

教育部 103 年度中小學科學教育專案

**實驗高手-學生實驗操作競賽活動  
成果報告**

指導單位：彰化師範大學科教中心

主辦單位：台中市政府教育局

執行單位：台中市大雅區大雅國民小學

計畫主持人：黃愈娟

協同主持人：楊瑞珍

協同研究人員：吳孟姿、李坤達、林雅盛  
(依姓氏筆畫) 柯泳吉、陳奕安、陳銀衡  
張鴻祥、楊晴惠、鍾義豐

中華民國 104 年 8 月

# 目 次

壹、研究背景及目的-----	2
貳、研究方法及步驟-----	3
參、研究成果-----	3
肆、活動成效調查與分析-----	5
伍、討論與建議-----	12
陸、參考書目-----	16
附件一、教學活動設計-----	17
附件二、社團報名表-----	74
附件三、問卷-----	76

## 壹、計畫背景及目的：

### 一、背景：

近幾年我們在教學現場看到課程內容不斷簡化，實驗越來越少，越來越簡單，這樣的課程編排，讓很多科學概念變得支離破碎，實在深感憂心。以本校為例，即使每週都有兩節連排的自然課，讓學生可以分組操作實驗，實驗器材足夠時，則盡量讓每個人都有操作的機會，對於課本內容實驗減少，概念不清楚的部分，我們自然老師也會自行設計實驗增強教學內容，同時，在實驗時盡量讓學生使用正式的玻璃實驗器材，養成學生慎重的實驗心態，但是這些補充課程對於學生還是不夠的。

對於具有高度學習興趣的學生，我們會邀請他們參加科展競賽，但是多年來的參賽經驗讓我們覺得學生的基本實驗操作能力如果不提升，根本無法進行自由探究，再加上科展的競賽方式採送件評審制，根本看不出學生的真正實作能力，很明顯的許多作品都遠遠超出學生能力，更何況參加比賽的學生人數是少數中的少數，實在不足以作為科學教育的成果代表。

至於一般的學生，操作實驗的基本技術更是不如人意，談不上熟練度與準確性，再加上很多學生做實驗的態度不夠嚴謹，常常出現「只是好玩」的心態，讓老師常常要花很多時間反覆提醒，但是課程內的時間實在不足以讓學生多次操作達到「熟練」的程度，更很難奢求學生能自我探究發現問題，再運用科學方法解決問題了。學生們很喜歡「科學實驗王」系列叢書，對書裡提到的各種實驗競賽都很有興趣，但是在實際的生活中，有沒有可能像書中一樣，進行更深入的學習呢？這是我們想要努力的方向。

### 二、目的：

我們希望能在課外針對有興趣的學生，辦理一系列有挑戰性的科學實驗競賽活動，期望可以達到以下目的：

- (一)對於課程內容不足的部分進行補充教學，讓課程的概念以及邏輯性更完整。
- (二)進行課外延伸教學，在相關聯結的部分盡量延伸，增強學生的學習觸角，擴大學習範圍。
- (三)對於學過的實驗能有時間有機會做反覆操作的練習，提高實驗技巧的熟練度與準確性。
- (四)訂立競賽評量標準並進行實驗分組競賽評量，建立正向積極的學習態度。
- (五)進行競賽檢討與實驗報告撰寫，提升學生自我檢測及報告撰寫能力。
- (六)建立網頁，將相關活動資料、影像、課程內容建置於上，供大家參考。

## 貳、研究方法及步驟：

### 一、收集相關資料

- (一)蒐集相關書籍，從中挑選符合國小學生能力與興趣的活動，作為設計教學活動的參考。
- (二)甄選有興趣的六年級學生約 30 人，組成競賽小組。

### 二、發展教學活動：

- (一)訂定教學主題:配合六年級課程，每個月訂一個教學主題。
- (二)進行補充實驗教學或延伸實驗教學:每月第一次活動以補充教學或延伸教學為主，在老師的指導下進行教學與實驗活動。接著在活動結束前宣布下次競賽主題、方式與評量標準，由學生分組討論、資料蒐集。
- (三)進行實驗操作競賽與評量:每個月第二次活動正式進行競賽，並在競賽結束後進行競賽評量檢討與實驗報告撰寫。

### 三、成果發表：

將學生競賽照片或實驗成果及實驗報告展示於成果櫥窗內，供其他學生觀摩學習，並舉辦闖關活動進行動態的成果發表。

### 四、建立教學網頁：

建置教學網頁，其內容重點如下：

- (一)教學及實驗活動課程內容。
- (二)教學與實驗活動影像記錄。
- (三)學生研究成果。

### 五、印製教學研究報告：

將本計畫執行結果撰寫研究報告，提供同仁及有興趣之教育工作者教學研究參考。

## 參、研究成果：

### 一、成立科學社團

我們在九月中旬成立了科學社團，總共招收了 25 位六年級學生，共分為五個小組進行活動。

### 二、進行學生科學研習及競賽活動

上學期自九月中旬起，下學期自三月上旬起，每逢隔週之週三進行社團活動，每次活動時間自 12:40 自 14:20，共計 100 分鐘，再加上期末成果發表暨闖關活動，總計進行 17 次活動，活動日期與活動內容詳見下表。

活動日期	配合單元	活動內容或競賽主題
103.9.17	天氣的變化	成員相見歡、分組；認識實驗器材；說明競賽規則；雲的製作、寶特瓶中的雲、瓶子裡的龍捲風
103.10.1	天氣的變化	競賽：少年 $\pi$ 的奇幻漂流—汗水變清水
103.10.15	微生物與食品保存	認識顯微鏡、標本製作
103.10.29	微生物與食品保存	競賽：標本製作、觀察與繪圖
103.11.12	大地的奧秘	認識酸鹼指示劑與天然指示劑
103.11.26	大地的奧秘	競賽：杯子裡的彩虹、神奇的 7 個杯子
103.12.10	電磁作用	簡易馬達製作
103.12.24	電磁作用	競賽：電報機製作
104.1.7	大地的奧秘	鵝卵石；寒假自由探究--紙飛機
104.3.11	簡單機械	槓桿原理再深究、滑輪實驗
104.3.25	簡單機械	認識桿秤、競賽：製作簡易投石器
104.4.8	熱對物質的影響	水煮蛋、烤地瓜；太陽能鍋原理簡介
104.4.24	熱對物質的影響	討論競賽所需的材料經費及採買細節(午休)
104.4.29	熱對物質的影響	太陽能灶簡介、競賽：太陽能鍋
104.5.20	簡單機械 熱對物質的影響	流體動力傳送、五種金屬導熱速度、固體的熱脹冷縮(銅球銅環)、筷子的乾餾
104.5.27	熱對物質的影響	籌畫闖關活動、製作闖關海報、指紋現形
104.6.5	成果發表	科學闖關活動

### 三、期末成果發表暨闖關活動

為了推廣學習的成果，也趁機驗收參與者對歷次活動內容的了解，所以師生共同從整學年的活動中挑選了寶特瓶中的雲、瓶中的龍捲風、顯微鏡下的世界、酸鹼指示劑、自製鵝卵石、馬達發電機、簡易投石器、誰最省力、紙飛機大賽、瞬間壓扁等 10 個適合進行闖關的活動，由同學設計海報、準備器材、布置場地，並且擔任關主解說，總計邀請了六年級 5 個班，五年級 1 個班，約 160 位學生來參與活動，並且由師長和觀眾票選出最佳關主，由校長頒獎。

### 四、發展教學活動

我們將歷次的活動與競賽，整理成 15 個配合康軒版六年級自然課程的補充教學活動，內容包含活動所需的時間、器材、活動流程、注意事項、教學心得與省思等部分，希望能讓有興趣的老師方便使用。教學活動與配合單元詳見下表，詳細的教學活動內容及活動照片請參閱附錄一。

教學活動編號及名稱	配合單元
1 天氣變化再深究	六上天氣的變化
2 競賽：少年 $\pi$ 的奇幻漂流—汗水變清水	
3 微生物與食品保存再深究	六上微生物與食品保存
4 競賽：標本製作、觀察與繪圖	
5 大地的奧秘再深究	六上大地的奧秘
6 電磁作用再深究	六上電磁作用
7 競賽：電報機製作	
8 簡單機械再深究	六下簡單機械
9 競賽：投石器	
10 熱對物質的影響再深究	六下熱對物質的影響
11 競賽：太陽能鍋	
12 水溶液再深究	五上水溶液
13 競賽：杯子裡的彩虹、神奇的 7 個杯子	
14 自由探究—紙飛機	五上力的運動
15 科學闖關活動	上述所有單元

#### 肆、活動成效調查與分析

為了瞭解活動執行的成效，我們分別對參與學生、競賽評審老師、學生家長進行問卷調查，結果如下：

##### 一、學生問卷調查結果

為了不限制孩子作答，學生問卷採取自編之開放式問卷，上學期發出 25 份，回收 23 份，回收率 92%；下學期發出 20 份，回收 12 份，回收率 60%，調查結果統計、分析、討論如下：

##### (一)一般社團活動

##### 1.學生較喜歡競賽活動

項目	上學期(%)	下學期(%)
印象最深或最喜歡的三個活動	競賽 79 非競賽 21	競賽 67 非競賽 33
排名前五名活動 (非競賽活動)	電報機 26 汗水變清水 23 杯子裡的彩虹 12 神奇的七個杯子 11 認識顯微鏡 11	太陽能鍋 27 投石器 20 紙飛機 17 指紋現形 13 銅球銅環 10

上表可知，競賽活動遠比一般社團活動更受到小朋友的歡迎，誠如小朋友所說：

- 我覺得這些競賽可以讓我了解自己的實力，和還要改進的地方有哪些。(億)
- 很有挑戰性，也非常好玩。(驊)
- 自己動手做反而比較好玩呢！(榆)

## 2.學生對活動的期待與收穫

項目	上學期(%)	下學期(%)
我認為老師對我們的期望	增加知識 35 應用在生活中 13 主動學習 9 其他 30	未調查
我參加這個社團的原因	未調查	學習新知 42 好玩、有趣 33 可以做實驗 25
這學期活動的感想收穫	學習新知識 57 其他 43	學習新知識 33 做實驗 33 其他 33

大部分小朋友都認為老師把社團定位在增加知識，但是也有小朋友有更深一層的看法，在情意方面，他們提出以下看法：

- 希望我們可以認真學習，把自己的實力發揮出來。(億)
- 讓我們增加科學知識和了解分工合作的意義。(錡)
- 能夠體驗當一個科學家、發明家的感覺。(郁)
- 希望我們對自然和科學更有興趣，對自己的實驗更有自信。(庭)

在技能方面，他們認為老師希望他們可以推己及人並運用在生活中：

- 老師希望我們也可以教別人。(元)
- 希望我們能更了解自然科學可以用在哪裡，希望我們可以運用在生活中。(美)(驊)

小朋友參加社團的原因，除了想增加知識、多做實驗、好玩以外，有的是本身「我對自然這方面比較有興趣。(偵)」，有的是「上學期的活動很有趣，所以這學期還想參加。(丞)」，比較特別的看法有：「…，也能認識新同學。(哲)」，還有表示「星期三寫完作業沒事做，所以才會參加社團增加知識。(錡)」。

在活動之後，大部分的學生認為得到的收穫，是知識增加：

- 我在課堂上沒做過的實驗，在社團中不僅有些會做到，而且還會再做延伸。(錡)

- 謝謝老師辦這個活動，讓我們了解了很多，我以前沒想過、沒做過的科學，現在都知道，都會了。(翎)
- 學到日常生活中的東西是甚麼原理。(禕)
- 自然考試進步了。(郁)

但他們也達到情意方面的學習：對自己更有自信、得到成就感、學習的樂趣，體會科學的奇妙與美麗，例如：

- 讓我更喜歡自然也學會更多。(偵)
- 感覺有趣又神奇。(美)
- 有一種自己是科學家的感覺。(慧)
- 我好像變魔法師了。(郁)
- 電報機聲音像時鐘一樣滴滴答答，既好聽又有趣。(中)
- 天然指示劑所調出來的顏色是多麼的變化多端。(秦)(志)
- 很好玩，覺得很有成就感。(郁)

在技能方面，更主動動手、學會使用儀器，練習表達，都是收穫之一：

- 我學到了很多，在家裡也嘗試了許多方法來改變上課時教的！讓自己更充實！(庭)
- 自己動手做比看課本更容易理解而且有趣。(憲)
- 第一次使用顯微鏡，感覺很興奮。(中)
- 對我來說最大的收穫就是我可以上台報告了。(丞)
- 第一次用自己(設計)的材料做實驗。(丞)

### 3.學生後續想探討的主題繁多

至於學生感興趣，想繼續學習的主題五花八門，包括交通工具(引擎、直升機、賽車)、機械、能源(風力、水力發電、綠能)、生物(動物、植物、解剖、標本製作)、化石、食物等，也有想延續活動中探討的主題，例如電與磁、顯微鏡，這些都可以做為日後發展活動主題時的參考。還有表示「每種實驗都有興趣。(庭)」，「做比這些實驗更困難的科學活動。(翰)」，這些都表示孩子信心與興趣提升了。其實如果能妥善處理各種素材，當能引起孩子的學習興趣，這也是我們要持續努力的。

項目	上學期(%)	下學期(%)
以後想做的實驗 (意見分歧，僅納入前3名類別)	科技類 38	物理類 47
	物理類 24	科技類 33
	生物類 19	生物類 13

### 4.學生的想法與建議

從孩子想對老師說的話與建議中，除了感謝或無意見以外，提出的意

見都是希望學更多，這表示孩子對我們活動的肯定：

- 如果可以，每個禮拜都上課 and 時間久一點。(秦、謙)
- 我覺得可以再增加學生。(偵)
- 希望可以有更多好玩的課程和實驗。(庭)

下學期則因為學生畢業在即，所以就不再提出建議，但看到孩子說「謝謝兩位老師舉辦這個活動，讓我的星期三下午不再無聊，而是變得充實。(錡)」，這段時間的努力，都變得很值得！

項目	上學期(%)	下學期(%)
想對老師說的話或建議	感謝老師 53 沒有建議 22 其他 25	感謝老師 84 沒有建議 8 其他 8

## (二)闖關活動

小朋友對闖關活動反應很明顯和其他研習活動不同，可能是一直以來學生參加過的闖關活動都是比較趣味性、活動導向的活動：

項目	百分率
對於闖關活動的感想	好玩 42 開心 25 其他 33
闖關活動獲得的收穫	學習新知 33 解說、指導他人 25 其他 42

除了此之外，小朋友還覺得：

- 希望以後可以再辦。(丞、怡)
- 很累、很好玩，而且大家都投入。(憲)
- 大家都很熱情參與，我很開心。(偵)
- 實驗真的很好玩，我希望每個人都能有做實驗的機會。(億)

至於參與後的收穫，除了增進知識以外，小朋友還提到表達、應變的能力，以及改進錯誤的地方，這些是在我們平時的自然教學中比較少能觸及的部分：

- 我可以大膽的和不太認識的人說話。(丞)
- 學習如何解說。(錡)
- 學會教導別人。(驊)
- 了解對事情的應變方式。(彥)

- 得到許多挑戰者的評論和看法，讓我能加強改進。(哲)
- 自己也學到不少的事，也知道如何改善錯的地方。(億)

## 二、教師問卷調查結果

老師問卷為自編之開放式問卷，分為兩部分進行討論：

### (一)競賽活動

競賽活動的裁判有四位，從他們的反應中，可以找出競賽活動的精神在於讓學生發展以下特質：

#### 1.發揮創意、勇於嘗試

- 這個活動讓我看到學生的創意與嘗試的精神，能運用各種指示劑與酸鹼的反應，創造出多彩的顏色。(吉)
- 第一次從討論到完成實驗結果，小朋友的潛力無窮！(安)

#### 2.檢測學習成果進而學以致用

- 在這個活動我看到學生能運用所學，將混濁的水用自己設計的工具還原成乾淨的水，有創意也能學以致用。(吉)
- 神奇的7個杯子真的很神奇，除了「哇！」之外，亦能測出學生的學習成果。(惠)
- 同學應用電磁原理做出各種有趣的工具，由其電報機的製作和摩斯密碼的操作能學以致用。(吉)

