜尋資料之後，才發現其實科展是很嚴謹的實驗設計，所有流程都

要交代清楚。並開始覺得困難，這時老師便需要鼓勵學生，萬事起頭難，做科展就是做研究的過程，一旦有目標，就知道接下來要做什麼了，所以一定要做自己有興趣的題目，先自己多看一些文章，就會知道自己想要什麼了。在這裡老師要扮演支持的角色，不斷鼓勵學生面對挑戰！

(3) 學生心得：



(四) 獨立研究二—解讀物理科科展說明書

1. 教學照片



2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：從舊文章中學習，學會看科展說明書，並認識物理科科展的研究方向
- (2) 教師觀察

一篇將近 30 頁的科展說明書，如果漫無目的地看是很無聊的。要如何快速知道這篇是不是你想要看的文章，得從何處下手呢？當然是摘要，

摘要是一篇文章的精華。若想要做相關的實驗要如何設計呢？要看實驗方法，可以學習別人的研究方法，也可以改良別人的研究方法，有目的的看文章，文章很快就看完了，而且很有收穫。

(3) 學生心得：



(五) 獨立研究三－解讀生物科科展說明書

1. 教學照片



2. 教學成效分析

(1) 課程學習目標：從舊文章中學習，學會看科展說明書，並認識生物科科展的研究方向

(2) 教師觀察

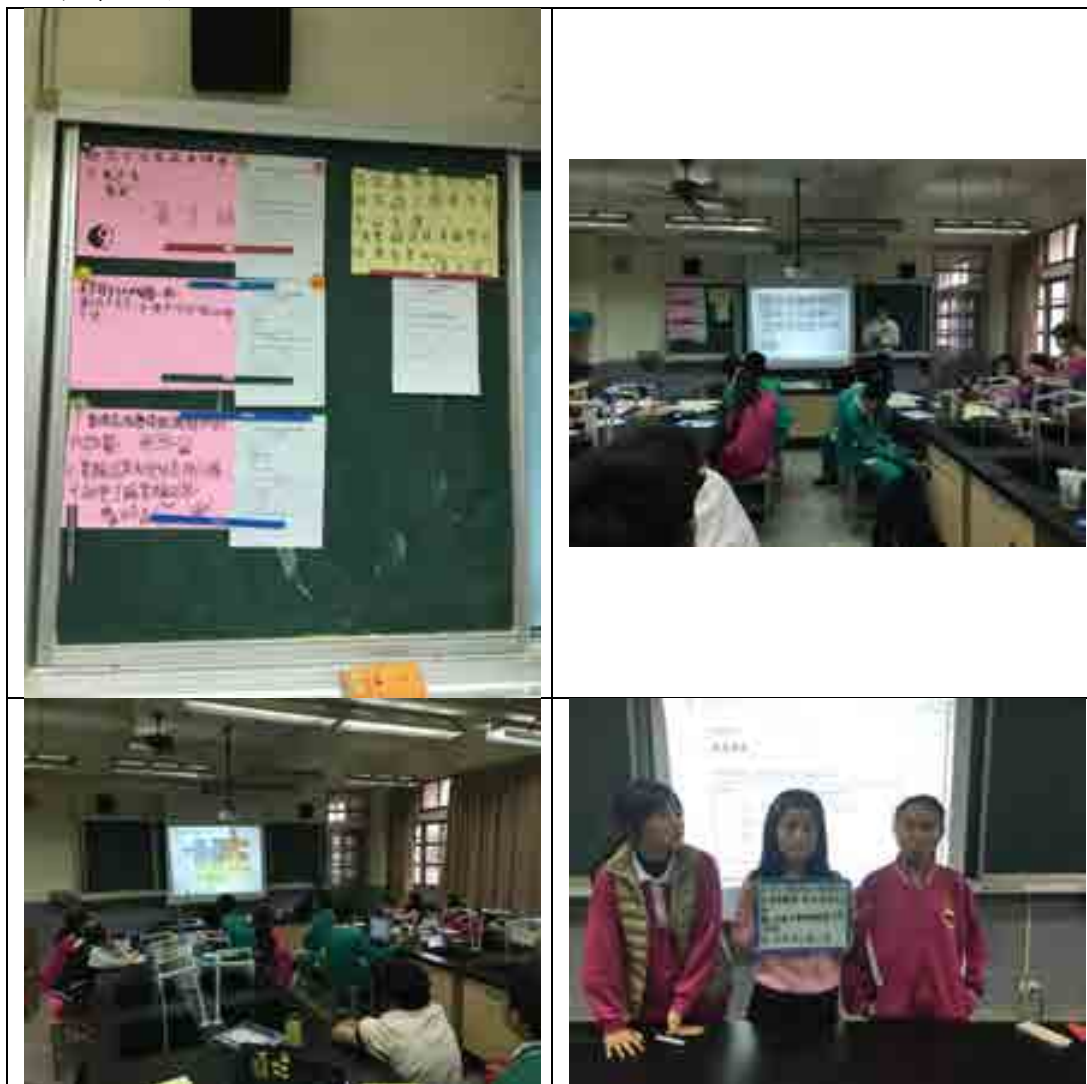
本社團的學生大多為一年級學生，對生物科的熟悉度較高，可能也因為已經看過物理科科展的文章，看生物科科展說明書時，感覺駕輕就熟，能夠很快看到重點，並與平日課堂上學到的內容快速做連結，並且能夠評判一篇文章的優劣，懂得評判材能夠寫出一篇好文章。教師引導同學，站在巨人的肩膀上，從舊文章找出新的研究方向，學生們大多都能夠有新的想法。

(3) 學生心得



(六) 獨立研究四－解讀化學科科展說明書

1. 教學照片



2. 教學成效分析

(1) 課程學習目標：從舊文章中學習，學會看科展說明書，並認識化學科科展的研究方向

(2) 教師觀察

經由多次練習看不同科別的科展說明書後，學生們益發了解做科展並不是件容易的事情，科展是一條漫長的路，從題目發想、找問題、設計實驗、做實驗、收集數據、分析數據、寫成報告……………等等，都需要有興趣支撐者，如果沒有興趣，做科展是一件痛苦的事，但若有興趣，雖然痛苦，但是快樂的。所以做科展時一定要找自己有興趣的題目，才能長久。

(3) 學生心得



(七) 魚菜共生—利用現有資材設計魚菜共生裝置

1. 教學照片



2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：了解魚菜共生的原理，利用寶特瓶設計一個屬於自己的魚菜共生瓶

(2) 教師觀察

這個課程學校邀請到創客基地來為同學解說魚菜共生的原理，同學聽完原理後，老師提供魚(大肚魚)、菜(竹柏)、水苔，學生自行準備大大小小的寶特瓶，自己設計方便加水換水、水瓶平衡不滾動的魚菜共生瓶。在接連著好幾周都是很硬的科展文章導讀課程後，這個軟性的活動吸引每位同學發揮創意，各自設計出屬於自己的魚菜共生瓶，而且能帶回家好好照顧。

(3) 學生心得：



(八) 科學數據分析－學會 Word、Excel 常用編輯及運算技巧

1. 教學照片



2. 教學成效分析

- (1) 課程學習目標：學會如何利用 Word 製作表格、整理圖片、利用方程式編輯器寫公式、插入 Smart art 編寫流程圖；利用 Excel 做簡單統計分析及圖表製作

(2) 教師觀察

學生家裡都有電腦，電腦都有 Microsoft 系統，也經常使用 Word 但是對於工具列上的東西，除了字型，其他很少用到，或根本不知道，經由這次上課後，學生才了解到，原來 Word 有這麼多功能，不是只能打字而已。

對於 Excel，學生大多是在上這個課程時才知道它的功能，並了解到原來只要輸入得當，就能做簡單的統計分析，例如平均值、分數級距，以及根據資料畫出圓餅圖、長條圖、折線圖等等。上完課之後學生們就能了解將來實驗數據出來時，要如何統計與分析了。

