

目 錄

壹、目錄.....	1
貳、科學計畫申請書.....	2
參、計畫報告書.....	18
肆、科學實驗及活動集錦.....	114
附件(一)(二).....	127

苗栗縣一〇三學年度中小學科學教育專案
補助申請書

『偏遠國中趣味實驗課程之研發』(第三年)



—實驗教學—2014 年

計畫編號： 26

計畫主持人： 楊明獻 主任

執行單位： 苗栗縣立大湖國中

中 華 民 國 一 〇 三 年 二 月 十 八 日

教育部一〇三學年度中小學科學教育計畫補助申請表

壹、計畫總表

編號：

填表說明：

(由收件單位填寫)

1. 每一機構於同一年度內申請二件以上計畫時，請於計畫申請表內列明優先順序。
2. 得附五年內已發表與計畫內容相關之著作（不超過三篇）一式二份。
3. 所送申請書及附件資料審查完畢後不予寄還，如屬珍貴資料請以影本送交。

計畫名稱	偏遠國中趣味實驗課程之研發(第三年)			優先順序	共申請 <u>1</u> 件，本件優先順序 <u>1</u> (不得重複)
計畫類別 (單選)	<input type="checkbox"/> 1. 環境科學教育推廣活動 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 科學課程教材、教法及評量之研究發展 <input type="checkbox"/> 3. 科學資賦優異學生教育研究及輔導 <input type="checkbox"/> 4. 鄉土性科學教材之研發及推廣 <input type="checkbox"/> 5. 學生科學創意活動之辦理及題材研發				
申請補助 經費金額	新台幣 130,000 元(填寫阿拉伯數字)			是否為延續 性計畫	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
申請單位	苗栗縣大湖國中	單位類別	<input checked="" type="checkbox"/> 第一類 <input type="checkbox"/> 第二類	主管機關	苗栗縣政府教育局
計畫申請人	楊明獻	職稱	教務主任	身分證 字號	
聯絡電話	(037)99105	傳真	(037)994532	E-Mail	a8506102@yahoo.com.tw
執行期間	自民國 <u>103</u> 年 <u>8</u> 月 <u>1</u> 日至民國 <u>104</u> 年 <u>7</u> 月 <u>31</u> 日				
※ 本計畫是否亦向其他單位申請經費補助 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否，單位名稱_____					
※ 本計畫是否有自籌配合經費 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否，經費來源_____					
計畫連絡人	姓名： <u>楊明獻</u> 電話：(公) <u>(037)991054 轉 35</u>				
通訊地址	苗栗縣大湖鄉靜湖村民族路 80 號				
傳真	037-994532	E-MAIL	a8506102@yahoo.com.tw		

計畫申請人(主持人)簽章：_____ 日期：103.2.18

(請蓋機關或學校印信)

申請單位首長

(蓋章)

中 華 民 國 一 〇 三 年 二 月 十 八 日

貳、申請人員資料

一、計畫主持人資料表：

姓 名	楊明獻		身分證字號	
性 別	男		出生日期	
聯絡地址				
戶籍地址				
服務單位	苗栗縣大湖國中		職稱	教務主任
聯絡電話	辦公	(037)991054 轉 35	住宅	
傳真號碼	037-994532		E-mail	a8506102@yahoo.com.tw
最高學歷	台中教育大學 環境教育研究所			
專 長	理化科教材教具研究、科學競賽 苗栗縣國民教育輔導團自然與生活科技領域輔導員			
研究成果 目錄	<p>楊明獻、林明瑞(2006) 國中「自然與生活科技」領域實驗課程環保問題分析與改進方案。北市師環教季刊，63 期。</p> <p>楊明獻(2006) 國中「自然與生活科技」領域實驗課程設計與實驗室的廢污處理及管理之環保問題分析。菁莪季刊，18(3)，53-64。</p> <p>楊明獻(2006) 以訪談法瞭解國中自然與生活科技教師對實驗課程的環保情況之看法。科學教育與研究發展季刊，45 期，21-38。</p> <p>楊明獻、林明瑞(2006) 國中「自然與生活科技」教師在實驗課程中的環保認知、環保態度及環保行為之研究。環境教育學刊，95(5)期，37-67。</p> <p>楊明獻(2007) 國中實驗課程的環保問題與實驗單元改進方案。菁莪季刊，19(2)，69-77。</p> <p>楊明獻(2007) 改進國中理化課程教學之行動研究—以「光與折射」單元為例。科學教育月刊，306 期，27-42。</p>			
過去執行或參與 中小學科學教育 專案計畫情形	<p>91 年中小學科學計畫「假期自然科學學習營」主持人</p> <p>93 年創造力教育計畫「創意科學競賽與科學社團之推廣(第一年)」主持人</p> <p>95 年中小學科學計畫「創意科學競賽與科學社團之推廣(第二年)」主持人</p> <p>97 年中小學科學計畫「偏遠國中發展校內科學社團及科學競賽(第一年)」主持人</p> <p>99 年中小學科學計畫「偏遠國中發展校內科學社團及科學競賽(第二年)」主持人</p> <p>101 年中小學科學計畫「偏遠國中趣味實驗課程之研發(第一年)」主持人</p> <p>102 年中小學科學計畫「偏遠國中趣味實驗課程之研發(第二年)」主持人</p> <p>103 年中小學科學計畫「偏遠國中趣味實驗課程之研發(第三年)」主持人</p>			

參、研究計畫摘要

一、計畫名稱：偏遠國中趣味實驗課程之研發(第三年)