#### 3.積極思考改進以解決問題

- 各組學生所設計的實驗方法都有所不同，各有各的優缺點，雖然在操作中有遇到一些難題，不過學生還是想辦法解決，值得讚許。(姿)
- 用自己做的電報機練習打電報，趣味之餘更能讓學生積極思考改良之道。(惠)

#### 4.培養耐心、給予練習的機會

- 學生在顯微鏡的操作和觀察都表現得很不錯，有些人在繪圖的方面還需要多練習，才會畫得更準確。(姿)
- 因為酸鹼值的不同，水溶液有不同的顏色，學生的概念必須要很清楚，也要很有耐心做實驗。(姿)
- 大太陽下能確實達到實驗目標並構思出自己組別專屬的太陽能鍋，很棒！(安)

### (二)成果發表

成果發表除了每月參加競賽活動的裁判外，還包括主任、帶學生來參加活動的級任老師，他們的意見可歸納為以下幾類：

### 1.整體活動很成功

- 活動內容貼近生活，學生參與熱烈。(如)
- 每個實驗都很新奇，很成功的科學教育活動。(杰)
- 「從做中學」，跳脫理論性的知識，融入孩子的生活，孩子會覺得「知識是活的」，這是教育的目的、本義。(姍)
- 科學和生活息息相關，做中學，做中體會科學帶來的方便與樂趣，才是快樂的學習。(豐)

### 2.關主收穫良多

- 關主能親切詳實解說及指導。(如)
- 小老師解說很詳盡，可見事前的訓練很紮實，寓教於樂的闖關活動，good!(閔)
- 能讓學生運用一年所學，設計闖關活動，擔任關主的同時也溫故而知新，遇到闖關者提問更能進一步思考。(惠)
- 這次活動的主題都和課程有關，可以充實學生的學習內容，而且讓學生來當關主是非常棒的，藉此可以訓練學生台風，也是一個很好的經驗。(姿)
- 透過學生實作，指導其他的學生操作學習，孩子們學得的科學原理與概念會根深蒂固，也透過闖關活動快速的把學過的科學概念再複習一遍。(豐)

### 3.參加者在遊戲中學習

- 能將科教專案擴大成全校性的活動，讓小朋友都能共襄盛舉享受有趣的科學世界。(安)
- 闖關活動能讓未參加專案的五、六年級小朋友，也有機會體驗科學遊戲的奧妙，很棒!(惠)
- 同學能將所學過的課程內容，運用在每個關卡，讓參加闖關的同學在遊戲之餘也學習到很多相關的科學自然知識。(吉)

### 4.建議事項

- 若能配備麥克風更好。(如)
- 秩序的掌控，關主的操控流程可以再更進步。(姍)
- 小部分的關主面對同學的疑問，無法清楚說明原理，需要由其他人幫忙，可能是表達能力要再加強。(豪)

## 三、家長問卷調查結果

此份問卷多數是由學生與家長共同填寫，發出 25 份，收回 18 份，回收率 72%。各項填答情形討論分析如下：

(一)社團活動讓週三下午更安全、更有意義

以下是未參加社團前，孩子進行的活動：

項目	百分率
未參加社團前的活動	安親班 44 留在家中 33 圖書館 17 補習 6

留在家中的小朋友，除了寫功課以外，僅有一位是練小提琴，其他則是看電視、玩電腦，還有家長寫「在家玩樂」、「玩手機、和同學出去玩」。家長可能覺得六年級的孩子已經長大了，在家安全無虞，但這些孩子如果沉迷 3C 或外出遊蕩，都很容易發生危險，屆時這段時間不在家的家長可能是最後一個知道的，所以週三下午還是應該妥善安排才是。換言之，如果學校能安排優質的社團，讓孩子的精力有正當去處，當可減少許多青少年問題。

(二)參加社團後的改變

孩子參加社團以後有哪些狀況，填答情形如下：

項目	百分率
和家人談論社團活動的情形或趣事	89
帶社團活動所製作的作品與家人分享	89
在家裡製作社團活動所學過的實驗	56
比以前更常動手操作或修繕家中物品	33
比以前更常討論與科學有關的話題	78
比以前更喜歡觀賞科學相關節目或書籍	67
自然考試成績進步	54
對自己做實驗更有信心	78
其他	6
無明顯差異	6

由於我們活動的內容與課程相關，招收對象又是喜歡自然課的孩子，所以這樣的結果並不令人意外，比較可惜的是，裡面唯一不及 50% 的是「比以前更常動手操作或修繕家中物品」，看來我們可以再鼓勵孩子們更樂於動手，探究生活週遭的問題。

在問卷中，家長也給我們許多回饋與建議：

- 很感謝老師。
- 參加後更增加同學之間的感情及互助合作的精神。
- 增加食品科學。
- 讓同學們參與更多的實驗。

- 可以讓孩子分組進行成果發表及海報設計比賽。
- 希望老師能準時下課，因為安親班會派老師至學校接小孩。

至於下學期是否會繼續讓孩子參加，100%的家長都回答「是」，而且表示「非常期待」、「很好的社團」、「因為孩子喜歡」。有了家長支持，我們會更有信心進行往後的活動。

## 伍、討論與建議

### 一、計畫所遭遇的困難及解決方式

原本兩位主持人都預計在今年度擔任自然科教師，但是因為校長臨時退休，行政人員調整，致使新年度職務工作分配進度延後；其次學校為因應未來少子化可能造成的減班、超額教師的問題，預留教師缺額，以代課老師任教；再者因多位正式教師罹患疾病或即將退休，不適合或無意繼續擔任導師，以致可擔任導師之正式教師不足，加上無法確定本專案計畫是否能通過，考量學生受教權及班級的穩定，所以研究者分別自願擔任二年級與六年級導師，因此將計畫內容進行調整：

#### (一)將活動對象由五年級改為六年級學生

由於六年級有較多學生是研究者往年曾經教過的，較為熟悉，方便遴選真正有興趣者參與，另一方面因為都是臨近的班級，可隨時與學生討論，提醒孩子準備。不過因為研究者沒有擔任過全部六年級學生的自然老師，所以無法「強力宣傳」，加上學校社團眾多，同時段有很多選擇，六年級的男孩會更偏好體育活動，所以不像往年科學社團的「秒殺」，但有較多女生加入，而且可喜的是，成員的背景知識能力即使較為不足，也都充滿興趣，讓我們十分欣慰。

#### (二)重新擬定所有課程與競賽活動

由於參與者改變，為了讓學生能以課本為基礎，延伸課內所學，所以將活動改為配合六年級康軒版自然課程，重新擬定所有課程與競賽活動，這讓我們又花費了一番心思，原來計畫的活動，就留待明年再來進行了！。

#### (三)調整活動時間

由於導師工作十分繁重，研究者只好將活動時間改為兩週一次，但在每次活動結束前，我們會預告下次進行的競賽，讓學生可以先行討論和準備。原本我們覺得活動時間減少十分可惜，但是，後來發現將準備的過程交給學生，讓他們有自主學習的機會也很不錯，竟和現在的「翻轉」風不謀而合。

#### (四)邀請新手教師參與

由於競賽活動會邀集學校其他老師擔任評審，競賽題目又與課程相關，所以可藉此機會與其他老師分享教學經驗，特別是讓未曾擔任過六年

級自然教學或新進的代課老師，可在交流過程中更了解不同年級課程間的銜接。

## 二、學生學習方式的改變

在活動中，可以觀察到學生學習有下列改變：

### (一)學習更加主動

由於社團活動的學習內容是課本的延伸，所以難度較高，但對有興趣的學生反而較有挑戰性，而且學生知道緊接而來有競賽，會更認真學習。剛開始有些學生並未積極的去尋找相關資料，但是第一次競賽結束之後，發現準備充分的小組和自己的落差，就開始認真起來，詢問是否可以在競賽時帶資料來；在路上巧遇，會趁機詢問競賽相關問題，例如：再確認研究問題、器材等等。也會主動關心下次的活動的主題。

### (二)獲得更多元、及時指導

由於競賽過程中有更多老師參與，可以輔助研究者了解各組活動進行的實況，及時解決問題，排解紛爭，糾正錯誤，督促進度、進行深入討論。小朋友看到自己熟識的老師，也會很高興，會希望表現更好，甚至會猜測下次是哪位老師來評分，增添不少學習樂趣。

### (三)追求各方面的成功

小朋友很在意輸贏，所以經常關切、苦苦追問，因此老師講評時要特別小心，讓他們繼續懷抱希望的努力；我們也會趁此告訴孩子：學習態度、善後收拾、團隊合作、實驗計畫和思考等等，都是很重要、需要兼顧的。此外，看似失敗的實驗其實也有可學習之處，課本的實驗都是計畫好的，所以才會有漂亮的結果，真實的、自己規劃的實驗，可能會有多不周到的地方，但這個求知的過程才是最可貴的。

### (四)有反覆練習的機會

孩子都喜歡做實驗，但是實驗重點與心得的筆記、實驗結果的記錄，就顯得不夠仔細用心，在觀察、發現、描述、畫圖，都還要再加強。學生普遍做第二次實驗時的技巧與結果明顯優於第一次，現行課程時間雖不足以做很多次，但常做實驗的孩子仍可以將經驗類化到下次實驗，所以自然老師真的要多提供動手的機會給孩子，這種學習經驗，是精彩的課本、影片、電子書所無法做到的。

## 三、社團活動的檢討

(一)下學期活動時，多位小朋友反應老師都以電子書進行教學而沒有做實驗，尤其是需要加熱的實驗，所以花了較多時間進行課本內的實驗。

(二)社團活動時，如果要重做課本上的實驗，小朋友常會比較不感興趣，但是其實他們的操作技術未必熟練，進一步詢問原理或細節時，也往往答不出來。在老師指導和反覆嘗試後，他們才發現原來還可以有其他延

伸。如果僅用影片或講述教學，效果絕對無法和親自動手做相比。

- (三)帶來驚奇程度較大的補充活動，較容易獲得小朋友青睞，例如上學期的神奇的七個杯子，下學期的指紋現形；這類活動在坊間書籍、網路資料上很多，但是選擇時要注意與課程的相關性，以能輔助孩子更了解課程內容者優先。

#### 四、競賽活動的檢討

##### (一)適度的挑戰可增加學習興趣和效果

雖然學生在每次活動都十分投入，但是在期末的問卷中可以發現學生最喜歡或印象最深刻的，還是競賽活動，例如上學期的電報機製作、汙水變清水、製作顯微標本、下學期的太陽能鍋、投石器、紙飛機。競賽的主題都是開放性的問題，沒有固定的步驟與答案，所以孩子要應用所學，提出假設，設計方法驗證，歸納結果，還需要團隊合作，經過不斷的討論和修正，透過小組間的觀摩與競爭，來改進先前完成的部分，雖然困難度高，但是也更受小朋友歡迎。可見我們實在不要小看孩子的能力，一直簡化教材，反而讓孩子覺得學習無趣。

##### (二)平日教學可用自由探究代替競賽

競賽需要的時間較長，在社團活動比較容易實施，如果沒有社團，老師也可以在班上推廣一些器材簡易安全，小朋友可以自行在家嘗試的活動，這樣經濟不許可參加科學營隊的小朋友，也有機會探索科學；不過小朋友自由研究會有惰性，老師可以偶爾提醒進度是否完成，有無遇到困難；如果能將自然教室布置成諮詢中心，提供參考書籍，指點研究方向，孩子會更樂於參與。

#### 四、期末闖關

##### (一)以動態活動為主

研究者原本希望在期末闖關中設置太陽能灶、電報機、簡易馬達等器材的展示區，由學生來解說和示範，但是小朋友一致表示希望能帶同學做實驗，所以這些主題在此次活動中沒有呈現，往後我們會再試著訓練孩子這方面的能力。

##### (二)學生能力因分享而成長

教而後知困，當學生擔任關主時，就會發現自己雖然會操作實驗，但對於原理未必清楚，為了不讓觀眾質疑，就會更深入研究；有的小朋友還表示學會了怎樣清楚表達、解決突發問題，所以關主是闖關活動中受惠最多的一群。由於考慮到科學遊戲會因內容及觀眾感受不同，好玩程度也不同，所以我們將觀眾回饋分為「講解清楚」和「好玩」兩項，讓關主明確知道參加者是否聽懂講解，也增設師長評分的部分，獎勵對於原理可以深入解析的孩子。

### (三)闖關不流於玩耍

以推廣科學的立場，闖關是一個快速的方法，但是來闖關的小朋友，尤其是畢業班的學生往往不想聆聽，容易流於玩耍，有賴關主適當的引導和把關，不能僅只是將實驗器材直接遞交給參觀者，這部份我們請參與活動的老師協助幫忙提醒或提問。在期末報告時，教授也提出建議，提高關卡難度、先公告闖關原理、給予實質獎品，會讓闖關者更有收穫。

### (四)融入日常教學效果更佳

上述實驗如果在平日的課程中進行，在教師的引導下，會有比較深入的探究，而非浮光掠影的玩，且能幫助學生了解課程內容。這些活動所需時間都不長，其實不會影響進度，也可做為小朋友認真學習的獎勵，讓學習更有樂趣和效果，絕不亞於反覆考試複習。

## 五、對學校的建議

### (一)加強自然科實驗教學的督導與落實

從學生的反應中得知，自然科教師使用電子書蔚為風氣，甚至實驗都只觀看影片而不實際操作，這實在是對科學教育的一大傷害，嚴重影響學生在科學上的技術學習、實際驗證的經驗、以及創意發想，所以建議學校在學期開始之前做好自然科教師的實驗準備，新手教師的訓練，以期能達到教學的最佳效果。我們在研究期間，也刻意邀請新加入自然領域的老師或代課教師，希望他們將來有機會任教六年級時，可以將這些活動用在教學上。

### (二)加強教具室管理

本年度起，政府規定教科書商不能提供教具，這對於原本就設有教具室，並留存許多教具的本校來說，衝擊較小，但是也可發現部分老師進行實驗的意願降低不少；至於原本依靠廠商提供教具的學校來說，就會大大影響學生進行實驗的質與量。

教具室的整理與管理是需要投注時間與人力的，教具室管理得好，使用率才會高，讓自然教師團隊投入整理與管理的工作，才能更有效的利用教具，也才能提高老師們做實驗的興趣。

## 六、對科教中心的建議

(一)感謝科教中心的教授們，總是給予我們溫暖的鼓勵，對於研究中不盡理想的地方耐心指正，讓我們有信心及勇氣繼續努力。

(二)很感恩有科教專案計畫的經費，讓我們可以整理、檢修高齡的顯微鏡，並添購新的顯微鏡；有更充裕的實驗材料預算，讓孩子可以有更多器材可使用。

(三)科教專案如果能提早於六月底或七月初核定並通知，學校就可在新學年度開始前，安排或調整參與老師的職務與課務，如此一來會使進行研究更為順利。

(四)前面提到的教具問題，教師當然應該自行或請學生一同準備教學所需的器材，但是若要提升科學教育的品質，需輔導自然老師(尤其是初任者)自製或選用替代教具，甚至像部編版時代配發教具到各校，鼓勵優異教學技巧與教具，在審查教科書時，要求書商優先選擇生活中易取得的材料來編寫實驗，或是選定區域種子學校，投注實驗器材經費，辦理實驗競賽，訪視學校科學教學成果，帶動學校重視自然實驗操作的風潮。否則自然科教學將淪為紙上談兵。

2.很多學校都有非常認真熱心的自然老師在崗位上孜孜矻矻的做著基礎實驗，但是，隨著年華老去，年輕一輩的老師願意捨棄電子影片來動手操作的越來越少，這是科學教育的隱憂。科學教育中心應該重視這個問題，在師資培育時加強這個部份。

## 七、對自己的建議

(一)我們做了二次的科教專案，都是以學生的操作為主，受惠的學生人數雖然不多，但卻也是紮紮實實的影響了學生。在期中報告時聽到教授的建議，希望我們的專案能夠更有研究性質，而不要停留在教學的層面，因此想到，或許下一次的專案申請就針對自然科教學現場進行調查，針對老師及學生，探討教材、教法、教具使用、教學困難等等問題，用實驗調查來驗證“用電子書上課，不做實驗”是否是全面性的問題，及其利弊得失，應該也是個不錯的主題。

(二)今年度我們開發了適用於六年級的科學競賽教材，我們希望日後能夠延伸到三至五年級，甚至低年級的生活領域課程，讓探究科學的風氣影響全校，造就一群好學深思，勤於實驗的孩子。