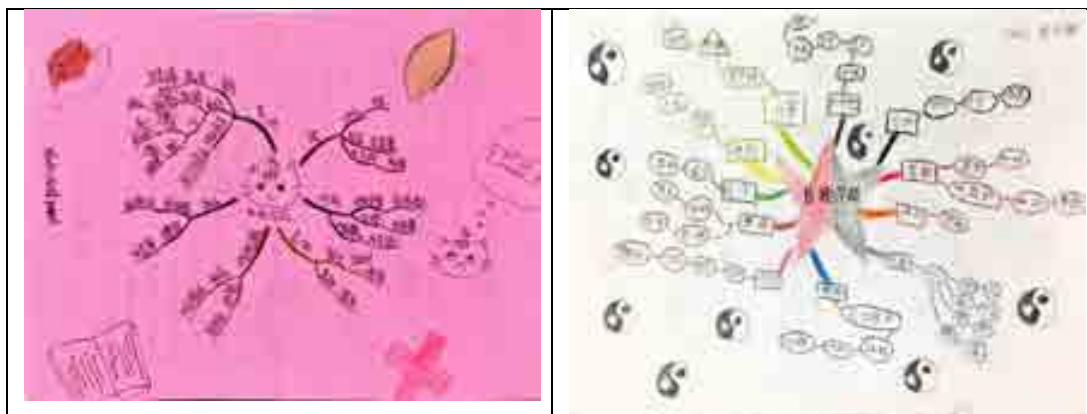
(3) 學生心得



(九) 心智圖－掌握觀察與閱讀重點

1. 教學照片





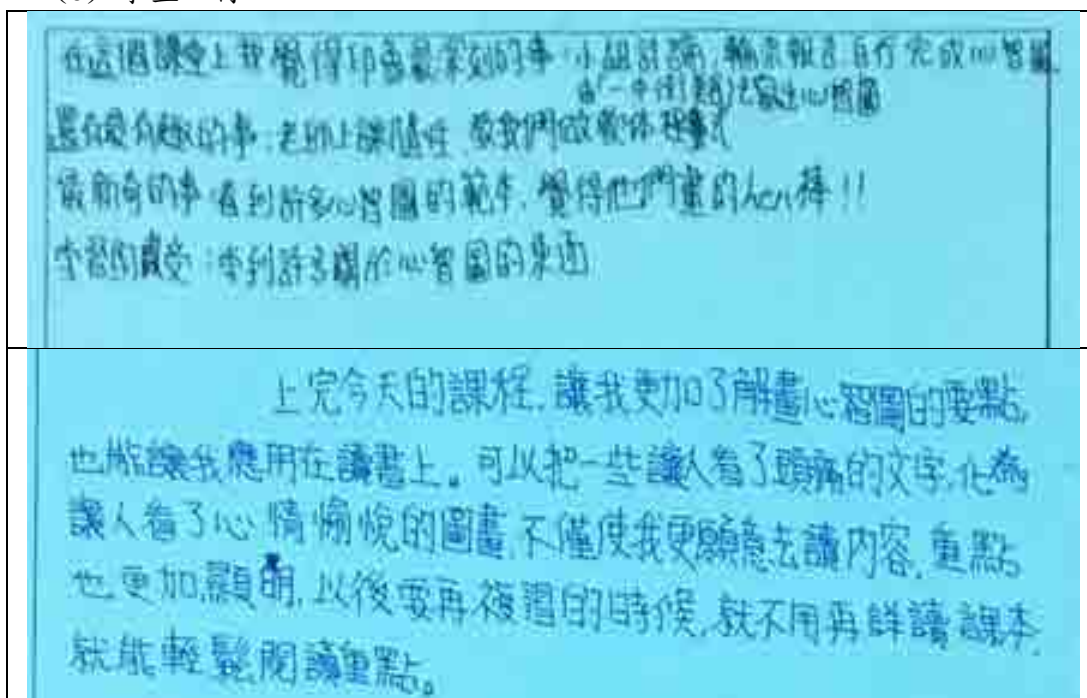
2. 教學成效分析

(1) 課程學習目標：知道心智圖發展的過程，學會並利用心智圖做自我介紹、認識心智圖軟體 Xmind

(2) 教師觀察

對於畫圖這件事，學生都很喜歡，而心智圖就是將畫圖與閱讀理解重點歸納在一起，所以學生非常樂在其中，而且能夠畫的很好。只是學生花了很多時間美化心智圖，以至於概念圖的部分無法完成，但本節課的重點主要是要讓學生們知道並認識，可以用心智圖或是概念圖的方式來做重點歸納，將來做科展時，也能用此法來將自己的研究內容做歸納。

(3) 學生心得



(十) 科學數據分析與推論

1. 教學照片



2. 教學成效分析

(1) 課程學習目標：透過簡單的單擺實驗，找出操作變因、控制變因、應變變因，進而設計實驗、分析結果

(2) 教師觀察

學生操作實驗時可以清楚觀察到影響單擺週期的變因有：擺長、角度以及重物的重量，而這個實驗單靠一個人是無法完成的，需要有人觀察操作、有人紀錄、有人計時。進而了解到做科展實驗也是如此，需要分工合作才能完成任務。

有了數據之後，必須畫圖表分析，在這裡教師觀察到，學生的素養還是不夠，不知道要劃長條圖、折線圖還是圓餅圖，橫軸、縱軸的單位標示也不夠清楚，實驗結果的紀錄也不夠詳盡，需要多加訓練。

(3) 學生心得：

這個活動沒有安排學生寫心得，只有讓學生完成實驗設計，在做完實驗被老師批判研究結果亂七八糟時，可以感受到學生心裡的委屈，但是沒有跟學生說清楚學生就不會成長。雖然之前在獨立研究時閱讀別人的文章，很會批判別人的文章，現在自己做時，卻也未達標準。此時學生才深刻地體驗到，之前嫌棄別人的文章，嫌別人寫得不好，交代不夠清楚。但自己做過後才知道要整理實驗結果，讓別人看懂其實是一件不容易的事，有許多細節需要注意，在做自己的科展實驗前，提前讓學生了解到資料分析的重要性，才能讓學生在做自己的實驗時更加謹慎小心。

(十一) 海報設計—練習美編

1. 教學案例



2. 學生作品



	
---	--

(十二) 實驗報告

	
<p>午休訓練</p>	<p>分組報告</p>
	
<p>老師講評</p>	<p>校內模擬複試</p>

校內科展評分表						
評分項目	創意構思	內容詳實度	版式排版	照片品質	題詞主題	作品主題分數
台灣經濟(25%)	23	18	21	23	23	23
科技應用(25%)	22	18	20	24	23	23
環境與生活科學(25%)	21	22	20	22	22	22
國際合作(25%)	20	20	21	21	22	22
總分	86	80	82	81	81	81
評語	1. 以科學為主題，內容豐富，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 2. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 3. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 4. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 5. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 6. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 7. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 8. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 9. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。 10. 內容詳實，版式排版美觀，照片品質高，題詞主題明確，作品主題分數高。					

八位老師綜合評述與平均分數

(十三) 鼓勵學生參加科學相關競賽



台中市科展數學科第二名



台中市科展生活與應用科學科第三名



台中市科展生活與應用科學科第三名



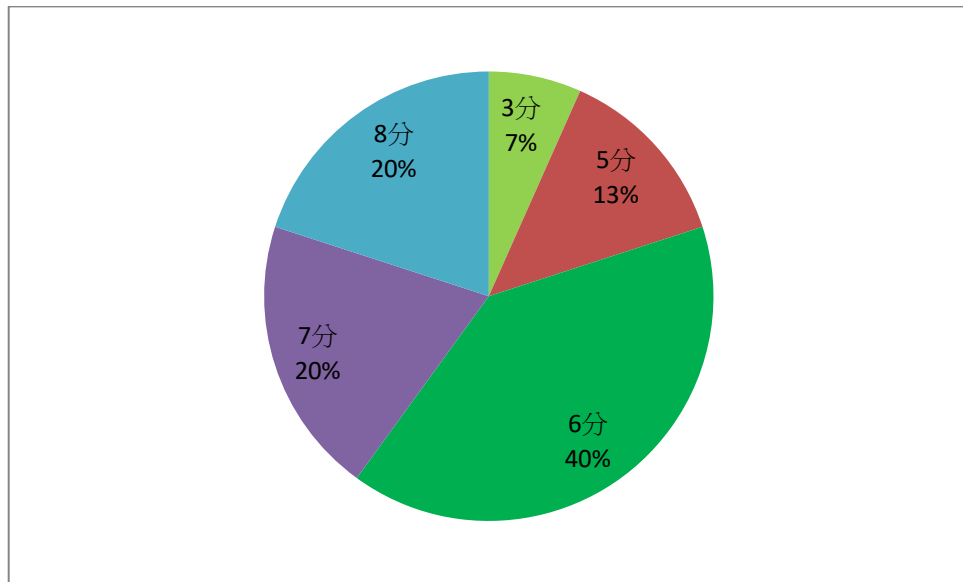
台中市科展生物科佳作

	
台中市科展生物科佳作	台中市科展生活與應用科學佳作
	
台中市科展生活與應用科學科佳作	創意科學競賽第三名
	
全國科學探究競賽佳作	創意環保科學競賽第四名

(十四) 學生自省

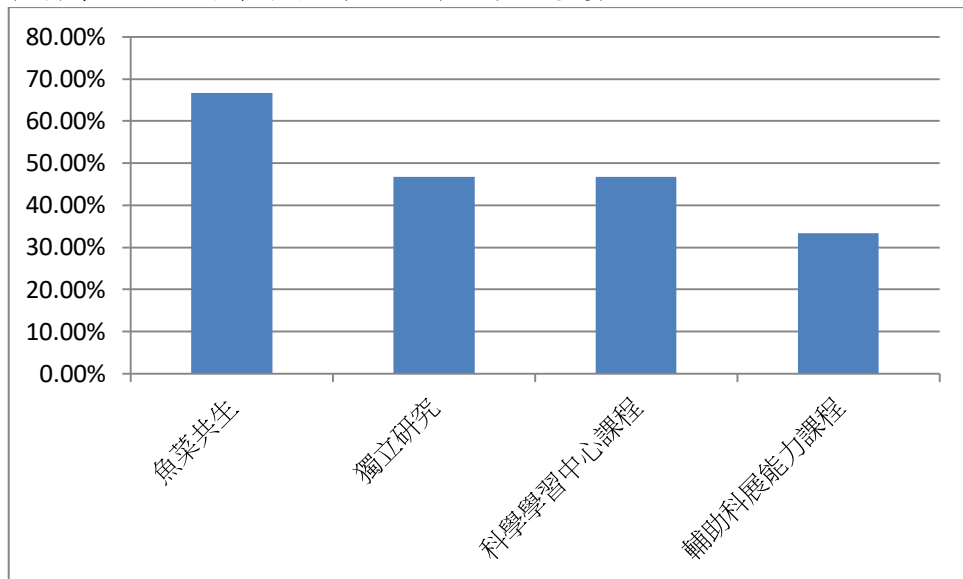
課程結束後請學生根據這學年社團的運作給自己評分與檢討，以下為線上表單的問卷結果。