## 陸、參考書目

王美芬、熊召弟(1995)國民小學自然科教材教法。台北市：心理。

盧秀琴等(2012)培育國小自然與生活科技領域教師的教學案例課程。台北市：五南。

Joseph Abruscato 原著，莊奇勳譯(2005)自然與科技領域教材教法。台北市：學富。

王純姬等(1999)。國小自然與生活科技第七冊(6 上)。新北市：康軒文教。

王純姬等(2000)。國小自然與生活科技第八冊(6 下)。新北市：康軒文教。

王純姬等(2014)。國小自然與生活科技第七冊(6 上)。新北市：康軒文教。

王純姬等(2015)。國小自然與生活科技第八冊(6 下)。新北市：康軒文教。

## 附件一教學活動設計

### 1 單元名稱：天氣變化再深究

#### 活動簡介：

本活動包含 3 個活動：保特瓶中的雲、瞬間壓扁、瓶子裡的龍捲風，加上成員相見歡、認識常用實驗器材，共約 2 節課，80 分鐘。

#### 配合單元：

康軒版自然，六上天氣的變化

活動一 大氣中的水→保特瓶中的雲(10 分鐘)

活動二 認識天氣的變化→瞬間壓扁(40 分鐘)

活動三 颱風→瓶子裡的龍捲風(10 分鐘)

#### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.知道大氣中露、霧、雲、雨、雪、霜的形成原因。
- 2.透過操作實驗，發現溫度是影響大氣水蒸氣形態的主因。
- 3.認識地面天氣圖高、低氣壓、等壓線等符號。
- 4.了解颱風的形成與消散。

#### 學習目標：

- 1.了解雲的形成與大氣壓力和凝結核有關。
- 2.體驗大氣壓力的強度。
- 3.藉由模型了解颱風的結構及運轉情形。

#### 器材：

保特瓶中的雲：線香、2000CC 寶特瓶及瓶蓋、溫水、打火機

瞬間壓扁：鋁罐、夾子、水槽、加熱器具

瓶子裡的龍捲風：2 個 600CC 寶特瓶、2 個保特瓶蓋、防水膠帶

#### 活動流程：

##### 活動一 寶特瓶中的雲

步驟：1 將少量溫水倒入寶特瓶中。

2.將點燃的線香伸入寶特瓶中 3 秒鐘，讓少量煙霧進入，即抽出線香。

3 將瓶蓋蓋緊，瓶子對著光線明亮的地方。

4.用手捏住瓶身再放鬆，瓶中會出現甚麼現象呢？

現象：可以看見瓶中產生霧氣又消失。

原理：這個實驗在說明雲的形成和大氣壓力、凝結核相關：缺乏凝結核(煙霧)時，即使有水蒸氣也無法形成雲或雨；高空氣壓較小，較平地容易產生雲。地面的空氣，在上升過程中氣壓降低，使體積膨脹，需要消耗能量，空氣溫度降低，空氣中可能容納的水汽量降低，過剩的水汽便附著在飄浮於空中的凝結核上形成水滴或冰晶聚集在一起，飄浮於空中便成了雲。

## 活動二 瞬間壓扁

步驟：1.將鋁罐內加入少許的水。

2.將鋁罐用夾子夾好，放到加熱器具上加熱。

3.當罐內的水沸騰，冒出大量水蒸氣時，將鋁罐的開口朝下，壓入裝滿水的水槽中。

現象：鋁罐會發出一聲巨響，瞬間變扁。

原理：鋁罐並不是因為熱脹冷縮而變扁，而是因為沸騰時，水蒸氣將瓶子裡原有的空氣排出，當罐子快速冷卻時，水蒸氣冷卻變成水，瓶內的壓力遠低於外界的大氣壓力，所以瓶子瞬間被壓扁。

## 活動三 瓶中的龍捲風

步驟：1.將 2 個寶特瓶蓋中央各打 1 個直徑約 1 公分的洞，然後用防水膠帶將兩者黏起來。

2.將其中 1 個寶特瓶裝 2/3 的水，然後蓋上瓶蓋，再將另一個空瓶接上去。

3.將寶特瓶裝水的一端在上，空的一端在下，這時水會流下來嗎？

4.雙手分別握住寶特瓶的上下兩端，以順時針或逆時針旋轉，然後將瓶子放在桌上。

5.這時瓶中的水會出現什麼現象？

現象：瓶子裡的水會出現類似龍捲風的漩渦，並且快速流下。

原理：原先下方寶特瓶裡的空氣壓力會阻止水流下；但是旋轉之後，旋轉中心出現類似颱風眼的空洞，下方的空氣可由此洞到達水面上方，水面上方的空氣壓力可以加速水的流出，看起來就像瓶子內颳起龍捲風一樣。

## 注意事項：

1.活動一中的寶特瓶，以可口可樂的汽水瓶最耐壓，多次使用後也不易變形；水溫勿過高，以免保特瓶變形；線香煙霧勿加太多，以免實驗結果不明顯，或無法分辨煙和雲的差異；放入線香要小心，不要燒破瓶子。

2.活動二小朋友往往等不及大量冒煙就將鋁罐泡進水中，或是沒有將開口完全浸入水中，以致效果不佳，要提醒小朋友務必要有耐心；加熱前可先練習怎樣將罐子夾好、怎樣將罐子浸入水中較為順手，才不會因手痠或慌張而隨便將罐子丟進水中。

3.活動三中小朋友常常會抓住瓶蓋來旋轉瓶子，造成漏水或解體，可以用快乾膠

將瓶蓋黏緊，或是另外鋸一截水管套在瓶蓋外側，較不易損壞。

### 研究者的省思：

- 1.這個單元原先設計的實驗較少，比較偏向靜態的敘述，加上製作出的雲和線香的煙霧不易分辨，而且出現氣壓一詞，但過去空氣的課程中完全沒有介紹，所以透過這三個簡單實驗，讓學生可以更具體了解這單元。尤其是瞬間壓扁這個活動，頗具音效，十分受歡迎。

### 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

可以近距離看到雲。(中)

讓我們知道天氣是如何變化。(哲)、(閔)

### 參考資料

Bob McDonald & Eric Grace 著，詹舜宇譯(1993)奇妙的科學探索。高雄市：百麗文化。

Janice Partt Ven Cleave 著，王國權譯(1993)不可思議的科學實驗室-地球科學篇。新北市：世潮。

Susan V. Bosak 著，湯谷清譯(2000)發現科學：觀察氣候。台北市：遠哲。

蕭次融等(2000)玩科學秘笈。台北市：遠哲。

## 活動照片



認識實驗器材



介紹器材的使用方法



講解實驗流程



保特瓶中的龍捲風



保特瓶中的龍捲風



保特瓶中的龍捲風



瞬間壓扁



瞬間壓扁

## 2 競賽名稱：少年 $\pi$ 的奇幻漂流—汙水變清水

### 配合單元：

康軒版自然，六上天氣的變化 活動一 大氣中的水

### 原課程(大氣中的水)重點：

- 1.知道水有氣態、液態和固態的變化。
- 2.了解雲、霧、霜、露的形態和形成原因。
- 3.透過操作實驗模擬雲、霧、霜、露的形成原因。
- 4.知道大自然中水的循環途徑，了解水循環與天氣變化的關係。

### 學習目標：

- 1.能針對競賽主題蒐集相關資料。
- 2.能利用課本上學習過的原理，設計實驗。
- 3.能分工合作，完成實驗裝置，進行實驗。
- 4.能檢討實驗的缺失，提出應改進的事項。

### 評量標準：

- 1.依照水的顏色、透明程度、水量來比較各組收集到的水。
- 2.實驗過程是否合理、認真、仔細、合作。
- 3.能檢討實驗過程的優缺點，對於實驗結果提出合理的原因和改進方法。

### 器材：

壁報紙、蠟筆；學生所列出的器材，如：燒杯、玻璃管、酒精燈、三角架、陶瓷纖維網、水壺、電磁爐…等。

### 活動流程：

- 1.課前準備：在前一次社團活動結束前，先以電影「少年  $\pi$  的奇幻漂流」為例，討論主角如何將海水變成飲用水，並宣布下次競賽主題與此相關，請學生收集資料，準備器材。
- 2.宣布競賽主題為「淨化汙水」，請同組小朋友彼此分享事前蒐集的資料，並決定本次競賽要採用的裝置，然後將設計圖畫在壁報紙上。
- 3.請各組上台報告自己的設計原理。
- 4.將等量的汙水發到各組，請各組小朋友依據設計，架設實驗裝置，進行實驗。
- 5.20 分鐘後，比較各組所收集到的水。
- 6.請各組上台發表：原先設計和實際裝置的差異、實驗中遭遇的困難、水質不佳的原因…等需檢討改進的部分。

7.老師講評，宣布競賽結果。

### 注意事項：

- 1.學生收集資料時得到的淨水方式，有些需要較長時間，例如利用陽光蒸發，要請學生考慮天候狀況和能否在社團活動時間內完成。
- 2.學生設計的裝置通常較為簡略，例如忽略加熱後的高溫、如何固定器材、裝置是否可有效收集水份，清水和汙水會不會互相汙染…等，實驗過程中需不斷巡視，提醒孩子改進，並注意安全。

### 研究者的省思：

- 1.原本考慮用鹽水來進行實驗，但是考量實驗後不易比較乾淨程度，所以改用混有泥漿的汙水來進行，這樣小朋友對於實驗結果比較能一目瞭然，心服口服。但是有小朋友帶家裡的茶壺來進行實驗，所以事後必須徹底清洗才能再使用。
- 2.這是第一次進行競賽，所以小朋友還是很依賴老師，有的組沒有查資料，有的組雖然有查資料，但是並沒有鮮明確的想好要如何進行，所以很沒有自信，互相模仿，實驗設計要改進的地方很多；但等到實驗結束要反省檢討時，他們都可以提出很多的想法，所以我們也一再強調，即使看起來是「失敗的實驗」，也是很有價值的，失敗是為成功做準備，千萬不要以結果來否定自己的努力。

### 參與教師回饋：

- 1.各組學生所設計的實驗方法都有所不同，各有各的優缺點，雖然在操作中有遇到一些難點，不過學生還是想辦法解決，值得讚許。(姿)
- 2.第一次從討論到完成實驗結果，小朋友潛力無窮！(安)
- 3.在這個活動我看到學生能運用所學，將混濁的水用自己設計的工具還原成乾淨的水，有創意也能學以致用。(吉)






### 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

- 1.有一種自己變厲害的感覺。(慧)
- 2.汙水會變成清水，很神奇、很好玩。(憲)、(美)、(偵)
- 3.遇難時不會渴死。(禕)
- 4.我好像變魔法師了。(郁)

### 參考資料

里內 藍著，張傑雄譯(2010)冒險圖鑑：999 招野外探險求生術。新北市：遠足文化。

## 學生設計裝置類型及其優缺點

	<p>類型一：將不鏽鋼水壺、水管以膠帶密封，將汙水用電磁爐加熱，利用燒杯收集冷卻後的水。</p> <p>優點：加熱速度快，水蒸氣不易散逸。</p> <p>缺點：若不拆開裝置，無法得知水是否燒乾；汙水中的泥土噴濺到壺嘴，反而汙染了辛苦收集的水。</p>
	<p>類型二：將汙水放入大燒杯中，裡面放一個小燒杯，加熱，大燒杯上面覆蓋保鮮膜，保鮮膜上方放一重物，使水蒸氣沿凹陷處流入小燒杯。</p> <p>優點：仿照書上利用日光淨水的方式。</p> <p>缺點：水沸騰時，小燒杯會移動，且大燒杯裡的汙水也會進入小杯中。</p>
	
	<p>類型三：將汙水放入大燒杯中加熱，大燒杯上面覆蓋玻璃板，以玻璃管收集水蒸氣。</p> <p>優點：汙水不易汙染淨化後的水。</p> <p>缺點：玻璃管口太小，收集速度緩慢，水蒸氣溶液散失。</p>

## 活動照片



各組發表設計



各組實驗裝置



各組實驗裝置



實驗情形



裁判詢問學生問題



各組實驗結果



檢討實驗結果



裁判講評

### 3 單元名稱：微生物與食品保存再深究

#### 活動簡介：

本單元包含 2 個活動：認識顯微鏡、玻片標本製作，共約 2 節課，80 分鐘。

#### 配合單元：

康軒版自然，六上微生物與食物保存

活動一 生活中的微生物→認識顯微鏡、玻片標本製作

活動二 食物腐壞的原因

活動三 保存食物的方法

#### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.地球上的生物除了肉眼可見的動植物以外，還有不易用肉眼看清楚微生物。
- 2.能用放大鏡找出黴菌的孢子囊和菌絲。

#### 學習目標：

- 1.學習顯微鏡的操作方法。
- 2.學習玻片標本的製作方法。

#### 器材：

認識顯微鏡：顯微鏡、掛圖、生物切片標本

玻片標本製作：蓋玻片、載玻片、小刀、燒杯、滴管、水蘊草、吸水紙、鑷子

#### 活動流程：

##### 活動一 顯微鏡下的世界

步驟：1.利用顯微鏡掛圖及顯微鏡，介紹顯微鏡各部份構造。

2.介紹顯微鏡的使用方法及注意事項。

a.轉動旋轉盤，使低倍(最短)的物鏡對準載物台上的圓孔。

b.以玻片夾固定標本。

c.轉動粗調節輪，調整物鏡與玻片的距離，以免撞破標本。

d.兩眼同時張開觀察，並調節粗細調節輪，使視野清楚。

3.介紹顯微鏡放大倍率計算方法、顯微鏡發明史、顯微鏡種類。

4.分組練習操作顯微鏡。

現象：可以觀察到標本的清楚影像。

原理：將標本切成薄片，使光線可以穿透，然後透過接物鏡與接目鏡來使影像放大，但是影像與實物放下顛倒左右相反。接物鏡與接目鏡的倍率相乘，就是放大的倍率。

## 活動二 玻片標本製作

- 1.介紹玻片標本製作的方法及注意事項。
- 2.製作水蘊草、頭髮、鹽(或其他粉末亦可)的玻片標本。
- 3.將自製的玻片標本放在顯微鏡下觀察。

### 注意事項：

- 1.活動一中小朋友最容易出現的狀況就是顧著觀察顯微鏡，而不知不覺讓鏡頭撞上玻片標本，造成標本或鏡頭破裂，所以一定要提醒小朋友先將接物鏡降到最低，再慢慢往上升，就可以避免此一問題發生；在低倍鏡換到高倍鏡時，因為視野變小，所以會找不到原先觀察的部分，都需多次練習才會熟練。
- 2.活動二中最容易出現的問題就是蓋玻片破裂，要提醒小朋友務必注意安全，而且使用後要斜放在有洞的籃子裡晾乾，日後比較容易拿起而不會沾黏在容器底部。

### 研究者的省思：

- 1.曾經教過一位平常對自然興趣缺缺的學生，在操作顯微鏡時卻表示這是她認為四年的國小自然課程中最有趣的部分，讓我印象深刻；但是過去的顯微鏡課程中多半放在自由探究中，老師通常不會教這個部份，很多學校甚至早就沒有顯微鏡了，這是非常可惜的，而且國中課程更繁重，更不可能進行實驗，多數的孩子也很少有機會到科博館去操作，所以我們很感激科教專案，可以讓我們有一筆經費檢修年久失修的顯微鏡，並且採購新的顯微鏡，讓孩子有更多機會操作，這是小朋友的福氣！

### 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

- 1.第一次使用顯微鏡，感覺很興奮。(中)
- 2.讓我看見微小的生物。(翔)(閔)(志)
- 3.很神奇，我好像變科學家了。(郁)

### 參考資料

金鐘文著，徐月珠譯(2014)哇！顯微鏡下的世界真好玩：愛上科學的顯微鏡小百科。台北市：三采。

諸亞儂(1992)生物學實驗。台北市：三民。

## 活動照片



老師講解



學生聆聽



練習調整顯微鏡



練習調整顯微鏡



練習觀察與繪圖



練習製作玻片標本



練習過程



做記錄

## 4 競賽名稱：顯微鏡標本製作觀察與繪圖

### 配合單元：

康軒版自然，六上微生物與食物保存

活動一生活中的微生物

活動二 食物腐壞的原因

活動三 保存食物的方法

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.地球上的生物除了肉眼可見的動植物以外，還有不易用肉眼看清楚微生物。
- 2.能用放大鏡找出黴菌的孢子囊和菌絲。