1. 在做研究的過程中，你做的好嗎？1~10 分你給自己幾分？



結論：大多數學生覺得自己的表現都不錯，平均為 6.27 分。只有一位同學給自己 3 分，訪談該生後，他覺得做實驗的過程很挫折，不但一直受到汙染，最後好不容易成功了。但是在書寫作品說明書時，總是達不到老師的要求，感到很痛苦。其他同學則是認為，雖然做實驗時會有挫折，但最後有得獎就覺得自己的付出沒有白費。

2. 在科學社中，你最喜歡哪一堂課？(可複選)

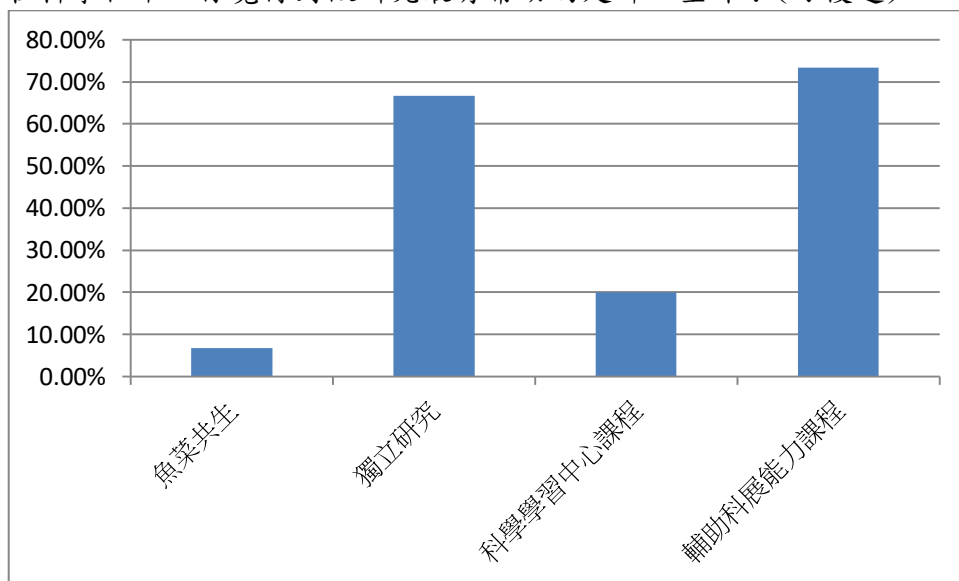


備註：

- (1) 獨立研究：科展文章導讀、找文獻、找題目
- (2) 科學學習中心課程：蜥蜴與象鼻蟲的對決、氣候變遷熱不熱、燕子的秘密武器、形裡有數、昆蟲裡的摺紙高手、一起來找向心力、白蟻的感官之謎、誰讓恐龍消失了
- (3) 輔助科展能力課程：科學攝影、數據分析、海報製作

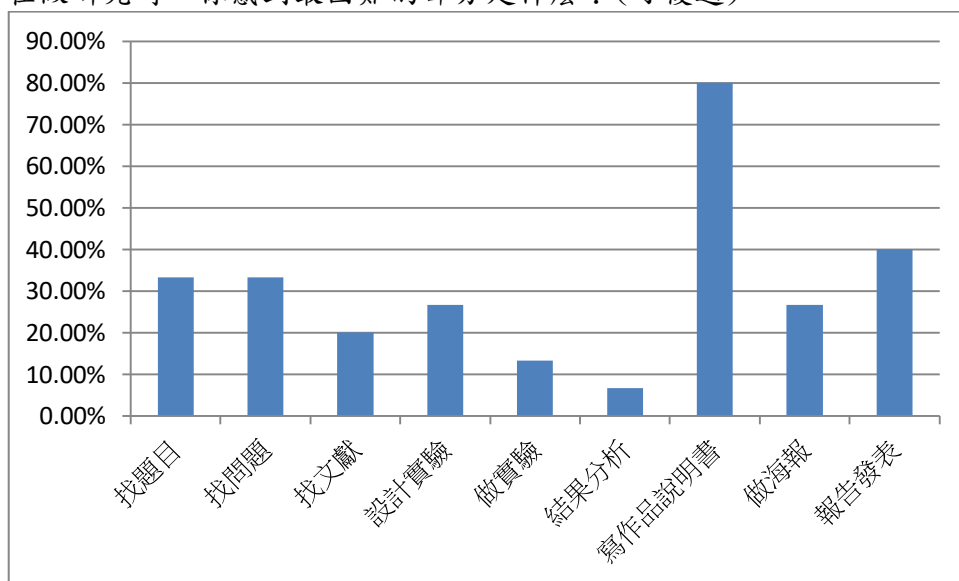
結論：學生大多喜歡較軟性的魚菜共生課程，因為課程很輕鬆比較沒有壓力，其他課程都有任務，較有挑戰，相對來說壓力比較大。所以以喜歡的角度來看，大家都愛魚菜共生。

3. 在科學社中，你覺得對做研究最有幫助的是哪一堂課？(可複選)



結論：以不同的角度來看課程時，學生可以很清楚的知道，當我要做研究時，我需要哪些能力，獨立研究的課程幫助學生如何看懂文章，如何搜尋文獻，找到有興趣的題目，並且從別人的研究方法中學習。輔助科展能力課程，則是幫助學生如何整理資料，如實驗照片要如何拍才能凸顯重點；拍好的照片如何在 Word 中排版才整齊；最後海報要如何呈現，才能方便講解與說明。而好玩輕鬆的魚菜共生學生覺得幫助不大，我想是因為學生沒有看到其中可以探究的點，所以才會這麼認為。

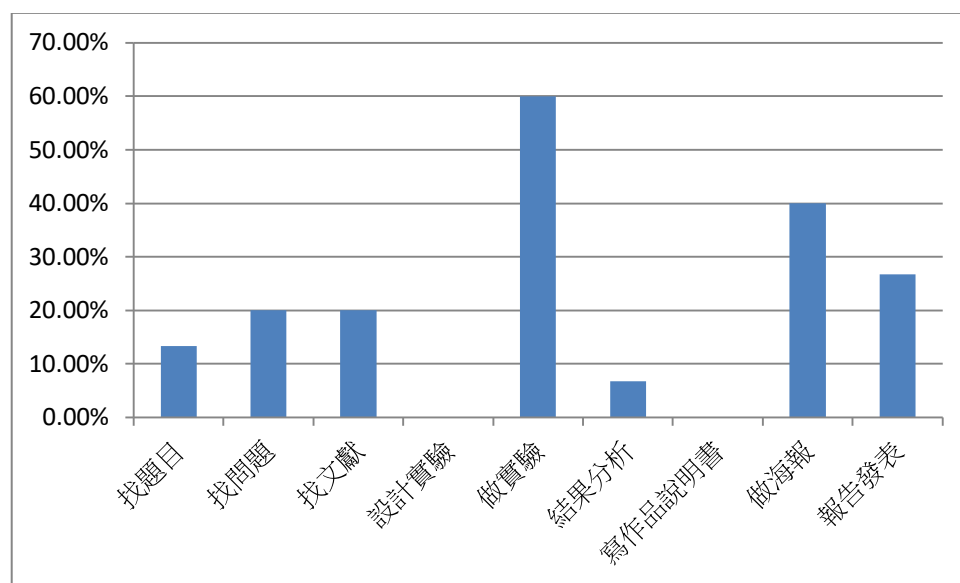
4. 在做研究時，你感到最困難的部分是什麼？(可複選)



結論：學生說一開始在找題目找問題時覺得很難，可是一旦找到後就可跟著參考文獻和前人的研究方法設計實驗，此時就覺得不難了。最難的是如何將自己的研究用文字說明得很清楚，能夠讓人家看得懂。每次覺得自己寫得很好了，可是傳

給老師看之後，又會被批評的一無是處，很是挫折。可是最後經由老師修正後，才發現原來可以寫成這樣，又覺得老師真的很厲害。最後報告發表又是一個關卡，因為只有短短的時間，要讓教授聽懂自己的研究，有困難，不過最後都一一克服了。

5. 在做研究時，你感到最簡單的部分是什麼？(可複選)



結論：以教師的觀點來看做實驗其實是不容易的，因為要考慮的細節很多，需要知道操作變因、控制變因、應變變因為何。尤其是控制變因很容易沒有注意到就造成有兩個操作變因。但學生卻說，做實驗很簡單，因為都有參考別人的文獻，所以相對來說就容易多了。雖然學生是這麼認為，但當老師去看學生做實驗時，經常發現學生沒有注意到的細節，而予以修正。所以學生的經驗還是不足，還需要指導老師適時提點。而做海報時，只要邊框做好，將作品說明書的文字和圖貼上就好，所以相對來說也比較簡單。

6. 如果可以重來一遍，你覺得哪裡需要改進？

- (1) 學生 1：口罩的種類可以多一點
- (2) 學生 2：實驗數據的收集不夠多
- (3) 學生 3：實驗過程
- (4) 學生 4：把細菌來源寫清楚
- (5) 學生 5：綠色的毛蟲雖然有隱蔽色，但是在小鳥眼中可能是無害的，所以被捕時的機率才會那麼高，所以教授跟我們說綠色毛蟲也應該要標記一下
- (6) 學生 6：作品說明書
- (7) 學生 7：根據實驗 並完整地回答問題
- (8) 學生 8：簡易濾水器的設計
- (9) 學生 9：濾水器的設計、實驗植物數
- (10) 學生 10：1. 報告時速度不要太快 2. 回答問題時要保持微笑
- (11) 學生 11：要針對評審問的問題來回答，不要答非所問
- (12) 學生 12：增加觀察生物膜這項實驗
- (13) 學生 13：做實驗可以更精確，結果可以不要有太多其他的可能因素

- (14)學生 14：工作的分配和溝通，在做實驗之前要先擬定每日的進度表，才不會手忙腳亂。在紀錄實驗的過程中，也要開始先著手一些報告的部分。還有拍攝的照片應該要一個一個分類好放在資料夾裡，在做報告的時候才比較好處理
- (15)學生 15：定序結果可再詳細清楚一些

結論：雖然大部分的學生都認為做實驗是最簡單的一件事，但檢討如果可以重來一遍，需要改進的地方居然都是實驗的部分。可見學生們在做實驗時考慮不夠周詳，才希望改善實驗設計。另外也有些同學是希望改善實驗結果的資料收集、工作的分配以及報告的狀況。無論如何透過問卷，也讓學生再次反芻自己的研究，這樣一來明年如果想要繼續做研究，也有經驗，避免自己在重蹈覆轍。

7. 做研究的過程中，在什麼時候你很想要放棄？

- (1) 學生 1：寫報告
- (2) 學生 2：報告達不到老師的要求時
- (3) 學生 3：打作品說明書
- (4) 學生 4：寫報告、做海報、報告
- (5) 學生 5：一直都沒有結果出現時
- (6) 學生 6：做作品說明書時
- (7) 學生 7：遇到段考週，海報要做的時間很緊急
- (8) 學生 8：覺得自己已經盡力了，老師還是覺得不足
- (9) 學生 9：寒假時，每週一到六都要來
- (10) 學生 10：PCR 一直不斷重做
- (11) 學生 11：報告交不來，一直更改錯誤又要段考
- (12) 學生 12：做 16srRNA PCR 跑電泳過程中陰性對照一直做出
- (13) 學生 13：每天都到學校，實驗一直失敗，沒有結果，甚至做實驗的時間已經超出原預定的時間
- (14) 學生 14：在做報告書的時候，非常的苦惱，不知該從何處下手，有點無頭蒼蠅的感覺，說想放棄有點不實際，應該說是覺得有點疲累
- (15) 學生 15：並沒有

結論：寫作品說明書真是大魔王，大家都在這時候想放棄，當然也有少數是因為實驗失敗而想放棄。但令人欣喜的是有一位學生說他從來都沒有想放棄的念頭，特地訪談他，他說從他一進來科學社，就認定自己要做科展，所以一直堅定這個念頭，有問題就尋求老師協助，老師雖然有時會被煩得不耐煩，可是都會給他有建設性的答案，他覺得這個過程一直在成長，也都很有收穫，很開心。

8. 承上題，你如何克服？

- (1) 學生 1：努力地繼續做下去
- (2) 學生 2：更努力地與組員一起改進老師的要求
- (3) 學生 3：尋求老師幫助
- (4) 學生 4：每天練習練到半夜
- (5) 學生 5：跟同組組員再重新做一次，慢慢改進，並聆聽老師的指導。
- (6) 學生 6：互相幫忙
- (7) 學生 7：在學校唸完書回家做

- (8) 學生 8：不給自己畫限度，突破自己
- (9) 學生 9：讓自己保持一個良好的心態
- (10) 學生 10：注意自己的動作不要太大
- (11) 學生 11：利用零碎時間讀書，有空努力做報告
- (12) 學生 12：一直做到第四次，最後終於成功！
- (13) 學生 13：當作是一個遊戲，更注意讓實驗不要有差錯，靠意志力克服
- (14) 學生 14：告訴自己. 要做就要做好，做完美，不要給自己留下任何的遺憾，不要後悔參加了科展，即使最後的成績不理想，我們依舊學到了很多經驗，所以撐下去！努力的完成和克服它吧！
- (15) 學生 15：找出問題並想辦法解決

結論：學生們遇到問題除了堅持下去，還會尋求協助，例如找老師找同學討論，釐清問題想辦法解決。我想這就是問題解決能力最好的實踐

9. 在做研究的過程中，發生了什麼事，讓你覺得很有成就感？
- (1) 學生 1：得了佳作
 - (2) 學生 2：打完報告時
 - (3) 學生 3：拿到複試資格
 - (4) 學生 4：完成了 Genomic DNA、跑電泳、PCR、PCR 產物回收
 - (5) 學生 5：看到一隻麵包蟲口味的毛蟲身上爬滿螞蟻，很高興有這樣的結果
 - (6) 學生 6：做海報
 - (7) 學生 7：發表成果時
 - (8) 學生 8：終於把作品說明書打完的時候
 - (9) 學生 9：實驗結束時
 - (10) 學生 10：第一次用微量分注器誤差只有 0.001ml
 - (11) 學生 11：獲得好名次
 - (12) 學生 12：在技術考時我單手開關蓋做得很不錯，而且操作微量分注器誤差比別人少
 - (13) 學生 13：實驗連續失敗後，有一次有了明顯的結果。
 - (14) 學生 14：在看到自己科展海報展在科博館的那一刻，覺得所有的努力都有回報了，心情非常的雀躍，很有成就感
 - (15) 學生 15：完成實驗、報告書以及完成複試

結論：可以發現學生在獲得好成績時、被老師稱讚、有好的實驗結果、還有完成一件困難的任務時，都會有成就感出現。就是這個成就感能夠讓學生即使覺得辛苦還是願意完成任務，甚至下次願意再做的原因。

10. 你覺得在做研究的這漫長過程中，學到了什麼？
- (1) 學生 1：不要那麼容易就放棄
 - (2) 學生 2：團隊要能夠互助合作就會迎接成功, 分工不要做得太細
 - (3) 學生 3：不要放棄, 就算有困難也要繼續努力下去
 - (4) 學生 4：科展是不簡單的，不可以怠惰要大方積極
 - (5) 學生 5：必須有耐心、原來毛蟲會這麼多樣化都是有原因的，並且實際證明了毛蟲的警戒真的有用。
 - (6) 學生 6：要團結合作

- (7) 學生 7：不可以投機取巧 實驗會有問題
- (8) 學生 8：凡事都不要輕易放棄
- (9) 學生 9：做事情要有耐心
- (10) 學生 10：1. 做實驗要有耐心而且不可嬉戲 2. 團隊的互助合作 3. 如何抽取 DNA.....
- (11) 學生 11：我學會做實驗堅持到底，努力想出辦法
- (12) 學生 12：做實驗應小心謹慎，不可嬉戲，避免實驗過程出錯，導致結果產生誤差
- (13) 學生 13：學到如何團隊合作，也對如何做實驗還有對報告、書面整理，更加了解。
- (14) 學生 14：團隊合作和做實驗的精神，這是很難得的經驗，找出問題並解決，有實驗家的精神
- (15) 學生 15：做事的方法、完成實驗的成就感以及身心靈上的充實。

結論：看來學生都學到不要輕言放棄，以及團隊合作的重要性。這是學生自己體會到的，雖然老師都講過 N 遍了，但親身體驗過更有感。

11. 你覺得在做科展的這漫長過程中，需要感謝什麼人？

- (1) 學生 1：感謝老師
- (2) 學生 2：老師和一起做科展的同學
- (3) 學生 3：老師和一起做科展的同學
- (4) 學生 4：辛苦的老師們
- (5) 學生 5：當然是淑娟老師和惠涵老師，還有跟我一起做實驗的同學
- (6) 學生 6：老師
- (7) 學生 7：老師每位指導我們的老師
- (8) 學生 8：老師和同伴
- (9) 學生 9：老師
- (10) 學生 10：1. 謝謝老師們給我們這個機會 2. 謝謝學姊的耐心指導 3. 謝謝家人的支持
- (11) 學生 11：感謝班導支持我們也謝謝科展老師幫忙我們，讓我們學到更多知識
- (12) 學生 12：生物老師、中台的學姐及教授
- (13) 學生 13：老師，組員
- (14) 學生 14：所有指導老師和我的夥伴，還有教授們看了那麼多的報告，辛苦了，謝謝大家的幫助！
- (15) 學生 15：老師、教授、學姐、自己

結論：每位學生都有感謝老師，可見老師的辛苦指導並沒有白費，感動。另外有些同學也懂得感謝一起做研究的同學夥伴以及支持自己的家人，覺得很棒。

(十五) 學生探究能力自評表(SIASS)(楊秀停，王國華，2007)

學生進入社團時先做前測，台中市科展比賽結束後，請同學在填寫一次做後測，評估探究能力是否有提升，藉此了解學生的問題解決能力。下表為前後測平均值的成對樣本 t 檢定。

	前測平均	後測平均	t
問題理解	6.88	8.18	-3.23**
觀察記錄	11.06	12.47	-3.23**
收集資料	17.24	19.47	-3.15**
轉化資料	10.53	12.18	-3.45**
知識主張	7.88	9.12	-3.26**
整體	53.59	61.41	-3.88**

** $p < 0.01$

結論：透過學生探究能力自評表，前後測成對樣本 t 檢定發現，學生不論是在子測驗中或是整體的測驗上，都呈現顯著差異，表示學生的探究能力在這一段時間的學習、做實驗或是參加比賽，都有顯著提升。進而推論學生的問題解決能力也有顯著成長。

肆、完成進度

一、工作內容時程表

月份 \ 工作內容	6	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
計畫核定		*											
組織教師社群		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
選定學生	*		*										
課程實施與評量			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
實驗討論與修正			*	*	*	*	*	*	*				
科學競賽報名					*	*		*		*	*	*	
撰寫成果報告												*	*