### 學習目標：

- 1.學習顯微鏡的操作方法。
- 2.學習玻片標本的製作方法。

### 評量標準

- 1.能在 2 節課中，將所有競賽素材製作成玻片標本。
- 2.能將觀察到的標本繪製成清晰的記錄圖。
- 3.活動過程中能正確細心操作器材。
- 4.活動過程中能分工合作、妥善收拾器材。

### 器材：

顯微鏡、蓋玻片、載玻片、小刀、燒杯、滴管、吸水紙、鑷子、碘液、棉花棒、榕樹、洋蔥、頭髮、魚鱗、紫背鴨跖草、蘆薈。

### 活動流程：

- 1.複習顯微鏡的使用方法。
- 2.宣布今天競賽的項目與規則：
  - a.各組分工合作製作標本。
  - b.將標本放在顯微鏡上，觀察到清晰的影像後，請評審認可。
  - c.進行繪圖工作，完成後請評審認可。
- 3.收拾器材。

### 注意事項：

- 1.榕樹表皮不易撕開，須用較尖銳的鑷子，使用時須注意安全。

## 研究者的省思：

- 1.此次活動製作標本的順序是由簡單的頭髮、魚鱗，一直到難度較高的榕樹、鴨跖草，越到後面，越是耐心的考驗，但是當小朋友終於成功時，他們也感受到很大的喜悅與成就感。
- 2.學生幾乎很少人能兩眼同時張開觀看顯微鏡和記錄紙，所以繪圖速度很慢，繪出的圖也不太能掌握標本的重點，這方面的能力普遍不足，需再加強。

## 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

- 1.切葉子很好玩。(丞)
- 2.可以觀察很多標本。(偵)

## 參與教師回饋：

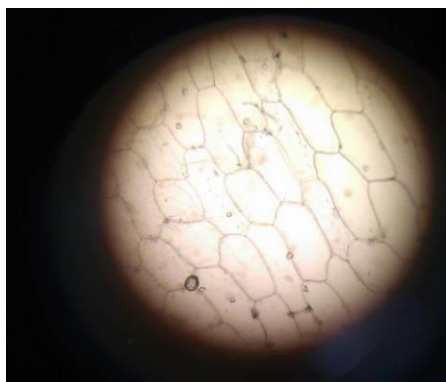
- 1.學生能正確的操作顯微鏡，並能將所觀察到的標本繪製出來，手腦並用。(吉)
- 2.學生在顯微鏡的操作和觀察都表現得很不錯，有些人在繪圖的方面還需要多練習，才會畫得更準確。(姿)
- 3.自己也很新奇能看到完整標本呈現在顯微鏡中，同學還須準確的畫出標本，完美呈現。(安)

## 參考資料

金鐘文著，徐月珠譯(2014)哇！顯微鏡下的世界真好玩：愛上科學的顯微鏡小百科。台北市：三采。

諸亞儂(1992)生物學實驗。台北市：三民。

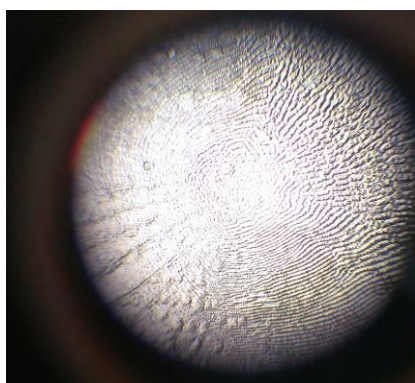
## 學生製作標本照片



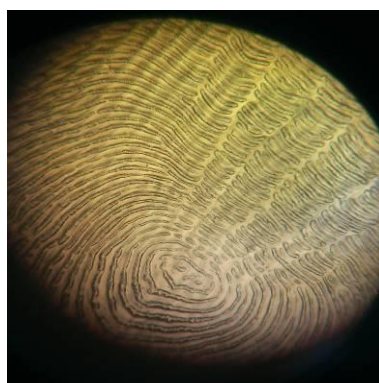
洋蔥表皮細胞



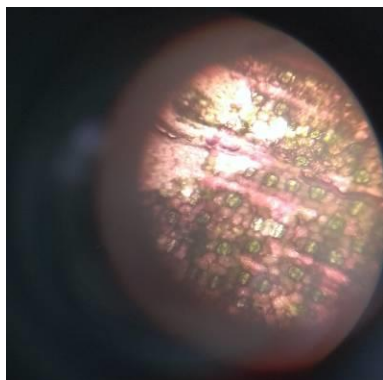
分岔的頭髮



魚鱗



魚鱗(染碘液)



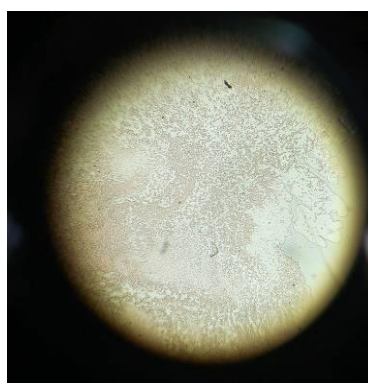
紫背鴨跖草



口腔表皮細胞



榕樹表皮細胞及氣孔



血球細胞

## 活動照片



說明競賽項目



製作標本



小朋友不習慣雙眼觀察



畫圖記錄



評審與小朋友討論



評審巡視各組



拍攝照片



介紹參考書籍

## 5 單元名稱：大地的奧秘再深究

### 活動簡介：

本單元包含 1 個活動：鵝卵石，約 20 分鐘。

### 配合單元：

康軒版自然，六上大地的奧秘 活動一 多變的大地景觀

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

1.藉由實驗結果，推理河流上游、中游和下游的堆積物形狀特徵不同，與坡度（流速）有關。

### 學習目標：

- 1.透過實驗，了解鵝卵石形成的原因。
- 2.了解物體重心的位置，會影響運動的方式。

### 器材：

15 公分見方的鋁箔紙、彈珠、兩個紙杯或塑膠杯、膠帶、塑膠淺盤

### 活動流程：

步驟：1.將彈珠放在鋁箔紙的正中間。

2.用鋁箔紙將彈珠包好，並把接縫處用膠帶黏好。

3.將包好的鋁箔紙放進紙杯裡搖動。

現象：鋁箔紙會變成中空的圓球，而且圓球還可以在盤子上面像跳豆一樣滾動。

原理：搖動紙杯的時候，裡面的彈珠和鋁箔紙會跟著晃動。裡面的彈珠會以不同的方向撞擊鋁箔紙內側，漸漸地，尖銳的角被撞圓，鋁箔紙就變成中空圓球形了。這就跟河流卵石是一樣的道理。將鋁箔球放在盤子上並傾斜，鋁箔球會翻滾，這是因為當內部質量較大的鋼珠在滾動時，會連帶使鋁箔紙看起來像是站立、倒下的樣子。

### 注意事項：

- 1.活動中如果鋁箔紙變形，只要再放回杯子中搖晃一陣子，就可以恢復原形。
- 2.使用太大的玻璃珠或是用力過猛，都會使鋁箔紙破裂，所以折疊、黏貼鋁箔紙時，要盡量把彈珠放在中間，如果第一次向上對摺，第二次就往反方向對摺，就不會僅有一層鋁箔紙接觸彈珠。
- 3.也可以用米飯代替鋁箔紙和彈珠，小朋友就有圓圓的飯糰可以吃了。

## 研究者的省思：

- 1.研究者曾經拿河邊撿到鵝卵石給小朋友觀察，孩子們對於渾圓的石頭很是驚嘆，但是效果不如親眼看見方形的鋁箔紙變成圓形，可以更理解石頭在河裡碰撞碎裂的過程。這是一個很好玩的活動，不會影響進度太多，真的可以一試。

## 參考資料

學研著，鄭涵千譯(2010)。廚房裡的小科學家 1：魔術般的 66 道科學實驗遊戲。台北市：三采。

## 活動照片



各組活動情形



各組活動情形



各組活動情形



各組活動情形



師生共同討論



各組活動情形

## 6 單元名稱：電磁作用再深究

### 活動簡介：

本單元包含 2 個小活動：簡易馬達製作、認識發電機，共約 2 節課，80 分鐘。

### 配合單元：

康軒版自然，六上電磁作用

活動一 指北針和地磁

活動二 電磁鐵

活動三 電磁鐵的應用→簡易馬達製作、認識發電機

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.察覺通電的線圈會產生磁，學習製作電磁鐵。
- 2.能找出日常生活中應用電磁鐵原理的物品。
- 3.體認日常生活中巧妙的工具是科學原理的應用。
- 4.認識與電生磁概念有關的科學家故事。
- 5.察覺用通電的線圈，可以做簡易小馬達。

### 學習目標：

- 1.認識馬達的構造，並製作簡易小馬達。
- 2.認識風力發電機、硬碟發電機。

### 器材：

簡易馬達製作：漆包線、厚紙板、奇異筆、電池、電池盒、夾子、磁鐵、砂紙、  
方形蛋糕杯

認識發電機：玩具小馬達、舊硬碟、光碟機馬達、電腦風扇、LED 燈、棉線、風  
力發電機、長軸發電機。

### 活動流程：

#### 活動一 製作簡易小馬達

步驟：1.製作簡易小馬達(步驟請參閱康軒版課本 82、83 頁，但馬達的支架由迴  
紋針改為鐵夾和方形蛋糕紙杯)。

2.調整線圈的圈數和線圈大小，比比看，馬達的轉速有甚麼差異？

3.為什麼漆包線一端要全部磨除，而另一端卻只磨上半部就好？

現象：線圈會不停的轉動。

原理：漆包線刮半圈具有開關的作用，雖然轉動半圈會形成斷路，但線圈因慣性繼續轉動，轉半圈後又形成通路產生磁性，與下端的鐵產生排斥，因而形成繼續不斷的轉動。

## 活動二 認識發電機

步驟：1.請小朋友拆開玩具馬達、長軸發電機，觀察內部的構造。

2.將 LED 燈接在長軸發電機的插槽上，轉動軸心。

3.將 LED 燈接在玩具小馬達、舊硬碟、光碟機馬達或電腦風扇上。

4.快速轉動玩具馬達等物品的軸心。

5.用力對準風力發電機的葉片吹氣。

現象：LED 燈發光了。

原理：馬達內部有線圈和磁鐵，根據冷次定律，當磁力線通過線圈時，就會產生感應電流，所以當我們快速旋轉馬達的軸承時，就能產生電流，轉速越快電流越大。所以馬達(電動機)和發電機的構造其實很相似，只是前者是用電產生磁，後者是用磁產生電。

## 注意事項：

- 1.簡易馬達的軸心要選用較粗(0.45mm 以上)的漆包線，而且轉軸要平整、長度均衡，掌握了這些，小朋友就可以享受馬達飛轉的喜悅。
- 2.硬碟馬達為交流電，所以 LED 燈的光會閃爍；硬碟發電機要選用中間沒有凹陷的種類，以免讓繩子卡住。

## 研究者的省思：

- 1.實際操作中研究者發現硬碟發電機很容易發生故障(繩子捲入卡住)，玩具小馬達也無法像參考資料中那麼容易讓 LED 燈亮起來，這個部分尚待研究改進。
- 2.課本中的科學閱讀，對於法拉第的介紹很簡短，可以請小朋友閱讀法拉第的傳記，可以更加了解馬達的原理。

## 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

- 1.因為漆包線會一直轉動，很好玩。(憲)
- 2.很好玩，覺得很有成就感。(郁)

## 參考資料

林明宏(2010)戰勝科展：物理實驗的第一本書。台北市：貓頭鷹。

林宣安(2007)。人類文明的推手。台北市：科學教育館。

姚俊傑(2006)。我做成了發電機了。科學教育月刊 290 期。台北

陳偉民、祈銘輝(2000)。創意教學理化篇。台北：幼獅。

## 活動照片



老師講解



製作小馬達



製作小馬達



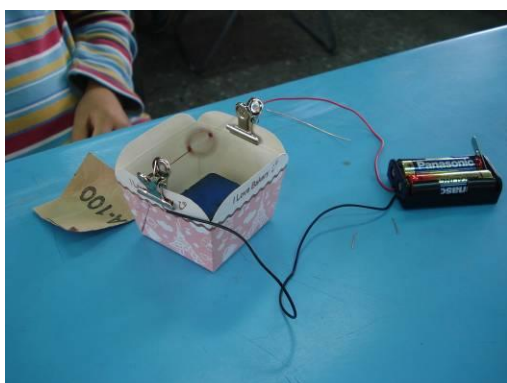
製作小馬達



互相觀摩



不斷測試



小馬達成品



風力發電機

## 7 競賽名稱：電報機

### 配合單元：

康軒版自然，六上電磁作用

活動一 指北針和地磁

活動二 電磁鐵

活動三 電磁鐵的應用

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.經由推理思考，發現通電的電線會產生磁。
- 2.從操作中發現通電的線圈內放入鐵棒，磁力會增強。
- 3.透過討論發現電磁鐵和磁鐵的相同和不同之處。
- 4.探討電磁鐵磁力的強弱和線圈多少的關係。
- 5.藉由實驗發現影響電磁鐵磁力的強弱的因素。
- 6.探討電磁鐵磁力的強弱和串聯電池數量的關係。
- 7.能找出日常生活中應用電磁鐵原理的物品。
- 8.體認日常生活中巧妙的工具是科學原理的應用。

### 學習目標：

- 1.小組能妥善使用工具，合力製作出可以發出聲響的電報機。
- 2.能根據摩斯電碼代號表，傳送與接收指定的訊息。

### 評量標準：

- 1.小組能妥善使用工具，合力製作出可以發出聲響的電報機。
- 2.能說出電報機發聲的原理。
- 3.能說出電報機無法發出聲音的原因。
- 4.能根據摩斯電碼代號表，傳送與接收指定的訊息。

### 器材：

漆包線、砂紙、鐵片、螺絲釘、電池、電池座、木板。

### 活動流程：

- 步驟：1.用漆包線纏繞螺絲釘，約 90 圈以上，並用砂紙將漆包線兩端的漆刮除。
- 2.將螺絲釘固定在木板上。
  - 3.將鐵片一端固定在木板上，鐵片另一端應距離螺絲釘大約 0.3 公分。
  - 4.將漆包線兩端分別接上電池和迴紋針，按壓開關，鐵片會被吸引發出聲響。

- 5.老師介紹摩斯電碼。
- 6.請小組其中一位同學先到教室外面等候。
- 7.老師宣布題目(英文單字)，請留在教室的同學牢記在心，再請在外等候的同學進來，以電報機將題目傳送給對方，兩人不可交談、書寫或比手畫腳。
- 8.原本留在教室內的同學與教室外的交換，重新測驗一次。
- 9.依據兩次測驗的結果統計成績，選出優勝者。

現象：按下開關時，鐵片會發出啪的聲響。

原理：通電的漆包線產生磁力，並且使螺絲釘也產生磁力，形成電磁鐵，吸引鐵片而發出聲響；斷電時，磁力消失，鐵片彈回原位。

### 注意事項：

- 1.漆包線纏繞圈數多而整齊緊密，電磁鐵吸引效果更佳。
- 2.鐵片與螺絲釘位置應距離 0.1-0.3 公分左右，太近會無法彈開，太遠則吸引不到，無法發出聲音。
- 3.可用 1 號電池或鹼性電池增強電力，效果更佳。
- 4.實驗後須將電池拿起來，避免螺絲釘被磁化。
- 5.必須向學生說明，真實的電報機和我們所製做的還是有差距，以免學生誤會(見學生印象最深或最喜歡這個活動的原因)。

### 研究者的省思：

- 1.這個實驗是康軒 1999 年版的課本中的實驗，但在 2014 年版遭到刪除，其實這個實驗器材簡單，操作容易，教學效果也不錯，刪除甚為可惜，所以做為本單元競賽活動。
- 2.由於書商已經不提供教材，所以實驗中的鐵片，是研究者利用鄰居修繕房屋拆下來屋瓦鐵片的，利用剪刀(五金行有售)裁剪使用，有興趣的老師可以參考。