二、已完成之工作項目

- (一) 成立自然科教師社群研發設計探究教案
- (二) 推廣科學學習中心研發之主題式探究論證教案
- (三) 培養學生問題解決能力提升科學素養

三、工作項目之具體成果

- (一) 成立自然科教師社群研發設計探究教案，並發展出二件探究教案
 1. 生物科一件：雞心知我心
 2. 理化科一件：鼻涕蟲史萊姆與彈力球
- (二) 探究論證式課程實施完畢後，請學生填寫問卷與回饋。並將成果與照片放置於學校社團的社群網站
 1. 已推廣了八件科學學習中心探究論證是課程
 2. 學生成果照片已發表於臉書「光正科學探究社」社群：
<https://www.facebook.com/groups/1506521956324737/?ref=bookmarks>
- (三) 鼓勵社團學生參加科學展覽競賽，並請學生回饋探究式課程是否對問題解決能力有幫助，藉此修正往後的課程
 1. 鼓勵學生參加科學競賽，除了中小學科展之外，還參加了：
 - (1) 創意環保科學競賽獲得第四名

- (2) 創意科學競賽獲得第三名
- (3) 全國探究科學探究競賽獲得佳作
- (4) 去年中小學科展參賽作品雖有 8 件，但只有 2 件獲獎，今年參賽作品只有 7 件，但全數獲獎。

	
台中市科展數學科第二名並入選全國	台中市科展生活與應用科學科第三名
	
台中市科展生活與應用科學科第三名	台中市科展生物科佳作
	
台中市科展生物科佳作	台中市科展生活與應用科學佳作
	
台中市科展生活與應用科學科佳作	

2. 參加比賽能夠獲獎就是對學生、指導老師的付出給予肯定，因此將來還是會循著這樣的課程模式，引導學生問題解決能力的展現，並鼓勵學生參加科學競賽。

伍、討論與建議

一、成立自然科教師社群研發設計探究教案

- (一) 今年雖然嘗試設計兩份探究教案，原本預設想要設計跨科整合的探究式教案，但是最後設計出來還是以分科為主。討論過後發現可能的原因為：
 - 1. 目前課程仍以分科為主，若要設計跨科整合的課程，需要有跨科協同教學的時間。
 - 2. 可利用社團時間上跨科整合課程，但是社群中的老師有的是其他社團的指導老師，並不是所有自然科老師都能在社團時間空下來。
 - 3. 雖利用週五共同不排課的領域時間討論課程設計，但每位老師都很忙碌，兼任行政的老師也會經常利用這個時間去開會或研習，造成出席率不高的情況發生。只能透過網路群組來克服這樣的問題。
 - 4. 未來要繼續嘗試跨科整合探究教案設計，可能還是要利用零碎時間討論課程內容，還需要密集開會，討論細節，讓每一位老師都能夠上課，而不是只有設計者而已，這樣每位老師就能夠在平常自己的課堂上上課，而不需調課到共同不排課時間。
- (二) 未來課程需要有三分之一做探究，自然科社群的研發還是要繼續下去，一個人的力量有限，雖然大家都忙碌，但一點點時間的累積，許多人的想法可以激盪處更多的火花，才能發展出屬於自己學校的特色教案。

二、推廣科學學習中心研發之主題式探究論證教案

- (一) 本年度已推廣了八個科學學習中心所研發的主題探究論證教案
- (二) 透過學生的自省問卷，發現這些課程對於學生做研究是很有幫助的
- (三) 未來仍可以繼續推廣科學學習中心的教案，幫助學生學習探究與論證

三、培養學生問題解決能力提升科學素養

- (一) 本研究透過獨立研究、科學攝影、數據分析、海報製作來培養學生的問題解決能力
- (二) 今年學生除了參加中小學科展之外，也參加了其他科學相關競賽，都有獲得好成績，給學生正向的鼓勵。
- (三) 今年參加中小學科展的作品共有七件，每一件都進入複試並獲得佳績：
 - 1. 數學科第二名並入選全國賽：心有千千結
 - 2. 生物科兩件佳作：
 - (1) 毛蟲生存大戰
 - (2) 魷魚工廠廢水收集之細菌種類的鑑定以及水溝惡臭與細菌的相關性探討
 - 3. 生活與應用科學科兩件第三名、兩件佳作：
 - (1) 『膜』力無窮！『菌』厲害！—魷魚工廠廢水收集細菌種類的鑑定以及細菌與水管阻塞的相關性探討
 - (2) 『黏』『黏』有餘，『植』得滿『糖』彩！—多種天然植物色素染糖與多色無毒黏土之開發
 - (3) 它「罩」得住我一空汙自救方案
 - (4) 「蘆」「火」純「清」—探討植物黏液的濾水效果及應用
 - 4. 透過鼓勵學生參加科學競賽，學生參加比賽就是面臨一個問題，如何解決這個問題就要靠平常經驗的累積，平常上的課程不論是科學學習中心的課程、或是科展輔助相關課程，都是為了要幫學生累積經驗。而學生參加比賽獲獎，無疑就是對學生是否具有問題解決能力的一個肯定的答案。

陸、參考資料

1. 丁亞雯(2012)。以「課程與教學」為十二年國教推動核心——臺北市推動的策略與行動。中等教育，63(1)，183-187。
2. 林建志(2008)。運用不同教學策略於不同回饋之實驗模擬對國中學生實驗技能與實驗態度的影響。臺灣師範大學資訊教育學系學位論文。
3. 郭泓男(2013)。探討導入科學探究教學於科展培訓對學生科學探究能力之影響。台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
4. 教育部(2016)。自然領域課程綱要。
5. 楊秀停和王國華(2007)。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。科學教育學刊，15(4)，439-459。
6. National Research Council (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

附錄一

生物科探究式教案：

雞心知我心

一、課程名稱：雞心知我心

二、背景條件說明：



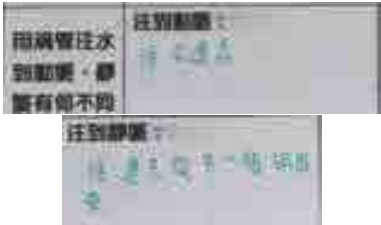


1. 適用對象	年段年級：國中階段七年級 程度： <input checked="" type="checkbox"/> 常態 <input type="checkbox"/> 資優 <input type="checkbox"/> 低成就 <input type="checkbox"/> 其他：_____
2. 實施時機	<input checked="" type="checkbox"/> 正式部定課程： <u>七年級上學期</u> <u>第四章</u> <u>第三節</u> <input type="checkbox"/> 彈性課程：_____ <input type="checkbox"/> 輔導課：_____ <input type="checkbox"/> 課外科學營隊活動：_____ <input type="checkbox"/> 其他：_____
3. 所需節數	1 節~1.5 節
4. 先備概念、技能與活動	一、先備概念 1. 構造複雜的動物須利用循環系統來幫助體內物質的運輸 2. 循環系統的種類分為開放式與閉鎖式循環 3. 人體的循環系統分為血液循環與淋巴循環 4. 血液循環包括心臟、血管、血液 5. 淋巴循環包括淋巴結、淋巴管、淋巴 二、技能與活動 請同學先準備(每組 4~5 人)： 1. 一支水果刀 2. 一個砧板 3. 具備勇於嘗試的精神，能確實體驗與感受新事物 4. 知道並能確實操作橫切與縱切 5. 能夠分工合作，並正確使用實驗器材
5. 設計理念 請包含本單元強調的科學概念、與此課程相關的單元 註：設計理念請精簡	1. IBSE(探究為本的科學教育)：請同學觀察雞心之後提問，選出一個可探究的問題，在課程中完成探究解決問題 2. 合作學習：每人一顆雞心，但共用刀子、砧板、滴管、牙籤。共同完成課程中的小任務：找血管、動脈靜脈差異、切雞心、心房心室差異、左心右心差異、學習單，全班共同完成涼拌雞心 3. 多元評量：透過口頭提問、任務學習單、實驗操作能力、尋找探究問題的答案達到多元評量的目標

三、學生學習重點：


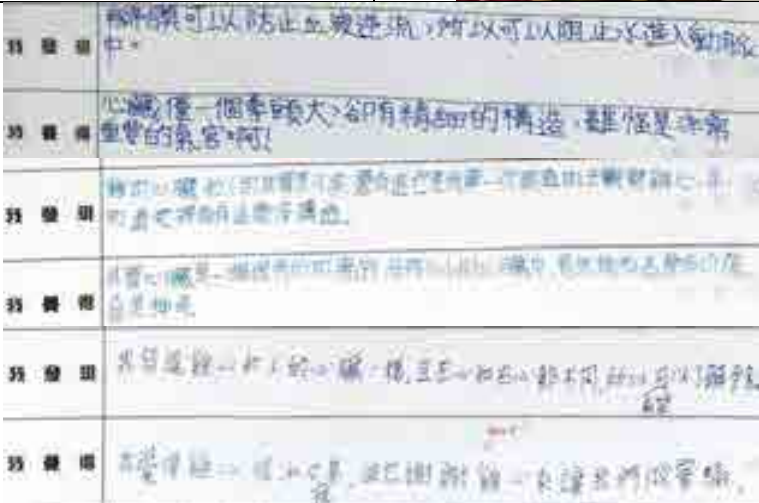
學習內容 (核心概念)	學科或跨科	編碼	文字說明
	生物	Db-IV-2	動物(以人體為例)的循環系統能將體內的物質運輸至各細胞處，並進行物質交換
學習表現	能力	編碼	文字說明
	思考智能- 推理論證	tr-IV-1	能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性
	問題解決- 觀察與定題	po-IV-1	能從學習活動、日常經驗、及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫的觀察，進而能察覺問題。
	計畫與執行	pe-IV-2	能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實記錄。
	態度	編碼	文字說明
	培養科學探究的興趣	ai-IV-1 ai-IV-2	動手實作解決問題或驗證自己想法，而獲得成就感。 透過與同儕的討論，分享科學發現的樂趣。
	養成應用科學思考與探究的習慣	ah-IV-2	應用所學到的科學知識與科學探究方法幫助自己做出最佳的決定
學生學習 具體目標	1. 利用學生天生的學習動機：好奇心，讓學生天馬行空的提問，再找出可探究的問題。 2. 讓學生看到雞心、觸摸感受雞心，找出血管，兩種不同方向切雞心，實際觀察體驗，並與課本上人的心臟做對照，確實了解心臟結構上的差異。 3. 透過進行觀察、實際解剖以及注水測試，習得心臟、血管結構上的知識也獲得技能，進而提升學生學習「人類的循環系統」單元的興趣。 4. 最後請同學將自己的雞心清洗乾淨，全班一起製作涼拌雞心，下堂課一起享用，讓學生充分感受到科學就在日常生活中。		