### 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

- 1.聲音像時鐘一樣滴滴答答，既好聽又有趣。(中)
- 2.很有趣，好玩。(慧)(丞)
- 3.可以玩節奏。(禕)
- 4.電報機可以利用電和磁的原理做出來，很好玩。(美)
- 5.很有趣，能知道前人是怎麼製造出來的。(科)(偵)
- 6.我知道了電報機是怎麼做的。(志)

### 參與教師回饋：

- 1.讓學生親自手製作電報機，過程中對電磁作用能有更深的體會。(惠)
- 2.用自己做的電報機練習打電報，趣味之餘更能讓學生積極思考改良之道。(惠)

- 3.同學應用電磁原理做出各種有趣的工具，由其電報機的製作和摩斯密碼的操作能學以致用。(吉)
- 4.小朋友認真參與，能打出正確摩斯密碼，值得讚許！(安)

### 參考資料

王純姬等(1999)。國小自然與生活科技第七冊(6 上)。新北市：康軒文教。

## 活動照片



纏繞漆包線



在鐵片上做記號



各組工作情形



各組工作情形



各組工作情形



組裝完畢來測試！



說明摩斯密碼



我打你猜

## 8 單元名稱：簡單機械再深究

### 活動簡介：

本活動包含 3 個活動：槓桿原理再深究、滑輪知多少、誰最省力，共約 2 節課，80 分鐘。

### 配合單元：

康軒版自然，六下簡單機械

活動一 認識槓桿→槓桿原理再深究(30 分鐘)

活動二 槓桿的應用→滑輪知多少(30 分鐘)

活動三 動力的傳送→誰最省力(10 分鐘)

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.透過觀察和討論，認識槓桿原理。
- 2.透過實驗和討論，察覺槓桿可以幫我們做事。
- 3.察覺不同的槓桿工具，有不同的特性，有些可以省力，有些則是方便工作。
- 4.認識滑輪，並察覺滑輪可以傳送動力，幫我們做事。
- 5.知道定滑輪和動滑輪的裝置。
- 6.透過實驗，知道定滑輪可以改變施力方向，但不能省力。
- 8.透過觀察和操作，知道定滑輪和動滑輪的不同之處。
- 9.透過觀察和討論，知道滑輪是槓桿原理的一種應用。
- 10.透過討論和操作，察覺用水可以傳送動力。

### 學習目標：

- 1.能利用槓桿原理的公式：施力臂\*施力=抗力臂\*抗力，來平衡槓桿。
- 2.認識一個動滑輪與一個定滑輪組成的滑輪組之動力傳送方式。
- 3.了解滑輪兩側繩索夾角與施力大小的關係。
- 4.認識帕斯卡原理。

### 器材：

槓桿原理再深究：槓桿實驗器、砝碼

滑輪知多少：滑輪、鐵架、棉線、彈簧秤、砝碼

誰最省力：大小不同的注射筒、塑膠管、水、杯子

### 活動流程：

#### 槓桿原理再深究

步驟：1.在課堂上的槓桿實驗中，你有沒有試過隨意在槓桿左右兩邊掛上數量、

距離皆不相等的砝碼，卻能使槓桿平衡呢？你知道這其中有什麼規律性嗎？

- 2.如果我在槓桿的左邊第 4 格掛上 3 個砝碼，槓桿的右邊的砝碼要懸掛在哪裡才能平衡呢？要掛幾個？試試看，有哪些不同的組合方式？看看哪一組可以找出最多！
- 3.介紹槓桿原理的公式，請各組回頭檢驗剛才的懸掛方式是否正確。
- 4.老師再出其他問題，例如左邊第 2 格掛 2 個，第 3 格掛 1 個，請小朋友找出可以平衡的槓桿所有方式。

原理：施力臂\*施力=抗力臂\*抗力

## 活動二 滑輪知多少

步驟：1.複習動滑輪與定滑輪各自有哪些特性。

- 2.如果將兩者組合在一起，會不會省力呢？
- 3.改變動滑輪兩側的棉線夾角，對施力會有甚麼影響呢？
- 4.動滑輪掛上砝碼前後，何時比較不容易從棉線上掉落？為什麼？
- 5.試試看，你能表演「空中飛輪」特技嗎？

現象：1.定滑輪加上一個動滑輪，可省約 1/2 的力。

2.夾角越大，所需的力量越大。

原理：1.定滑輪可以改變力的方向，而動滑輪可以省力。

2.滑輪加上重物後，重心在下，所以不容易掉落，許多馬戲表演就是應用這個原理，所以走在鋼索上不會墜落。

## 活動三 誰最省力

步驟：1.在小注射筒上接上塑膠管。

- 2.在小注射筒中吸入 20 毫升的水，再連接大注射筒。
- 3.請小朋友先猜測在哪一個注射筒上施力比較輕鬆。
- 4.將大拇指按在兩個注射筒上，輪流施力，比較哪一邊比較省力。

現象：在小注射筒上施力較省力。

原理：根據帕斯卡定律，在液壓系統中的一個活塞上施加一定的壓力，必將在另一個活塞上產生相同的壓力。也就是說，如果第二個活塞的面積是第一個活塞面積的 1/10 倍，那麼作用於第二個活塞上的力，將增大為原來的 10 倍，而兩個活塞上的壓力(力÷面積)仍然相等。

## 注意事項：

- 1.有些小朋友沒有細心將槓桿實驗器完全調整到水平，加上搭配成組的砝碼重量輕，所以測量時會有誤差，要注意導正，如有問題，可重新做一次。
- 2.注射筒兩端勿過度施力，以免水噴出，弄溼作業或衣服，而且變成玩水課；可到藥局購買自鼻胃管餵食流質食物的注射筒，大小差異更明顯。

## 研究者的省思：

- 1.以往教學時，學生常常會偷偷亂掛砝碼、玩滑輪，引發我思考：如何將亂玩的舉動變成有意義的學習？因而有了這兩個活動，還蠻能滿足學生的好奇心，也能讓他們有收穫。
- 2.從長條形的槓桿轉換到圓形的滑輪，有些小朋友會有理解的困難，需要多加以引導和實測、計算。
- 3.流體傳送動力生活中的實例不少，例如油壓剪、碟煞、千斤頂等；但是對小朋友較陌生，因為這些物品多半是密閉的，看不到內部運作情形，無法得知動力如何傳送，所以利用針筒可以明顯體驗到輕微施力就可以舉起重物。

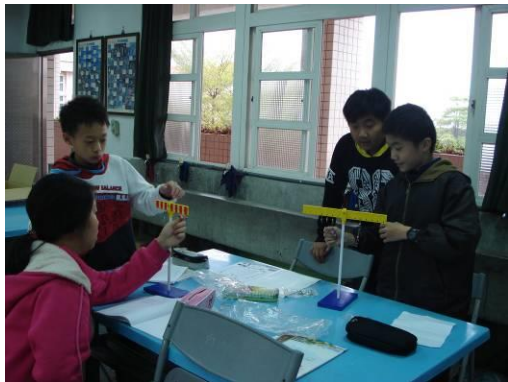
## 學生印象最深或最喜歡的原因：

- 1.很有趣。(彥)(翰)
- 2.可以知道不同機械的原理。(閔)

## 參考資料

- 1.陳義勳(2010)國小自然與生活科技教學：學習與評量。台北市：五南
- 2.Dustyn Roberts 著，曾吉弘譯(2013)讓東西動起來：給發明家、業餘愛好者以及藝術家的 DIY 機械裝置。台北市：麥格羅希爾。

## 活動照片



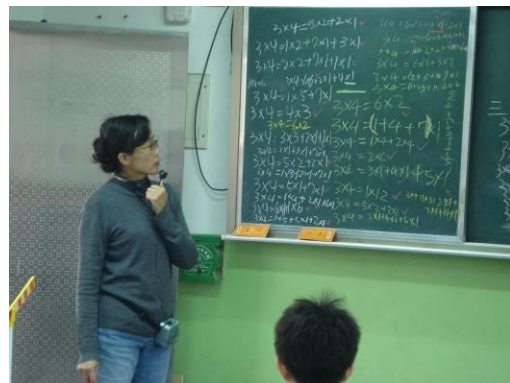
平衡槓桿



平衡槓桿



各組寫出砝碼掛法及算式



老師講評



介紹滑輪組



測量角度與施力的關係



重心在下滑輪不易翻倒



流體傳送動力

## 9 競賽名稱：簡易投石器

### 配合單元：

康軒版自然，六下簡單機械

活動一 認識槓桿

活動二 槓桿的應用

活動三 動力的傳送

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.透過觀察和討論，認識槓桿原理。
- 2.透過實驗和討論，知道怎樣利用槓桿省力。
- 3.透過實驗和討論，察覺槓桿可以幫我們做事。
- 4.透過觀察和討論，推論生活中省力工具的科學原理。
- 5.察覺不同的槓桿工具，有不同的特性，有些可以省力，有些則是方便工作。

### 學習目標：

- 1.認識阿基米德及其設計的投石器。
- 2.將槓桿原理運用在實際可使用的物品上。

### 評量標準：

- 1.器材結構架設穩固。
- 2.能介紹實驗裝置中的支點、施力點、抗力點。
- 3.可以細心耐心改良器材，將乒乓球投擲到最遠處。

### 器材：

原版：橡皮筋、竹筷子、塑膠湯匙、桌球。

改良版：大型曬衣夾、膠帶、塑膠湯匙、乒乓球、學生椅子一張。

### 活動流程：

- 1.請小朋友在活動前蒐集、閱讀有關阿基米德投石器的資料。
- 2.討論槓桿原理應該怎樣應用在投石器上，並畫出投石器構造的簡圖。
- 3.發下材料，請各組製作出投石器。
- 4.進行投擲大賽，選出優勝的隊伍。

### 注意事項：

- 1.對小朋友而言，用橡皮筋綁竹筷子搭架子是件看似容易實際動手卻有點困難的工作，所以老師須提醒小朋友，依據設計圖，先綁好內側構造，再綁外側，並

且要考慮如何纏繞橡皮筋比較順手。

## 研究者的省思：

1.在決定競賽項目時，考慮到學生很喜歡用尺來投射橡皮擦，而且課本中的科學閱讀也介紹了阿基米德的投石器，因此決定用投石器來作為競賽活動，但是在競賽當天發現了幾個問題，須進一步研究改進：

- a.發射架不容易搭建，橡皮筋和竹筷，不容易搭出一個平衡站立的架子。
- b.發射架太輕，即使站好了，也無法承受發射時的彈力。
- c.乒乓球也太輕，感受不到槓桿原理的省力與費力。
- d.實物與玩具之間的差異。

2.由於原本的設計有上述問題，所以在進行期末闖關時，就以曬衣夾做為投石器的基座，和原先活動有所不同，請參閱活動照片。改良版活動流程如下：

步驟：1.先將塑膠湯匙握柄的一端以膠帶固定於曬衣夾，再將曬衣夾以膠帶固定在傾倒的椅腳上。

2.將乒乓球置於湯匙上，按壓曬衣夾，將球彈出。

現象：乒乓球可以發射而出。

原理：1.槓桿原理：施力點：壓下去的地方；支點：曬衣夾中間鐵絲，抗力點：放乒乓球的地方

2.能量守恆：彈力位能轉化為動能，使乒乓球彈射出去。並分為垂直動能與水平動能。垂直動能使乒乓球彈到高位置，得到位能；水平動能使乒乓球獲得水平方向的初速度，決定彈射的距離。

3.椅子的角度、按壓的力道及曬衣夾傾斜的角度都會影響射程及高度

4.若想改變曬衣夾彈出的力道，可以控制曬衣夾打開的程度和改變湯匙的長度（抗力臂）。

## 學生印象最深或最喜歡的原因：

1.簡單好玩。(翰)(閔)(怡)

2.投石器是以前的武器，好像在古代打仗。(偵)

3.我回家又做了一個，很好玩。(元)

4.我覺得簡易投石器很有趣，還知道早期的人是如何使用的。(億)(哲)

5.可以比賽誰做的投石器射得比較遠。(驊)

## 參考資料

投石器。國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系科學遊戲實驗室

<http://scigame.ntcu.edu.tw/paper/paper-008.html>

科學玩具－能量轉換－投石器。科學玩具柑仔店

[http://kingdarling.blogspot.tw/2013/02/blog-post\\_24.html](http://kingdarling.blogspot.tw/2013/02/blog-post_24.html)

## 活動照片



製作投石器



製作投石器



第一次試射



第一次試射



調整與修改



調整與修改



視聽教室前空地決戰



改良後的投石器

## 10 單元名稱：熱對物質的影響再深究

### 活動簡介：

本活動包含 5 個小活動：水煮蛋、烤地瓜、金屬的導熱速度、筷子的乾餹、指紋現形，共約 100 分鐘。

### 配合單元：

康軒版自然，六下熱對物質的影響

活動一 物質受熱後的變化→水煮蛋(40 分鐘)、烤地瓜(20 分鐘)、筷子的乾餹(30 分鐘)、指紋現形(10 分鐘)

活動二 熱的傳播→五種金屬導熱速度

活動三 保溫與散熱

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.知道有些物質受熱後，性質會改變且無法復原，有些則不會改變。
- 2.知道熱會由溫度高的地方傳到溫度低的地方。
- 3.知道正確使用酒精燈的方法。
- 4.知道不同材質的物體，熱傳導的速度也不同。
- 5.知道熱傳導原理在生活中的應用。

### 學習目標：

- 1.認識雞蛋的各部分構造。
- 2.了解蛋白蛋黃在不同溫度與加熱時間下所產生的變化。
- 3.觀察地瓜在加熱前後的差異。
- 4.觀察筷子在直接加熱與密閉加熱所產生的差異。
- 5.碘受熱後產生形態與顏色的變化。
- 6.知道不同材質的金屬，熱傳導的速度也不同。

### 器材：

水煮蛋：雞蛋、鍋子、瓦斯爐、勺子、盤子、計時器

烤地瓜：鋁箔紙、地瓜、刀子、三腳架、酒精燈、烤箱、打火機、切菜板、菜刀

筷子的乾餹：酒精燈、免洗筷、鋁箔紙、試管夾、打火機

指紋現形：酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架、白紙、寬膠帶、燒杯、優碘或碘液

金屬的導熱速度：酒精燈、蠟燭、打火機、五種金屬導熱實驗器材

## 活動流程：

### 活動一 水煮蛋.

步驟：1.介紹蛋的構造包括繫帶、蛋黃、淡蛋白、濃蛋白、氣室、蛋殼、膜等部分。

2.介紹蛋黃蛋白凝固的溫度不同，而且熱的傳導順序為蛋白到蛋黃，因而有溏心蛋與溫泉蛋等不同風味的食品。

3.各組將雞蛋放入鍋子中，加水淹沒，煮到水沸騰後，分別將雞蛋在煮 2 分鐘、4 分鐘、6 分鐘、8 分鐘、10 分鐘時撈起，泡入冷水中。

4.比較加熱時間不同的雞蛋，蛋黃蛋白凝固的情形。

5.小朋友依照個人喜好，取用水煮蛋。

現象：蛋黃會隨著加熱時間不同，而呈現不同的凝固狀態；一般來說，加熱 6 分鐘時的蛋黃恰好凝固，而且不會過於乾燥，加熱至 10 分鐘時，蛋黃與蛋白交界處會產生綠色的硫化物，影響雞蛋風味。