四、教學流程（註：學習表現可寫編號、器材可寫序號）

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
	<p>課前準備 預告學生須攜帶物品 學習單 購買雞心 實驗器材準備</p> 	<p>請學生每組自行分配攜帶水果刀及砧板</p>	pe-IV-2	
10分鐘	<ul style="list-style-type: none"> ● 引起動機：告訴學生今天要解剖雞心，藉由雞心認識心臟 ● 發下雞心：請每組派一位同學到講台領雞心，數量與人數相同 ● 提問：關於這次的課程，你會想到什麼問題？ ● 分類：將學生的問題分成兩部分可探究(教學目的)與不可探究(非教學目的)寫在黑板兩邊 ● 不可探究(非教學目的)的問題老師直接回答： 可以吃 白的部分是脂肪 因為是生的所以有腥味 心臟裡頭要裝東西，所以有洞 管子是血液流動的地方，你認為是什麼呢？ 線條是某種細胞的特徵 ● 可探究(教學目的)的問題，請學生自行探究 紅的部分待會你可以體驗一下，並猜猜看是什麼？ 它是否與人的心臟一樣，藉由待會的活動，你們再來看看是否一樣？ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 學生到講台前來領雞心，並將雞心裝在小玻璃碗中 ➤ 拿到雞心後，學生開始興奮發表感言 好噁心 好臭 ➤ 學生天馬行空舉手提問 可以吃嗎？ 白白的是什麼？ 紅紅的是什麼？ 那個管子是什麼？ 為什麼會有線條？ 為什麼那麼臭？ 為什麼會有洞？ 它與人的心臟一樣嗎？ 	<p>po-IV-1 pe-IV-2 ai-IV-2</p>	<p>雞心 玻璃小碗 保鮮盒</p>

5分鐘	<ul style="list-style-type: none"> ● 發下學習單一人一張 ● 每人拿一顆雞心，觀察外觀、並用心感受，將感受寫在學習單上 ● 提問：心臟是由什麼構成，才會有彈性？(肌肉) ● 提問：心臟上方的管子，是給血液流通的管子，你認為那是什麼？(血管) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 學生一人一張學習單 ➢ 學生感受雞心的觸感、及其他，並開始發表感受 <p>臭臭的有腥味 冰冰的有彈性 QQ的、滑滑的 軟軟的、濕濕的、黏黏的</p> ➢ 寫學習單，完成圖一、圖二以及雞心摸起來的感覺  <ul style="list-style-type: none"> ➢ 回答：心臟是由肌肉構成 ➢ 回答：與心臟連接的管子是血管 	tr-IV-1 po-IV-1 ai-IV-1 ai-IV-2 ah-IV-2	雞心 玻璃小碗
12分鐘	<ul style="list-style-type: none"> ● 發下滴管與牙籤，請同學將小玻璃碗裝水，找出心臟血管的位置，滴管吸水，將水注入血管，並觀察心臟的變化 ● 引導同學發現靜脈與動脈的異同，再請同學對照課本圖片，血液從什麼血管流入(靜脈)，由什麼血管流出(動脈)，用牙籤示意 ● 完成學習單：用滴管注水到動脈、靜脈有何不同 ● 對照課本圖片，有什麼東西可以引導血液，讓血液方向固定(瓣膜) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 學生將心臟注水，有人發現水注不進去(動脈)、也有人發現水注進去(靜脈)後心臟會膨脹，水從另外一邊的血管流出來 ➢ 發現血液流向固定，只有一個方向  <ul style="list-style-type: none"> ➢ 學生利用牙籤表示血液的流向  <ul style="list-style-type: none"> ➢ 學生對照課本的照片，發現瓣膜的功用 	tr-IV-1 po-IV-1 pe-IV-2 ai-IV-1 ai-IV-2 ah-IV-2	雞心 砧板 玻璃小碗 滴管 牙籤

13分鐘	<ul style="list-style-type: none"> ● 要求學生縱切一顆雞心、橫切一顆雞心 ● 觀察縱切的雞心，對照課本圖片，完成學習單圖三，並比較心房心室的差異 	<p>➤ 學生縱切心臟，並比較心房與心室差異，寫在學習單上：心室大心房小</p>  <p>➤ 學生橫切心臟，並比較左心與右心的差異，寫在學習單上：顏色不同(右心顏色較深)，厚度不同，左心肌肉較厚</p>  	tr-IV-1 po-IV-1 pe-IV-2 ai-IV-1 ai-IV-2 ah-IV-2	雞心 水果刀 砧板 玻璃小碗
5分鐘	<ul style="list-style-type: none"> ● 收拾實驗器材，滴管、玻璃小碗要洗淨還給老師；自行攜帶的水果刀、砧板也洗淨收好 ● 雞心也要洗淨，拿到講台上裝有米酒的玻璃大碗去腥 ● 去腥完成，請同學幫忙將快煮鍋裝入熱水，雞心放入快煮鍋川燙1分鐘，並將水瀝乾後放入醬料中醃製 	<p>➤ 同學們分工完成：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 洗淨歸還滴管及玻璃小碗的 2. 洗淨雞心，放入大玻璃碗去腥 3. 洗淨水果刀、砧板 4. 幫忙川燙與醃製雞心 	pe-IV-2	玻璃大碗 米酒 快煮鍋 醬料


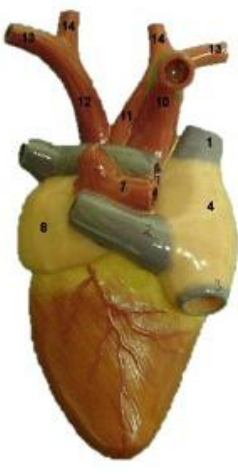

5 分鐘	<ul style="list-style-type: none"> ● 請同學寫學習單「我發現」、「我覺得」，下次上課時要收預告下次上課時品嚐涼拌雞心 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 學生繼續完成學習單 	ai-IV-1	
				
10 分鐘	<ul style="list-style-type: none"> ● 請同學將學習單收上來 ● 拿出涼拌雞心請同學品嚐 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 同學交學習單 ➤ 輪流品嚐涼拌雞心，並發表感言 	ai-IV-2	

五、學生活動單：

班級：

座號：

姓名：

觀察雞心，並標示構造	<p>切開前：正面</p>  <p>圖一</p>		<p>切開前：背面</p>  <p>圖二</p>		<p>切開後：</p>  <p>圖三</p>	
	雞心摸起來的感覺					
用滴管注水到動脈、靜脈有何不同	注到動脈：		注到靜脈：		什麼原因造成的：	
心房和心室有何不同						
左心和右心有何不同						
我發現						
我覺得						

六、參考資料：

1. 阿簡的生物筆記：雞心解剖 http://ez2o.com/3VhDj 	2. 冷氣團：雞心解剖實驗 http://ez2o.com/0VhXU 	3. Bird Heart Model http://ez2o.com/6VhcW 
4. Peggy' s 陽光廚房 http://ez2o.com/8dvPg 		

理化科探究式教案：

鼻涕蟲史萊姆與彈力球

一、課程名稱：鼻涕蟲史萊姆與彈力球

二、背景條件說明：

1.適用對象	年段年級：國中-八年級 程度： <input checked="" type="checkbox"/> 常態 <input type="checkbox"/> 資優 <input type="checkbox"/> 低成就 <input type="checkbox"/> 其他：_____
2.實施時機	<input type="checkbox"/> 正式部定課程：__年級__學期第__章第__節 <input checked="" type="checkbox"/> 彈性課程：可搭配國二下學期第五章有機化合物 <input type="checkbox"/> 輔導課：_____ <input type="checkbox"/> 課外科學營隊活動：_____ <input type="checkbox"/> 其他：_____
3.所需節數	共七節（315 分鐘），參賽段落：前五節(E1、E2、E3)
4.先備概念、技能與活動	(一)一般特徵： 學校地處市區邊際，位在工業區內，學生家長多在工廠工作，學生平均年齡十四歲(國中二年級)，自國小三年級起學習自然與生活科技課程，文化刺激少。 (二)起點能力： 1.使用過膠水，知道膠水成黏稠狀。 2.玩過彈力球，知道彈力球會彈跳。 (三)學習風格： 學生對自然與生活科技課程學習興趣普通，喜歡動手做及實驗，但回家主動學習及閱讀時間偏短。
5.設計理念 請包含本單元強調的科學概念、與此課程相關的單元 註：設計理念請精簡	日常生活有很多聚合物，如澱粉、纖維素、保鮮膜、寶特瓶、膠水、各類塑膠及輪胎等，希望藉由鼻涕蟲史萊姆與彈力球的製作來認識聚合物及交聯作用。