原理：蛋白蛋黃的凝固溫度不同，蛋黃完全凝固的溫度是 70℃，蛋白則是 80℃。控制水溫或是加熱時間，就能夠做出內軟外硬的『糖心蛋』與內硬外軟的『溫泉蛋』。

### 活動二 烤地瓜

步驟：1.將地瓜洗乾淨，切成薄片。

2.觀察並記錄加熱前的地瓜有哪些特徵。

3.將地瓜用鋁箔紙包好，放在酒精燈上加熱只發出香味為止。

4.當地瓜冷卻後，打開觀察，比較和加熱前有哪些差異。

現象：不論是黃色或橘色地瓜，加熱後顏色變深，質地變鬆軟、發出香氣，表皮容易脫落。

原理：地瓜受熱後產生永久性的變化，所以與加熱前不同。

### 活動三：筷子的乾餾

步驟：1.用鋁箔紙包起 3 支竹筷。

2.將鋁箔捏緊（隔絕空氣）。

3.取出較突出的竹筷（製作排煙通道）。

4.將包好的竹筷放置酒精燈上加熱上段部分。

5.點燃火柴檢測開口冒出的煙，檢測氣態產物的可燃性。

6.待開口處火焰熄滅不再冒煙後，移開並熄滅酒精燈(乾餾完成)。

7.等待鋁箔冷卻後打開鋁箔，取出乾餾後的產物。

8.點燃乾餾後的竹筷，並比較未乾餾的竹筷燃燒之不同。

現象：當竹筷乾餾後，會產生水蒸氣、二氧化碳、一氧化碳、甲烷、硫化氫等氣體、焦油以及黑色的木炭。

原理：筷子隔絕空氣加熱分解的過程稱為乾餾，亦屬於不可回復的變化。

#### 活動四 指紋現形

步驟：1.在白紙中央，用大拇指按壓，留下指紋。

2.取大燒杯加入 20 cc的水，滴入一滴優碘。

3.將印有指紋的一面朝向燒杯內。

4.拿至酒精燈上加熱，使碘液蒸發和指紋產生反應。

5.加熱到紙開始變色即停止加熱，並取下紙，觀察紙上有何變化？

現象：紙上會出現指紋。

原理：人排出的汗水中含有些許的油脂，不易由肉眼看出，而碘可溶於油脂中顯現顏色，加上碘是一種會「昇華」的物質，它會由固體直接氣化成氣體的碘分子吸附在指紋印上的有機物上，所以紙張薰蒸過碘蒸氣後，紙上會出現指紋。

#### 活動五 金屬的導熱速度

步驟：1.請小朋友觀察 5 根金屬棒的顏色、重量的差異，並且辨認上面所寫的名稱。

2.在每根金屬棒上與軸心距離相等的位置滴上蠟油。

3.等蠟油乾燥後，將軸心放在酒精燈上加熱。

4.觀察蠟油熔化的速度，並將結果記錄下來。

現象：金屬棒上的蠟油會以不同速度滴下。

原理：金屬種類不同，導熱速度也不相同。

#### 注意事項：

1.如果實驗的主角是食物，小朋友都會很期待能夠嚐嚐看，其實這也可以增加活動的樂趣，但是相對的衛生就很重要，所以水煮蛋的製作前後務必將手、容器清洗乾淨，而地瓜在實驗前後必須仔細觀察，不建議直接食用，老師可以另外以烤箱準備烤地瓜與小朋友分享。

2.所有加熱結束時，都須注意物品是否完全冷卻，以免燙傷。

3.乾餾過程須隔絕空氣，務必將鋁箔捏緊；加熱時需加熱前段部分，以免氣態產物自尾端冒出；但要持續轉動，以免鋁箔紙破裂。

4.指紋實驗的紙張因採用廢紙，所以效果不一，有些清晰，有些呈現一團模糊，燻蒸時間不可太久，手太乾淨或刻意沾油效果都不佳，也可進行隱形墨水實驗，但紙張易起火，變成玩火，模糊學習焦點，較不適合。

5.指紋上的碘晶體會吸收周圍的熱而再度昇華消失，可貼上透明膠帶延長保存時間。

6.加熱金屬棒前，請小朋友先確認金屬名稱，否則何者導熱速度較快會有爭議。

## 研究者的省思：

1. 水煮蛋是生活中簡便營養的料理，孩子學會後也很實用！
2. 烤地瓜兼具色香味的變化，很適合小朋友觀察討論，也能引起學習動機，切薄片後，烘烤所需時間不長，可和水煮蛋活動交替進行，以節省上課時間。
3. 筷子的乾餹雖屬於國中課程，但小朋友看到可以燃燒的氣體會很驚奇，所以還是納入此次的活動；在這個實驗過程中牽涉很多原理，可以邊講解邊詢問孩子，讓他們把學過的概念整合，例如利用鋁箔紙包裝是為了容易導熱，並且將竹筷子密封，但最外層的鋁箔紙包得鬆鬆的則是利用空氣隔熱，此時即使用手拿著也不會燙傷。
4. 優碘是生活中的常用的藥品，實驗中顏色的變化(褐色變紫色)也很有驚奇效果；指紋常常是破案的關鍵重要角色，所以大家的興趣都很高，實驗所需的時間短，所以放在闖關活動前辛苦的準備工作當調劑。
5. 碘由溶液昇華為蒸氣，再結晶的概念，也可以放在天氣的變化單元中。
6. 小朋友所知道的金屬種類有限，所以對實驗器材中的金屬名稱很陌生，老師可以先介紹一下日常生活中它們應用在何處。實驗後有小朋友表示今天才知道原來金屬導熱速度有差別。

## 參考資料

莊毓文(1987)奇妙的化學。台北市：台灣書店。

蕭次融等(2000)玩科學秘笈。台北市：遠哲。

蕭次融(2013)。竹筷的乾餹。科學實驗操作實驗室安全及認識毒品危害研習講義 p64-68。

戶田憲九監修，王蘊潔譯(2004)天才老媽教科學：親子間的科學溝通。

Gisela Luck、Peter Gaymann 著，楊夢茹譯 (2006)雞蛋的智慧：由雞蛋發現化學和物理的天地。台北市：新手父母。

3D 有趣實驗：竹筷乾餹－在家也能自己做竹炭。

<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=58087>

水煮蛋。莉芳的科學小玩意 <http://zfang.tc.edu.tw/366.html>

## 活動照片



用酒精燈加熱地瓜



用烤箱加熱地瓜



期待美味的水煮蛋



水煮蛋器材



固體的熱脹冷縮



五種金屬導熱速度



筷子的乾餾



筷子的乾餾

## 11 競賽名稱：太陽能鍋

### 配合單元：

康軒版自然，六下熱對物質的影響

活動一 物質受熱後的變化

活動二 熱的傳播

活動三 保溫與散熱

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.知道物質受熱時，溫度會上升。
- 2.知道正確使用溫度計的方法。
- 3.知道有些物質受熱後，性質會改變且無法復原，有些則不會改變。
- 4.知道不同材質的物體，熱傳導的速度也不同。
- 5.知道熱傳導原理在生活中的應用。
- 6.察覺陽光的熱是一種輻射傳熱的概念。
- 7.知道減緩或阻隔熱的傳播，可以達到保溫的效果。
- 8.知道不同材質的容器，其保溫效果也不同。

### 學習目標：

- 1.能針對競賽主題蒐集相關資料。
- 2.能利用課本上學習過或參考資料上的原理，設計實驗。
- 3.能分工合作，完成實驗裝置，進行實驗。
- 4.能檢討實驗的缺失，提出應改進的事項。

### 評量標準：

項目	百分比	說明
烹煮效能	30%	溫度高低、是否烹煮使用容易。
製作過程	30%	製作難易、所需費用、設計藍圖、是否環保、越簡易越高分
實用性	20%	攜帶是否方便、能否耐日曬、雨淋、風吹、潮濕。
原創美觀性	10%	整體造型、美觀、巧思、合乎科學原理、具原始創作價值。
團隊合作	10%	妥善分工，合力完成製作、烹煮與善後等。

### 器材：

由學生自行設計，以生活物品或廢棄物優先，採購品以不超過 200 元為原則；小朋友經常選用的有：溫度計、紙箱、鋁箔紙、膠帶、金屬鍋、黑紙、鏡子、放大鏡、保鮮膜、玻璃板、竹籤、烤肉網、磚頭…等。

## 活動流程：

- 1.課前準備：在前一次社團活動結束前，先介紹太陽能炊具可分為箱型、摺疊型、拋物面型三類，主要應用的原理為光的反射與聚焦、溫室效應、深色表面吸熱；請參賽者利用生活週遭易取得的物品，創作出熱效率最高或實用性最高的太陽能鍋。
- 2.利用競賽前一週的週五午休時間，請學生將事前蒐集的資料帶來討論，決定太陽能鍋的形式、所需的材料，並發下經費 200 元，請小朋友利用週末採買，並於下次活動時將收據、發票、剩餘經費繳回。
- 3.競賽當天，請各組分享本次競賽要使用的裝置和設計理念，然後開始組裝，在 1：20 前布置完成，2：00 比較各組實驗結果；過程中可以互相觀摩，修正原先的設計，但不可完全雷同，並且在活動結束時要說明變更原因。
- 4.在各組的太陽能鍋開始加熱的同時，介紹太陽能灶的原理，並請小朋友將 A4 大小的廢紙放在凹面鏡焦點上，會使紙張快速起火。
- 5.請各組將實驗後的雞蛋放在一起，比較煮熟程度。
- 6.請各組上台發表：原先設計和實際裝置的差異、實驗中遭遇的困難、其他組值得學習或未考慮到的地方…等。
- 7.老師講評，宣布競賽結果。

## 注意事項：

- 1.學生可以理解要將光線集中，才能使太陽的熱能聚集在一起，但是往往會忽略反光物是否平滑，反光物是否有效的將光線集中在一起；還有對準太陽時，影子最小，以及太陽的位置會隨時間移動，這些都需要再加以提醒。也可以用一根吸管加以輔助，若陽光與裝置成一直線，地面會出現圓形光點，如此可避免直視太陽。
- 2.如果陽光十分強烈，要提醒學生盡量配戴墨鏡，不要長時間直視反光處，以免眼睛受傷，並且戴帽子，多補充水分，擦防曬油。

## 研究者的省思：

- 1.由於康軒版課本未提及，所以小朋友對於凸透鏡聚焦、拋物面聚光都很陌生，往後可以配合一些實驗或網路影片，讓學生可以更加了解。
- 2.本教案的評量標準是事後參酌新北市 103 年度「太陽能燜燒鍋創意競賽」實施計畫所修改的，活動當時以鼓勵孩子思考為優先，所以允許他們發揮創意，不論是經整個蛋塗黑，還是利用沙子來加熱，或是用放大鏡點燃樹枝樹葉來加熱…都可以，學生討論後會發現「沙子燙得快把人烤焦了」是誇飾的形容，無法把蛋煮熟；火焰加熱速度會比悶燒更快。不過該評量標準中提到的製作、使用、攜帶方便，以及環保簡易，是我們當時沒有想到的，也是很重要的概念，所以在教案中納入，往後我們會朝這個方向努力。

3.小朋友所花的費用遠比我們想像中的低，除了鋁箔紙外，大都從家中找尋物品或廢物利用；但是有部分小組可能因為中間隔了期中考而忘記準備，所以臨時用隔熱碗或實驗室中的器材，加上當天陽光時隱時現，以致效果不甚理想。

## 學生意見回饋

- 1.太陽能竟然可以把蛋煮熟，把紙張燒破！(憲)
- 2.這個實驗讓我體會到合作的重要性。(錡)
- 3.使用太陽能把蛋煮熟很好玩！(億)
- 4.我印象最深的是能看到蛋煮熟的過程。(哲)
- 5.用太陽能煮蛋好像變回古代人了。(偵)

## 參考資料

Susan V. Bosak 著，湯谷清譯(2000)發現科學：愛護環境。台北市：遠哲。  
戶田憲九監修，王蘊潔譯(2004)天才老爸教科學：親子間的科學溝通。  
創世卓越(2013)實驗中的科學。新北市：漢湘文化。  
Georgina Andrews, Kate Knighton 著，黃佩俐譯(2007)。100 創意科學實驗。台北市：天下遠見。新北市 103 年度「太陽能燜燒鍋創意競賽」實施計畫。  
<http://www.sjps.ntpc.edu.tw/tygboard/uploads/2014325821026> 新北市 103 年度「太陽能燜燒鍋創意競賽」實施計畫.pdf  
太陽公公來煮飯 太陽熱能。102.6.27 國語日報第 8 版。

## 學生設計裝置類型及其優缺點

	<p>類型一： 利用鋁箔反光及放大鏡聚焦來集中熱能</p> <p>本組原先設計用多片鋁箔反光板將光線集中，後來觀摩他組，決定改用放大鏡聚光。</p> <p>由於當時陽光斜射，但為顧及裝置穩固，所以蛋無法放在焦點上，不過溫度上升為第二高。</p>
	<p>類型二： 利用鋁箔、玻璃板密蓋保溫，來集中熱能</p> <p>本組放置後基本形狀沒有改變。</p> <p>如果將鍋子和紙箱外側改成黑色，玻璃板改為保鮮膜以充分密閉，箱子反光板確實將光線集中在中心，而非遷就紙箱原有形狀，效果可能會更好。</p>
	<p>類型三：利用放大鏡聚焦燃燒樹葉，產生熱能</p> <p>為了比較直接用火加熱和用太陽的光能和熱能加熱的速度，所以我們同意小朋友用這樣的方式來加熱。</p> <p>但是因為他們從操場收集來的枝葉還有水分，所以仍然花了好長一段時間才生火。</p>
	<p>類型四：把蛋塗成黑色，埋在沙坑裡</p> <p>本組原先是打算把蛋塗黑，放在包著鋁箔紙的容器裡，後來發現沙坑的溫度很高，就決定將蛋埋在沙裡；後來又把另一顆蛋打在沙子上，結果蛋白滲入沙子裡，只剩下沾滿沙子的蛋黃，但是無法凝固。</p>

## 活動照片



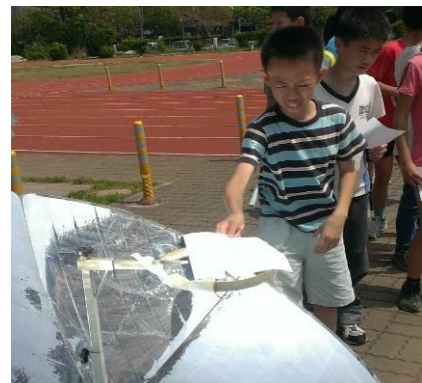
研讀資料，設計裝置，分配工作



說明設計構想



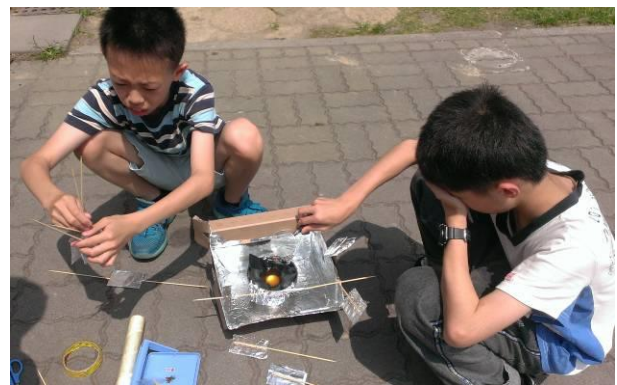
各組實驗裝置



講解太陽能灶



實驗過程



實驗過程



檢討實驗結果



與校長合影

## 12 單元名稱：水溶液再深究

### 活動簡介：

本活動包含 2 個活動：認識酸鹼指示劑、認識天然指示劑，共約 60 分鐘。

### 配合單元：

康軒版自然，五上水溶液

活動一 溶解

活動二 水溶液的酸鹼性→認識酸鹼指示劑(20 分鐘)、認識天然指示劑(40 分鐘)

活動三 水溶液的導電性

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.觀察物質溶解在水中的現象。
- 2.從實驗過程中，察覺水溫會影響物質的溶解量。
- 3.觀察水溶液的顏色、氣味、酸鹼等性質。
- 4.運用紫色高麗菜汁檢驗水溶液的酸鹼性。
- 5.透過蒐集資料，認識其他植物的汁液可以作為酸鹼指示劑，並用來檢驗水溶液的性質。

### 學習目標：

- 1.認識酚酞、溴瑞香草藍、廣用指示劑的特性。
- 2.利用甜菜根、黑豆水、紅鳳菜、玫瑰花、加州李、葡萄皮製作酸鹼指示劑。

### 器材：

認識酸鹼指示劑：標籤、滴管、試管、試管架、酚酞、BTB、廣用指示劑、醋、小蘇打水。

認識天然指示劑：標籤、滴管、試管、試管架、醋、小蘇打水、研鉢、燒杯、熱水、菜刀、切菜板、濾網、甜菜根、黑豆水、紅鳳菜、玫瑰花、加州李、葡萄。

### 活動流程：

#### 活動一 酸鹼指示劑

步驟：分別將酚酞、BTB、廣用指示劑加入醋和小蘇打水中，觀察溶液的變化。

現象：醋+酚酞：無色，小蘇打水+酚酞：粉紅色

醋+BTB：黃綠色；小蘇打水+BTB：藍色

醋+廣用指示劑：紅色；小蘇打水+廣用指示劑：藍色

原理：不同的指示劑遇到酸鹼溶液，產生反應的 pH 值和顏色各不相同，所以會

出現不同的顏色。尤其是酚酞溶液，在中性和酸性溶液中不變色，鹼性溶液中變粉紅色，和紫色高麗菜汁非常不同。

## 活動二 認識天然指示劑

步驟：1.將甜菜根、紅鳳菜、玫瑰花切碎，用熱水浸泡一段時間，等汁液冷卻後再倒出來過濾使用。

2.將加州李、葡萄表皮取下，用熱水浸泡一段時間，等汁液冷卻後再倒出來過濾使用。

3.將黑豆洗淨，用熱水浸泡一段時間，等汁液冷卻後再倒出來過濾使用。

4.分別將上述天然指示劑加入醋和小蘇打水中，觀察溶液的變化。

現象：在醋和小蘇打水中加入不同的酸鹼指示劑，會有不同的顏色變化。

原理：植物中的花青素在 pH 不同的環境下，會呈現不同的顏色變化。

## 注意事項：

- 1.本實驗中指示劑種類繁多，容易混淆，實驗前一定要提醒孩子貼上標籤，妥善分區放好，否則會無法分辨各種反應。
- 2.使用菜刀切蔬果時，務必要注意安全，不可嬉鬧。

## 研究者的省思：

- 1.經由老師介紹，小朋友才知道原來有那麼多種指示劑，都覺得很吃驚，對於色彩繽紛的實驗結果，也非常喜愛，這是一個可以讓孩子領略科學之美的實驗，所以雖然不屬於六年級的學習範圍(僅在微生物與食物保存的單元有提到用酸鹼保存食物)，仍然放在本計畫中，算是向奇妙的化學致敬吧！

## 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

- 1.能測量水(溶液)是酸性和鹼性。(科)
- 2.讓我明白酸鹼的奧秘。(翔)

## 參考資料

蕭次融等(2000)玩科學秘笈。台北市：遠哲。

蕭次融(2013)。一道彩虹之紫色高麗菜。科學實驗操作實驗室安全及認識毒品危害研習講義 p88-91。

## 活動照片



老師講解

看！我的變色了！



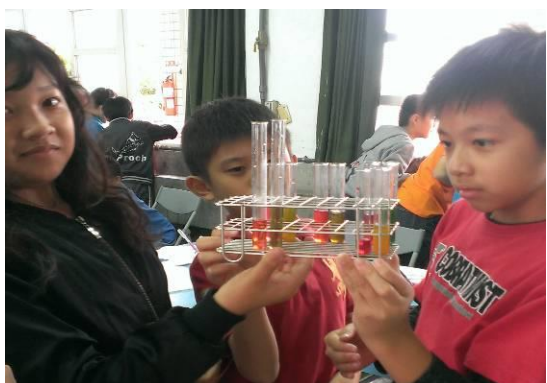
相互討論

記錄結果



記錄結果

相互討論



這是我們的傑作

試驗情形

## 13 競賽名稱：杯子裡的彩虹與神奇的七個杯子

### 配合單元：

康軒版自然，五上第三單元水溶液

活動一 溶解

活動二 水溶液的酸鹼性

活動三 水溶液的導電性

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.觀察物質溶解在水中的現象。
- 2.從實驗過程中，察覺水溫會影響物質的溶解量。
- 3.觀察水溶液的顏色、氣味、酸鹼等性質。
- 4.運用紫色高麗菜汁檢驗水溶液的酸鹼性。
- 5.透過蒐集資料，認識其他植物的汁液可以作為酸鹼指示劑，並用來檢驗水溶液的性質。
- 6.透過實作和討論，察覺酸性水溶液和鹼性水溶液混合後，水溶液的酸鹼性質會改變。

### 學習目標：

- 1.能分工合作調製出各種天然指示劑。
- 2.能運用各種指示劑對酸鹼的變色反應不同，調製出各種顏色的溶液。
- 3.能了解濃度相同、體積不同的酸鹼溶液混合後，會呈現不同的酸鹼性質。

### 評量標準：

- 1.杯子裡的彩虹：能製作出最多種顏色的溶液者獲勝。
- 2.神奇的七個杯子：能推理出最多杯溶液之酸鹼性質或指示劑名稱者獲勝。

### 器材：

認識天然指示劑：標籤、滴管、試管、試管架、醋、小蘇打水、研鉢、燒杯、熱水、菜刀、切菜板、濾網、甜菜根、黑豆水、紅鳳菜、玫瑰花、加州李、葡萄。

神奇的七個杯子：滴管、杯子、氫氧化鈉(1M)、鹽酸(1M)、溴瑞香草酚藍、酚酞、自來水

### 活動流程：

#### 活動一 杯子裡的彩虹

- 1.各組依據上次活動的筆記，討論今天所要使用的蔬果及器材。

- 2.各組製作天然指示劑。
- 3.發下等量的醋與小蘇打溶液，請各組調製出各種不同顏色的水溶液。
- 4.互相觀摩各組的實驗結果，評選表現最佳的組別。

## 活動二 神奇的七個杯子

- 1.將七個杯子排成人字形。
- 2.在 1、3、6 號杯子裡分別滴入氫氧化鈉 1、3、6 滴。
- 3.在 2、4 號杯子裡，分別滴入鹽酸 2、4 滴。
- 4.在 5 號杯子裡，滴入溴瑞香草酚藍 5 滴，在 7 號杯子裡，滴入酚酞 7 滴。
- 5.將 7 個杯子依序放在一起，另外準備 1 杯自來水。
- 6.取出 7 號杯子，倒入 2/3 杯自來水，此時杯中呈現透明無色。
- 7.把 7 號杯子的水倒入 1 號杯子，瞬間變成粉紅色。
- 8.把 1 號杯子全部溶液倒入 2 號杯子，瞬間變成無色透明。
- 9.再把 2 號杯子全部溶液倒入 3 號，再度出現粉紅色。
- 10.把 3 號杯子溶液倒出 3/4 到 4 號杯子，又見顏色消失，3 號杯留下 1/4 溶液功比較用。
- 11.4 號杯倒入 5 號，呈現黃色。
- 12.將 1/2 黃色溶液倒入 6 號，溶液變成藍紫色。
- 13.請小朋友討論，推測杯子裡的溶液是什麼。

## 注意事項：

- 1.活動前可先複習各種指示劑在酸鹼溶液中的反應，可以協助孩子推測杯中溶液的性質。

## 研究者的省思：

- 1.小朋友會想到用很多種指示計來做出彩色的溶液，但是卻忽略了其實同一種溶液的濃度不同(例如加以稀釋)，其實也可以產生不同的顏色變化。
- 2.小朋友已經很熟悉各種指示劑的顏色變化，所以大致可猜出杯子裡是酸是鹼，有一組更厲害，連指示劑名稱都能答對。表現較差 2 組是一開始把酸鹼的反應想錯了，所以後面就全部錯誤了。

## 學生印象最深或最喜歡這個活動的原因：

- 1.有一種自己是科學家的感覺。(慧)
- 2.天然指示劑所調出來的顏色是多麼的變化多端。(秦)(志)
- 3.酸鹼的實驗很有趣，有很多顏色、很美麗。(美)
- 4.我覺得很神奇，水會從透明變成有顏色，很好玩。(憲)
- 5.神奇的七個杯子很奇特。(禕)、(丞)

### 參與教師回饋：

- 1.能利用酸鹼試劑的顏色變化，嘗試調出各種顏色，不管是親自操作的小朋友，或在旁觀看者，都大開眼界。(惠)
- 2.神奇的 7 個杯子真的很神奇，除了「哇！」之外，亦能測出學生的學習成果。(惠)
- 3.這個活動讓我看到學生的創意與嘗試的精神，能運用各種指示劑與酸鹼的反應，創造出多彩的顏色。(吉)
- 4.因為酸鹼值的不同，水溶液有不同的顏色，學生的概念必須要很清楚，也要很有耐心做實驗。(姿)
- 5.利用食物酸鹼，同時了解食物與原理。(安)

### 參考資料

蕭次融等(2000)玩科學秘笈。台北市：遠哲。

蕭次融(2013)。神奇的七個杯子。科學實驗操作實驗室安全及認識毒品危害研習講義 p52-53。

## 活動照片



討論要用哪些材料



開始分工合作



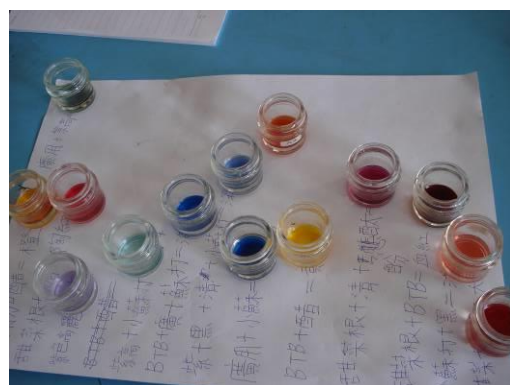
討論還有哪些做法



各組結果



各組結果



各組結果



各組結果



神奇的七個杯子

## 14 競賽名稱：寒假自由探究--紙飛機

### 配合單元：

康軒版自然，五上力與運動

活動一 力的作用

活動二 物體運動的快慢

活動三 摩擦力

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

- 1.察覺力可以改變物體的形狀或改變運動情形。
- 2.認識力的種類。
- 3.察覺用力的大小不同，物體改變的情形也不同。
- 4.察覺物體同時受到兩個大小不同、方向相反的力，物體會往力量大的方向移動。
- 5.察覺物體同時受到兩個大小相同、方向相反的力，仍可能保持平衡、靜止不動。

### 學習目標：

- 1.能摺出 7 種紙飛機。
- 2.能使飛機平穩飛行 4 公尺以上。
- 3.能控制變因，進行有系統的探究。

### 評量標準：

- 1.能依據老師所提供的樣本摺出紙飛機。
- 2.能自行設計紙飛機。
- 3.能依據紙飛機的飛行狀況加以改良，使飛機可以平穩飛行 4 公尺以上。
- 4.能針對某一種變因，在假期中有系統的探討，並且加以記錄。

### 器材：

各種紙張、透明膠帶、雙面膠、迴紋針、剪刀、橡皮筋。

### 活動流程：

- 步驟：
- 1.老師介紹紙飛機飛行時會受到重力、浮力、空氣阻力、手的施力等各種力。
  - 2.介紹各種類型的紙飛機和摺法。
  - 3.請小朋友將紙張摺成紙飛機。
  - 4.將紙飛機往前射出，觀察飛行情形。
  - 5.討論可能影響飛機飛行的因素。
  - 5.依照飛行的狀況，修剪機翼或調整機頭的重量，再進行試飛。

6.以改變飛機鼻頭重量為例，討論控制變因的方法。

7.請小朋友選定一個自己感興趣的因素，利用寒假時間進行研討，開學第一次上課時討論研究結果，如有問題，在學期結束前都可以和老師討論。

現象：飛機可持續向前滑行一段距離。

原理：紙飛機要飛得好，最重要的是平衡，摺的時候要保持兩側良好的對稱。其次是由機尾看過去，機翼要呈 Y 形（機翼略上翹），避免使用太輕的紙張，重心保持在中央略靠近頭部的地方，飛行效果會比較好。

紙飛機本身沒有動力，主要是靠機翼提供了空氣阻力，而減緩下降速度。因此只要保持平衡，就可以一邊前進，一邊緩緩下降，此現象稱為「滑翔」。只要能增加下降的時間（降低下降的速度），並保持平衡就可以飛得很遠。而紙飛機的機翼經常要稍微朝上，是因為可以增加左右偏動的阻力，提高側面的穩定性，進而減少紙飛機的偏轉。

### 注意事項：

- 1.小朋友如果設計滑翔機，須由高處放下，必須提醒注意安全。
- 2.飛機上要寫名字，以免小朋友爭著當飛得高遠的飛機的主人，而實驗後損毀的飛機卻無人撿拾。

### 研究者的省思：

- 1.紙飛機人人會摺，巧妙各有不同，趣味卻是滿點，而且所需器材簡易，場地限制少，所以選擇這個主題做為寒假探討的主題，小朋友即使沒有師長在旁指導，也可以進行，不過盡信書不如無書，書本上的摺法還是要實作才行。
- 2.小朋友通常是隨意摺出紙飛機，對於控制變因的能力還不足，只想到發射方法，至於摺疊角度、每次發射力度較少思考。實驗時宜多花時間討論，以免自行設計飛機時無法做有系統的探討。

### 學生印象最深或最喜歡的原因：

- 1.我的紙飛機飛很遠。
- 2.有些可以飛得很快很遠，有些可以飛得很平穩。(憲)(元)
- 3.讓我的寒假變得更有興趣。(錡)

### 參考資料

酷炫紙飛機。國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系科學遊戲實驗室  
<http://scigame.ntcu.edu.tw/paper/paper-008.html>

Usborne Publishin(2014)。200 架超強紙飛機，摺了就會飛！新北市：和平國際文化。

卓志賢（2003）：紙飛機工廠。聯經出版公司

蕭次融等(1999)動手玩科學。台北市：遠哲。

## 活動照片



書寫筆記與討論



書寫筆記與討論



試飛



掉到哪裡去了？



再試一次！



改變飛行方法—滑翔



到戶外試飛



看誰飛得高！

## 15 競賽名稱：科學闖關活動

### 活動簡介：

本競賽包含 10 個關卡：保特瓶中的雲、瓶子裡的龍捲風、顯微鏡下的世界、酸鹼指示劑、自製鵝卵石、馬達發電機、簡易投石器、誰最省力、紙飛機、瞬間壓扁，平均約 1 節課，40 分鐘可以完成所有關卡。

### 配合單元：

配合康軒版自然六上下課程

### 原課程中與本活動相關之教學重點：

請參閱各單元教案。

### 學習目標：

- 1.推廣本學年社團活動的成果，讓未參與社團的小朋友也能學習相關科學概念。
- 2.透過擔任關主，驗收社團成員對歷次活動的了解。
- 3.學習如何規畫活動、準備器材、布置場地與解說。

### 評量標準：

- 1.能根據活動主題，製作闖關海報，繪製實驗流程圖。
- 2.能熟悉活動內容、步驟與原理，並且能清楚表達。
- 3.能指導參觀同學進行實驗。
- 4.能分工合作，與組員同心協力完成活動。

### 器材：

長桌子、海報紙、膠帶、膠水、彩色筆、蠟筆、印章、闖關單、獎品；各關卡則請參閱原活動教案。

### 活動流程：

- 1.師生共同從整學年的活動中挑選 10 個適合進行闖關的活動。
- 2.學生自行選擇組員，每組 2-3 人，小組討論後決定自己想要負責的關卡。
- 3.各組根據關卡內容，繪製海報，準備器材、練習解說。
- 4.發下活動計畫，邀請高年級導師及自然科任老師參加，並請參與班級填寫活動時段，並事先將學生 4-5 人分成一組。
- 5.利用闖關活動當天午休布置場地。
- 6.各班以小組為單位，進行闖關活動，完成的小組可到報到處，憑填寫完整的闖關單兌換禮物。

7.闖關後進行檢討會與善後收拾。

### **注意事項：**

- 1.事前一定要求關主必須進行解說後才可以將器材交給觀眾，才能進行有意義的學習。
- 2.老師須在各場地間巡視，以便協助指導學生解決突發問題；原班級老師則協助維持學生秩序。