三、學生學習重點：

學習內容 (核心概念)	學科或跨科	編碼	文字說明
	理化	Jf-IV-4	常見的塑膠。
學習表現	能力	編碼	文字說明
	思考智能-推理論證	tr-IV-1	能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性
	問題解決-觀察與定題	po-IV-1	能從學習活動、日常經驗、及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫的觀察，進而能察覺問題。
	- 計畫與執行	pe-IV-1 pe-IV-2	能辨明多個自變項、應變項，並計劃適當次數的測試、預測活動的可能結果。 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實記錄。

	態度	編碼	文字說明
	培養科學探究的興趣	ai-IV-1 ai-IV-2 ai-IV-3	動手實作解決問題或驗證自己想法，而獲得成就感。 透過與同儕的討論，分享科學發現的樂趣。 透過所學到的科學知識和科學探索的各種方法，解釋自然現象發生的原因，建立科學學習的自信心。
學生學習 具體目標	1. 學生學會膠水如何變成鼻涕蟲史萊姆及彈力球 2. 學生具備能力去探究硼酸鈉逐次加入膠水形成鼻涕蟲史萊姆的情形。 3. 學生能認識聚合物的定義及交聯作用： 能解釋膠水加入硼酸鈉後如何形成鼻涕蟲史萊姆。 4. 學生可發現到日常生活中的彈力球可利用膠水加入硼酸鈉的交聯作用原理製成。 5. 學生將製作彈力球所用膠水與硼酸鈉的添加量記錄在學習單中並分享給同學。		

四、學習內容、學習表現之評量

教學觀察記錄表中「單元目標」項目的檢核表


	單元目標檢核項目	檢核等第				
		優	良	可	差	劣
	1. 學生能提出膠水如何變成鼻涕蟲史萊姆及彈力球的想法。					
	2. 學生能探索硼酸鈉逐次加入膠水形成鼻涕蟲史萊姆的情形。					
	3. 學生能解釋膠水加入硼酸鈉後如何形成鼻涕蟲史萊姆。					
	4. 學生能利用膠水加入硼酸鈉的交聯作用原理製作彈力球。					
	5. 學生能將製作彈力球的心得記錄在學習單上並分享給同學。					

五、教學流程（採用 5E 學習環教學法進行設計）

■E1 投入：引起動機

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
20 分鐘	E1-T-1／20 分鐘 引起興趣產生好奇心。 老師：老師拿出鼻涕蟲史萊姆及彈力球，問同學有沒有玩過鼻涕蟲史萊姆及彈力球？	E1-S-1 對探討的主題感興趣。 1.學生依據自身經驗表達想法 2.引起學生對話題產生興趣並進一步研究與探索。	po-IV-1	鼻涕蟲史萊姆及彈力球 PPT (P1~P2)
25 分鐘	E1-T-2／25 分鐘 提出問題。 老師：鼻涕蟲史萊姆如何形成的？ --- 第一節 ---	E1-S-2 提出問題，如為何發生這種情況？我已經知道什麼？ 1.學生討論、思索問題，發現困惑與衝突並想辦法找到答案。	po-IV-2	PPT (P3)、學習單（附錄五-1 第一題）、投影片、油性筆
25 分鐘	E1-T-3／25 分鐘 引出學生回應，此回應發現學生對概念主題的了解或想法。 老師：若製作鼻涕蟲史萊姆的材料為膠水與硼酸鈉，請問如何才能製作出鼻涕蟲史萊姆？	E1-S-3 1.思考問題並提出解決策略 2.發表想法並說明理由	ti-IV-1	PPT (P4)、學習單、投影片、油性筆

■E2 探索：實驗活動

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
65 分鐘	E2-T-1／65 分鐘 鼓勵學生在沒有老師直接指導下共同工作、操作。 設計並製作鼻涕蟲史萊姆。 老師：老師講解鼻涕蟲史萊姆製作方法。 --- 第三節 ---	E2-S-1 在活動範圍內自由思考。 1.瞭解目的與問題並對主題產生興趣。 2.傾聽老師講解鼻涕蟲史萊姆製作方法。 3.依照先前的經驗搭配想法與創意設計。 	pe-IV-1 pe-IV-2	學習單第三題、第四題)
5 分鐘	E2-T-2／5 分鐘 必要時詢問深入的問題以改變學	E2-S-3 驗證預測及假設。		

	生研究方向。 老師：將硼酸鈉逐次加入膠水中會有什麼結果？	形成新的預測與假設。 遇到阻礙： 1. 嘗試其他解決方法	pe-IV-2	
20 分鐘	E2-T-3／20 分鐘 提供學生思考問題的時間。 老師：請各組同學自己實驗看看，將硼酸鈉逐次加入膠水中看看結果會如何？	E2-S-3 嘗試其他方法並與他人討論。 1.實際將硼酸鈉逐次加入膠水中（實作）。 2.實作過程中遇到問題能進行修改調整。 3.小組彼此討論更好的方法	pe-IV-1 pe-IV-2	PPT (P6)
20 分鐘	E2-T-4／20 分鐘 能使學生紀錄觀察及想法。 學生能依據實驗、討論，歸納、整理影響的原因，並做成記錄寫在學習單。 老師：請將結果記錄在學習單上 --- 第四節 ---	E2-S-4 記錄觀察及想法。 暫時不做判斷。 觀察記錄 1.記錄所得數據及資料。 2.觀察結果。	pe-IV-2	PPT (P6)、學習單

■E3 解釋：比較與討論


時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
20 分鐘	E3-T-1、E3-T-2／20 分鐘 鼓勵學生解釋概念，並用自己的話下定義。 要求學生提出理由、證據與意義澄清。 請學生解釋膠水形成鼻涕蟲史萊姆的原因，並提出理由或證據。 請其他同學對上述解釋提出看法並判斷分析是否合理。 老師：現在請學生依據鼻涕蟲史萊姆的實驗、與同學討論所得結果，提出自己的看法並解釋膠水如何形成鼻涕蟲史萊姆。	E2-S-1、E3-S-2 批判地傾聽他人的解釋。 對彼此的解釋提出問題。 1.瞭解目的與問題，並經驗轉移。 2.對主題產生興趣。 3.依照先前經驗搭配自己想法與創意設計。 4.傾聽同學發表的解釋。 5.構思其可行性，表達認同或不贊成的想法。 6.指出對於過程中哪些地方不恰當說明（不贊成原因）。	ai-IV-1 ai-IV-2 ai-IV-3	PPT (P7)、學習單、投影片、油性筆
20 分鐘	E3-T-3／20 分鐘 正式提出定義、解釋和新符號。 老師： 1.介紹聚合物的定義及交聯作用。 2.解釋膠水加入硼酸鈉後如何形成鼻涕蟲史萊姆。	E3-S-3 1.傾聽聚合物的定義及交聯作用，了解新名詞的意義。 2.傾聽鼻涕蟲史萊姆相關原理與概念。 3.結合新概念與原理來解釋鼻涕蟲slime的形成原因，並舉例與證明。 4.困惑時主動提出問題。	ai-IV-2 ai-IV-3 pc-IV-1	PPT (P8~P18)（介紹聚合物的定義及交聯作用）
5 分鐘	E3-T-4／5 分鐘 以學生先前的經驗作為基礎來解釋此概念。 老師：以學生牽手方式來類比交聯作用。『白色』學生代表聚乙烯醇(PVA)的長鏈，『黑色』學生代表硼酸根離子($\text{B}(\text{OH})_4^-$)。『黑色』學生拉住『白色』學生，以類比『交聯作用』的形成。 --- 第五節 ---	E3-S-4 解釋時提到先前的活動。 解釋時應用到觀察時的紀錄。 1.學生以手牽手方式來體驗並學習交聯作用。 2.學生運用紀錄在學習單中的資料作說明。	po-IV-1 pe-IV-1 pe-IV-2 ai-IV-2	PPT (P19)

				
--	--	--	--	--

■E4 精緻化

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
15 分鐘	E4-T-1/15 分鐘 期待學生運用先前提供的正式號、定義及解釋。 老師：要增加鼻涕蟲史萊姆的彈性，硼酸鈉應該多加一些還是少加一些？為什麼？	E4-S-1 在相似的情況中應用新的符號、定義、解釋及技巧。 1.結合新概念與原理來解釋要增加鼻涕蟲史萊姆的彈性，硼酸鈉應該怎麼加，並說明原理。	pc-IV-1 pc-IV-2	PPT (P20)、學習單、投影片、油性筆
15 分鐘	E4-T-2、E4-T-3/15 分鐘 鼓勵學生運用或延伸此概念及技巧在新的情境中。 提醒學生另外的解釋。 日常生活運用： 老師：想一想彈力球如何製作，並將實驗結果記錄於學習單中	E4-S-2、E4-S-3 應用先前的資訊來提問、提出解答、下結論並設計實驗。 1.將資料記錄說明在學習單中 2.進一步發現到日常生活中的彈力球可利用交聯作用原理，並能將此原理廣泛地運用到各方面	ai-IV-1 ai-IV-2	PPT (P21)、學習單、投影片、油性筆
15 分鐘	E4-T-4/15 分鐘 指導學生展現資料及證據，並問學生你已經知道什麼？為什麼你認為…？ 老師：將製作彈力球時膠水和硼酸鈉的添加量記錄於學習單上 --- 第六節 ---	E4-S-4 根據證據提出合理的結論。 1.紀錄觀察結果與解釋。 2.檢查同儕間認知理解。	ai-IV-2 pc-IV-2	PPT (P21)、學習單、投影片、油性筆