### **研究者的省思：**

- 1.原本研究者是希望設置 5 項靜態展示，5 項動手做，但是小朋友一致反對，因為他們想再玩一次，也想教別人玩，所以全部改為動態的活動。

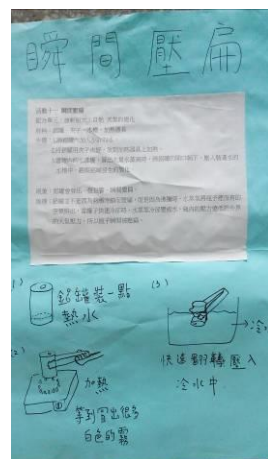
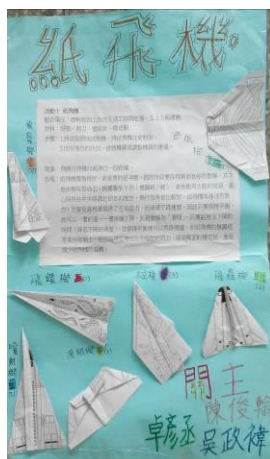
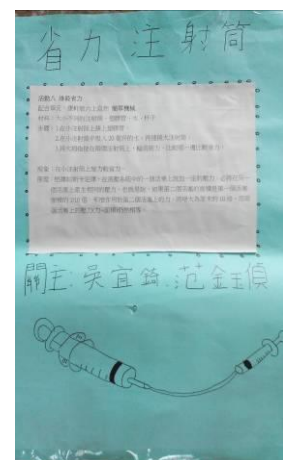
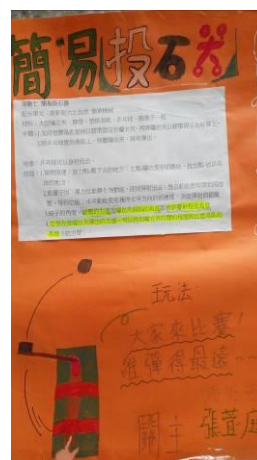
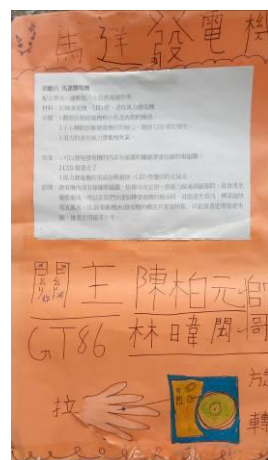
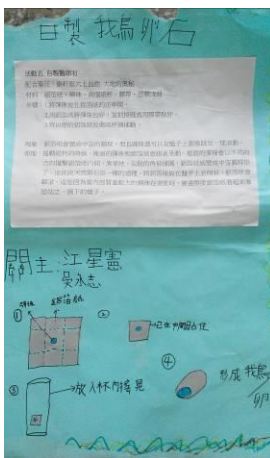
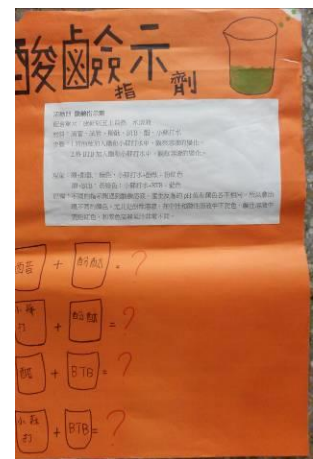
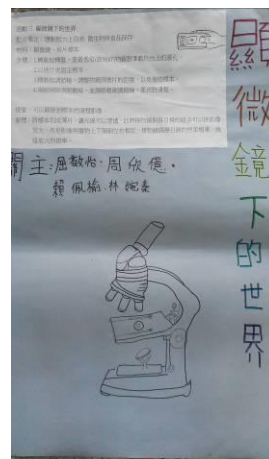
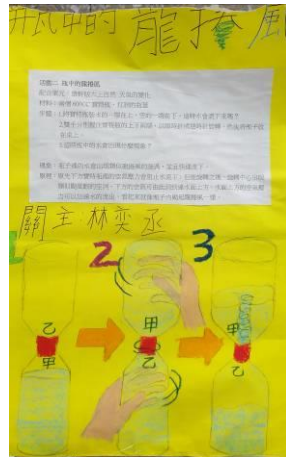
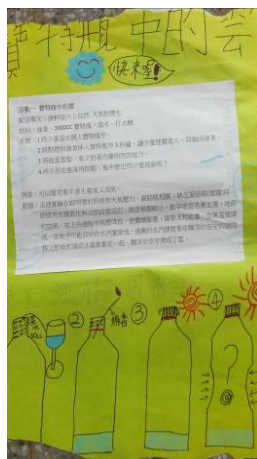
### **學生意見回饋**

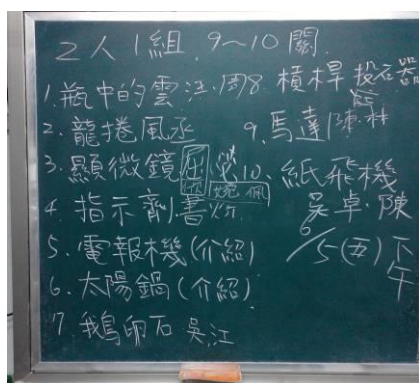
- 1.非常好玩，希望以後可以再辦。(丞、怡)
- 2.很累、很好玩，而且大家都很投入。(憲)
- 3.大家都很熱情參與，我很開心。(偵)
- 4.實驗真的很好玩，我希望每個人都能有做實驗的機會。(億)

### **參考資料**

曾秋雲(2012)彰化縣台中市南投縣推廣畢業生主導科學園遊會實施計畫。教育部 100 年度中區中小學科學教育專案期末報告彙編。彰師大科教中心。

## 活動照片—學生海報





學生認養關卡



老師依照關卡需求分配場地



顯微鏡下的世界



校長主任蒞臨指導



瓶子裡的龍捲風



瞬間壓扁



風力發電



誰最省力

## 103 年度科教專案期末成果發表暨闖關活動實施計畫

依據：103 年科學教育專案計畫「實驗高手—學生實驗操作競賽活動」

活動目的：

- 1.對於現行自然課程內容不足的部分進行補充，希望能讓課程概念以及邏輯性更完整。
- 2.進行課外延伸教學，增強學生的學習觸角，擴大學習範圍。
- 3.提升高年級學生之科學興趣與科學素養，體認「生活中處處皆科學」。
- 4.發表自然科學研究社之社團學習成果。
- 5.讓學生藉由帶領他人活動，訓練膽量及表達能力，進而提升自信心。
- 6.讓學生在教導他人的過程中，體會自身的不足，進而主動深入探討科學原理。

活動主題：配合六年級上、下學期的自然科單元，進行延伸活動，包含：寶特瓶中的雲、瓶中的龍捲風、顯微鏡下的世界、酸鹼指示劑、自製鵝卵石、馬達發電機、簡易投石器、誰最省力、指紋現形、紙飛機大賽等 10 個活動。

實施時間：104 年 6 月 5 日（五）1：20～2：50

實施地點：自然六、視聽教室兩側及後方廣場。

參與對象：以六年級學生為優先，每節課以 3 個班級為上限。

主持者：自然科學研究社社員與 6-3 學生，每關 2-4 名。

實施辦法：1.先由社團老師討論活動草案，並與社團成員、班級導師協調活動時間。

2.公布活動訊息，請有意參與的老師在 5 月 29 日前登記，額滿為止。

3.請參與班級教師先將學生約每 4-5 人分為一組，以小組為單位進行闖關。

4.請參與班級之當節任課老師全程在場指導，並協助維持學生安全與秩序。

5.活動前會先將闖關單交給帶隊老師，請老師協助每組發放一張，過關後由關主蓋章，完成所有活動，將闖關單交給老師的小組，可獲得獎品一份。

6.為激勵關主認真帶活動，另舉辦最佳關主票選，邀請當節無課務的師長評分，並請帶隊老師於活動後收齊闖關單，交給主辦老師，以便統計講解最清楚的關名，獎勵關主。

活動預約表

時間	6/5(五) 1：20-2：00	6/5(五) 2：10-2：50
班級 1		
班級 2		
班級 3		

附件 B 闖關單

## 大雅國小 103 學年度 「實驗高手」科學遊戲闖關單

班級： 組員姓名：

關名	配合單元	過關	關名	配合單元	過關
寶特瓶中的雲	六上 天氣的變化		馬達發電機	六上 電磁作用	
瓶中的龍捲風	六上 天氣的變化		簡易投石器	六上 簡單機械	
顯微鏡下的世界	六上 微生物與食品保存		誰最省力	六上 簡單機械	
酸鹼指示劑	五上 水溶液		紙飛機大賽	五上力與運動 四下交通工具	
自製鵝卵石	六上 大地的奧秘		瞬間壓扁	六下 熱對物質的影響	

我們認為最好玩的是第( )關。講解最清楚的是第( )關的關主。

注意！！填寫完整才能領取獎品喔！

附件二報名表

**實驗高手—學生實驗操作競賽活動 招生簡章**

**計畫名稱：**教育部專案計畫「實驗高手—學生實驗操作競賽活動」

**計畫類別：**學生科學創意活動之辦理及題材研發。

**活動目的：**

1. 對於現行自然課程內容不足的部分進行補充教學，希望能讓課程概念以及邏輯性更完整。
2. 進行課外延伸教學，在相關聯結的部分盡量延伸，增強學生的學習觸角，擴大學習範圍。
3. 讓學生對於學過的實驗能有時間有機會做反覆操作的練習，提高實驗技巧的熟練度與準確性。
4. 透過分組競賽、報告撰寫、評量，提升學生自我檢測及報告撰寫能力。

**計畫主持人：**楊瑞珍老師、黃愈娟老師

**計畫對象：**以六年級學生為優先，4 到 6 人組成一組，依報名順序錄取 6 組，總人數以 30 人為限。

**活動時間：**自 9 月 17 日起之隔週三下午 12：40-14：20(錄取後另發課表通知)。

**活動地點：**自然六教室

**活動費用：**完全免費，相關實驗器材全數由教育部專案支應。

**備註：**期間若有學習態度不佳者，將予以淘汰，並由候補組別遞補之。

✂-----回-----條-----

(請在 9/12 前交給 6-3 楊瑞珍老師或 2-7 黃愈娟老師)

**推 薦 表**

本班學生\_\_\_\_\_平日學習態度積極認真，同意參與本項活動。

導師簽章：\_\_\_\_\_

**報 名 表**

學生班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 小隊名稱：\_\_\_\_\_

家長簽章：\_\_\_\_\_

家長意見交流：

## 實驗高手—學生實驗操作競賽活動 招生簡章

**計畫名稱：**教育部專案計畫「實驗高手—學生實驗操作競賽活動」

**計畫類別：**學生科學創意活動之辦理及題材研發。

**活動目的：**

1. 對於現行自然課程內容不足的部分進行補充教學，希望能讓課程概念以及邏輯性更完整。
2. 進行課外延伸教學，在相關聯結的部分盡量延伸，增強學生的學習觸角，擴大學習範圍。
3. 讓學生對於學過的實驗能有時間有機會做反覆操作的練習，提高實驗技巧的熟練度與準確性。
4. 透過分組競賽、報告撰寫、評量，提升學生自我檢測及報告撰寫能力。

**計畫主持人：**楊瑞珍老師、黃愈娟老師

**計畫對象：**以六年級學生為優先，依報名順序錄取，以 30 人為限。

**活動時間：**3/11、3/25、4/8、4/29、5/13、5/27(以上均為週三)下午 12:40-14:20，5/28 下午 1:20-2:50(週四，成果發表會)，總計活動 7 次。

**活動地點：**自然六教室

**活動費用：**完全免費，相關實驗器材全數由教育部專案支應。

**備註：**期間若有學習態度不佳者，將予以淘汰，並由候補組別遞補之。

※-----回-----條-----

(請在 3/5 前交給 6-3 楊瑞珍老師或 2-7 黃愈娟老師)

**推 薦 表**

本班學生\_\_\_\_\_平日學習態度積極認真，同意參與本項活動。

導師簽章：\_\_\_\_\_

**報 名 表**

學生班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 小隊名稱：\_\_\_\_\_

家長簽章：\_\_\_\_\_

家長意見交流：

附件三問卷

實驗高手—學生實驗操作競賽活動期末意見調查表

班級：                    姓名：

一、以下是本學期進行過的活動：

活動日期	配合單元	活動內容或競賽主題
103.9.17	天氣的變化	成員相見歡、分組；認識實驗器材；說明競賽規則；雲的製作、寶特瓶中的雲、瓶子裡的龍捲風
103.10.1		競賽：少年 $\pi$ 的奇幻漂流—汙水變清水
103.10.15	微生物與食品保存	認識顯微鏡、標本製作
103.10.29		競賽：標本製作、觀察與繪圖
103.11.12	大地的奧秘	認識酸鹼指示劑與天然指示劑
103.11.26		競賽：杯子裡的彩虹、神奇的 7 個杯子
103.12.10	電磁作用	簡易馬達、電報機
103.12.24		競賽：電報機製作

其中我印象最深，或最喜歡的 3 個活動是…，原因是…

1.

2.

3.

二、我覺得老師舉辦這些活動，對我們的期望是….

三、我對這學期活動的感想或收穫…

四、下學期我想做有關哪一方面的實驗？

五、我想對老師說的話或建議…

# 實驗高手—學生實驗操作競賽活動期末意見調查表

班級： 姓名： 請在 6/10(三)放學前交到 6-3 或 2-7！

一、以下是上學期末到本學期進行過的活動：

活動日期	配合單元	活動內容或競賽主題
104.1.7		寒假自由探究--紙飛機
104.3.11	簡單機械	槓桿原理再深究(公式計算)、滑輪實驗(滑輪組、重心)
104.3.25		認識桿秤、製作簡易投石器
104.4.8	熱對物質的影響	水煮蛋、烤地瓜；太陽能鍋原理簡介
104.4.24		討論製作太陽能鍋所需的材料經費及採買細節(午休)
104.4.29		太陽能鍋(煮蛋)、太陽能灶(加熱紙張)實作
104.5.20	機械、熱	流體動力傳送(針筒)、五種金屬導熱速度、銅球銅環、筷子乾餛飩
104.5.27	熱對物質的影響	製作闖關海報、指紋現形

其中我印象最深，或最喜歡的3個活動是…，原因是…

1. 因為
2. 因為
3. 因為

二、我覺得老師舉辦這些活動，對我們的期望是…

### 三、我對「這學期活動」的感想或收穫…

#### 四、關於「闖關活動」...

- ### 1. 我的感想：

- ## 2. 我的收穫：

五、以後我還想進行哪一方面的實驗？

六、我想對老師說的話或建議…

辛苦的家長您好：

本學期科學社團活動將在 1 月 7 日(三)全部結束，很高興孩子們在活動過程中都很熱烈的參與，讓我們感到很欣慰。寒假中希望您能鼓勵孩子繼續從事科學的探討，例如：觀賞科學影片或書籍，動手做實驗；如果有特別感興趣的部份，也可以在下學期的活動中深究。另外，為了解貴子弟本學期的學習狀況，請您填寫下列問卷，您的填答狀況將作為我們研究改進的參考，以及貴子弟下學期是否繼續參與本社團活動的依據，謝謝您的幫忙！敬祝  
事事順心

指導老師楊瑞珍、黃愈娟敬上



回條 班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

1.未參加社團前，孩子平日週三下午從事的活動主要是：\_\_\_\_\_

2.孩子參加本社團後，有以下狀況的請打✓：

- ☐ 和家人談論社團活動的情形或趣事。
- ☐ 帶社團活動所製作的作品與家人分享。
- ☐ 在家裡製作社團活動所學過的實驗。
- ☐ 比以前更常動手操作或修繕家中物品。
- ☐ 比以前更常討論與科學有關的話題。
- ☐ 比以前更喜歡觀賞科學相關節目或書籍。
- ☐ 自然考試成績進步。
- ☐ 對自己做實驗更有信心。
- ☐ 其他（請說明）

\_\_\_\_\_

☐ 無明顯差異

3.您對科學社團活動有哪些建議？

4.下學期是否仍會鼓勵孩子參加本社團？

家長簽章：\_\_\_\_\_

### 103 年度科教專案教師問卷

主任/老師您好！

感謝您今年度對科教專案的協助！為了瞭解本研究的缺失，以做為日後檢討改進的依據，煩請您針對參與過的活動，填寫您的感想與建議，填寫完後，煩請在本週四(6/25)前交到 2-7 愈娟處，謝謝您的幫忙！

活動日期	配合單元	競賽主題
103. 10. 1	天氣的變化	少年 $\pi$ 的奇幻漂流—汗水變清水
感想或建議		
103. 10. 29	微生物與食物保存	標本製作、觀察與繪圖
感想或建議		
103. 11. 26	大地的奧秘	杯子裡的彩虹、神奇的 7 個杯子
感想或建議		
103. 12. 24	電磁作用	電報機製作
感想或建議		
104. 3. 25	簡單機械	簡易投石器
感想或建議		
104. 4. 29	熱對物質的影響	太陽能鍋
感想或建議		
104. 6. 5	成果發表	科學闖關活動
感想或建議		