■E5 評鑑：觀念加深、活用與延伸討論

時間	教師教學活動	學生學習活動	學習表現	所需器材
25 分鐘	E5-T-1、E5-T-2/25 分鐘 觀察學生應用新的概念與技能。 評量學生的知識或技能。 老師：請大家把學習單中製作彈力球所用膠水與硼酸鈉的添加量分享給同學，並測試彈力球可以彈跳幾公分。	E5-S-1、E5-S-2 利用觀察結果、證據及先前接受的解釋來回答開放性問題。 1.利用所學概念，回答問題。 2.學生檢視自己在活動中對交聯作用的理解程度。概念是否正確，表達是否清楚，有無產生迷思概念。 3.回答問題時，能把所學到對應延伸到日常生活用品中 	ai-IV-1 ai-IV-2 pe-IV-2	PPT (P20)、投影片、油性筆、自製彈力球
20 分鐘	E5-T-4、E5-T-5/20 分鐘 找出學生已改變其想法或行為的證據	E5-S-4 E5-S-4 表露對概念或技巧的理解或知識。	pc-IV-1	PPT (P23)、學習單

	<p>據。</p> <p>讓學生評量自己的學習及團體過程技能。</p> <p>詢問開放性問題：如為什麼你認為？有什麼證據？如何解釋？關於...你知道什麼？</p> <p>藉由學習單，學生評量自己的學習是否有效。</p> <p>老師：請將本次製作鼻涕蟲史萊姆及彈力球的心得記錄於學習單上。</p> <p style="text-align: center;">--- 第七節 ---</p>	<p>評價自己的進步與知識。</p> <p>提出對未來研究有幫助的相關問題。</p> <p>1.能新的情境中，應用已瞭解的交 作用原理重新思索、發現新變化。</p> <p>2.對下一個活動有初步的認識。</p>	<p>pc-IV-2</p> <p>ai-IV-1</p> <p>ai-IV-2</p> <p>ai-IV-3</p>	
--	--	---	---	--

六、教師參考資料：

1. 劉遠鋒（2001）。聚乙醇醇-硼酸鈉錯離子稀釋及半稀釋水溶液之動態光散射及黏彈性研究。私立元智大學化學工程與材料科學學系碩士論文，未出版，桃園縣。

七、學生活動單：

【鼻涕蟲史萊姆及彈力球】學習單

我是____年____班姓名_____

我是第____組 伙伴有：_____

一、鼻涕蟲史萊姆如何形成的？

二、若製作鼻涕蟲史萊姆的材料為膠水與硼酸鈉(硼砂)，請問你覺得膠水與硼酸鈉(硼砂)的量要如何調配才能製作出鼻涕蟲史萊姆？

三、我們這組做出來的鼻涕蟲史萊姆摸起來有甚麼感覺，請記錄下你的感覺。

四、你覺得鼻涕蟲史萊姆可以做甚麼用途？



五、若將硼酸鈉(硼砂)水溶液逐次加2mL到膠水中，並用玻棒攪拌均勻，記錄鼻涕蟲史萊姆摸起來有什麼感覺？

硼酸鈉(硼砂)水溶液體積	2mL	4mL	6mL	8mL	10mL
比較看看，做出來的鼻涕蟲史萊姆摸起來有什麼感覺？					

硼酸鈉(硼砂)水溶液體積	12mL	14mL	16mL	18mL	20mL
比較看看，做出來的鼻涕蟲史萊姆摸起來有什麼感覺？					

我發現加入越多的硼酸鈉(硼砂)水溶液，所形成的鼻涕蟲史萊姆有何變化？

六、我覺得膠水加硼酸鈉(硼砂)水溶液可以形成鼻涕蟲史萊姆的原因是：

七、要如何增加鼻涕蟲史萊姆的彈性？為什麼？



八、本組製作的彈力球，膠水和硼酸鈉的添加量為何？彈力球可以彈跳幾公分？

九、本次製作鼻涕蟲史萊姆及彈力球的心得。



附錄二

本校參加 106 學年度台中市公私立中小學科學展覽會之作品說明書摘要

作品名稱：心有千千結

摘要

本研究主要在探討打繩結時，繩子會縮短多少長度的問題。我們透過繩結在纏繞處的結構，來探究打繩結時繩子長度會縮減的原因，以及找出能計算繩子長度會縮減多少的公式。研究過程中發現，圓繩和扁平繩的單結，在纏繞處分別會產生纏繞圓和正五邊形的結構，我們藉此找到了估算繩子損失長度的數學公式。最後再將圓繩在打結處會如何縮短長度的數學性質，應用到其他不同的繩結上，完成了圓繩可以在其他繩結上估算損失長度的公式。

作品名稱：『黏』『黏』有餘，『植』得滿『糖』彩！

-----多種天然植物色素染糖與多色無毒黏土之開發。

摘要

鑒於市面上的色素大多都是化學製作的，若食物中摻有化學色素，長期與多量食用會對人體有傷害，又為了解決媽媽煩惱過剩的糖和過期麵粉的問題，我們挑選各種不同顏色的食物，將不同的植物色素萃取出來，在試了三種萃取的方式後，顏色最鮮艷的是直接切碎打汁的方式；我們將過期的麵粉做成天然黏土，也試著把植物色素噴在糖上製造多色的糖。市面上的甜甜圈看起來顏色單調，如果將七彩繽紛的糖粉灑在甜甜圈上，就能有效充分利用糖。過期的麵糰做成的天然黏土還能夠捏成各種形狀，能有很多不一樣的方式使其回收再利用，不必再浪費糖和過期的麵粉，小孩也能安心的玩黏土，對環境不造成破壞，對人們來說也安全健康。

作品名稱：『膜』力無窮！---『菌』厲害！ ---魷魚工廠廢水收集細

菌種類的鑑定以及細菌與水管阻塞的相關性探討

摘要

我們知道細菌是自然界中最微小的生物，因此引發我們的好奇。在老師引薦下，我們來到中台科技大學生物科技暨醫學工程研究所進一步學習，並針對自魷魚工廠排放廢水分離之細菌 W6、W8、W12、W13 進行鑑別，並探討細菌的生物膜是否是影響魷魚工廠排水系統阻塞的主因。根據實驗結果，W6 是芽孢桿菌 (*Bacillus*)，W8 是假單孢菌 (*Pseudomonas*)，W12 是微桿菌 (*Microbacterium*)，W13 是蠟樣芽孢桿菌 (*Bacillus cereus*)。而 W8 假單孢菌會形成生物膜導致魷魚工廠排水系統水管阻塞。

作品名稱：魷魚工廠廢水收集之細菌種類的鑑定以及水溝惡臭與細菌的相關性探討

摘要

我們因為對細菌有興趣，在老師的推薦下，到中台科技大學學習實驗，此次實驗，我們推測排水孔阻塞和惡臭的原因，是因為細菌形成的生物膜及細菌的代謝物質造成，所以就以魷魚工廠廢水分離的細菌來做實驗，分別做了抽取細菌的 Genomic DNA、跑電泳、聚合酶連鎖反應 (PCR)、PCR 產物回收、送 DNA 定序。依據定序結果，W2 是球菌屬 (*Vagococcus*) 的細菌，W11 是芽孢桿菌屬 (*Bacillus*) 的細菌，而 W1 和 W10 是枯草芽孢桿菌 (*Bacillus subtilis*)。我們在實驗過程中，一直聞到的濃郁臭味，也證實排水孔區域惡臭與細菌有正相關。未來希望能在對這些細菌做更多的分析與探討。

作品名稱：毛蟲生存大作戰

摘要

在生物課本中所介紹的各種生物的保護色中，我們對毛毛蟲特別有興趣，因而決定訂為我們這次的實驗主題。毛蟲為了生存使用了許多策略，其中我們探討了顏色、氣味、有毛無毛和棲地背景，是否會影響鳥類的補食意願，亦或真的可以達到保護的效果嗎？實驗結果顯示，綠色毛蟲沒有保護效果，紅色警戒效果最好；氣味會影響鳥類的捕食意願，麵包蟲口味的毛蟲最容易被鳥類捕食；毛蟲身上有毛會影響口感，不是鳥類的菜。毛蟲棲地的背景若有反光，會使鳥類受到驚嚇而影響鳥類捕食意願。看來毛蟲為了生存，需要下很多功夫呢。

作品名稱：「蘆」「火」純「清」—探討植物黏液的濾水效果及應用

摘要

水是生物體中含量最多的物質，人類也不例外，如何在野外獲得乾淨的水，尤其重要。本研究探討火龍果莖以及蘆薈中所含黏液的淨水、濾水，並進一步作為攜帶型簡易濾水器濾芯的材料。實驗中發現新鮮的火龍果莖的淨水與濾水效果優於新鮮蘆薈；植物濾心重量 5g，不須去皮切成塊狀即有不錯的濾水效果；汙水濃度為 10% 時有最佳的濾水效果；過濾次數不是越多越好，超過三次濾水效果會降低；將植物濾心烘烤過後，蘆薈的濾水效果優於火龍果莖。根據以上結果我們做出攜帶型簡易濾水器。

作品名稱：它「罩」得住我—空污自救行動方案

摘要

本校位處工業區內，上課時經常飄來陣陣怪味，令人難以忍受而須將窗戶關上，但空氣是維持生命的必要因素，空氣中的PM2.5細懸浮微粒也已有許多研究證實，可能造成呼吸系統疾病、心血管疾病甚至是與癌症有關。我們想要積極解決這樣的現況，別人還未拯救我們之前，自己先拯救自己，於是有了這個空污自救方案的想法。在本研究中我們發現：(1)本校的PM2.5濃度相對鄰近國小高出許多；(2)醫療型口罩與活性碳口罩皆能有效過濾PM2.5；(3)利用醫療型口罩製作空氣淨化紗窗是可行的，「空污自救行動方案」，成功！

全文完