二、研究計畫之背景及目的：

(一)研究計畫背景：

苗栗縣教育資源不如都市地區，缺乏大型科學博物館，對該縣的學生在科學的認識及學習上遠不如其它都會地區的學童，加上大湖地區地屬偏遠，若要父母親帶學生至其它縣市參觀，得視父母親的經濟狀況決定，故大湖地區學生對科學的認知大多來自老師的課堂教育，老師受限於課程壓力及升學，給予學生的科學常識顯得呆板而無趣，所以發展偏遠學校的科學課程及科學社團刻不容緩，不僅可以培養學生的對科學的興趣，並增廣學生對科學的視野，讓學生從生活中發現科學、發揮創意，更可以拉近城鄉間的學習差距。

(二)目前研究情形及成果：

1. 已完成的趣味實驗課程(101 年~102 年中小學科學計畫補助)

冊別	章節	已完成設計的科學課程	補助年度
第三冊	緒論與密度	未知物密度測量(1)	101 年
	水與空氣	可樂噴泉(1)	101 年
	波動與聲音	竹蟬(1)、養樂多魔笛(1)、吸管笛(1)	101 年
	光與顏色	透鏡成像實驗組(2)	101 年
	熱與溫度	自製溫度計(1)、熱量大考驗(1)	101 年
	物質的基本結構	點幣成金(1)	101 年
第四冊	原子與化學反應	點幣成金(1)	101 年
	氧化與還原	煉銅(1)	101 年
	電解質與酸鹼鹽	氫氣槍(1)	101 年
第五冊	力與運動	跑跑卡丁車(1)、汽球火箭車(1) 甩水杯、打玩偶、抽紙鈔、抽紙牌(1)	102 年
	功與能	紙橋承重(1)、釘孤支(1)	102 年
	電壓與電流	電壓實驗(1)、電流實驗(1)、電阻實驗(1)	102 年
第六冊	電與生活	電池實驗--水果電池 (6)	102 年

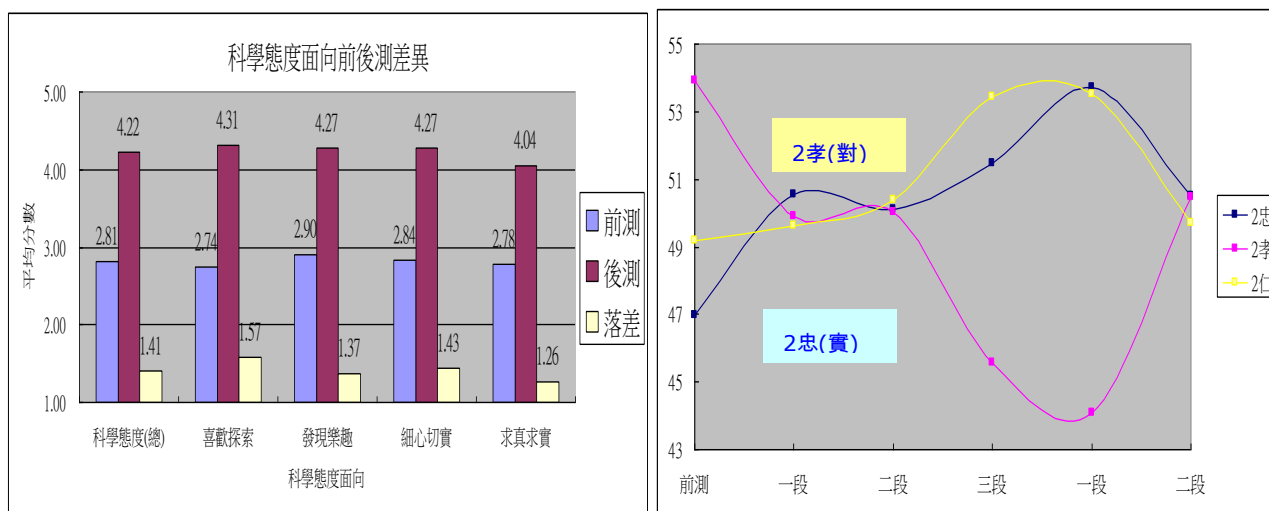
2. 預計 103 年完程的趣味實驗課程

冊別	章節	已完成設計的科學課程	補助年度
第三冊	緒論與密度	全能估量王(1)	103 年
	波動與聲音	空氣炮滅燭(1)、音樂高腳杯(1)	103 年
	光與顏色	鏡子多角度實驗(1)、潛望鏡(1)、折射實驗組(1)、針孔成像實驗(1)	103 年
	熱與溫度	走馬燈(1)、石板烤肉(1)	103 年
第四冊	氧化與還原	碘液變色實驗(1)	103 年
	電解質與酸鹼鹽	酸鹼大考驗(1)、凸糖(1)	103 年
	有機化合物	手工肥皂(1)、電土燈(1)	103 年
	浮力與壓力	大氣壓力實驗組(5)	103 年

總計：103 年預計完成 19 項趣味實驗課程，以上實驗表列僅為暫定目標，實驗執行仍視研究進度而定。

3. 成效評估

從 101-102 年的研究顯示，趣味科學實驗對學生的自然科成績及科學態度有顯著的增強效果，故研究有持續進行的必要性，以因應十二年國教所產生的學習弱化問題。



4. 成果發表(期刊及競賽)

年度	獲獎作品	獲獎事蹟
102 年	攜手計畫競賽—行動研究論文(趣味實驗對偏遠國中學生理化科學習成效之影響)	苗栗縣 102 年攜手計畫課後扶助行動研究論文：甲等
102 年	發展趣味實驗課程對國中理化科學習成效之影響	苗栗縣 102 年著作積分 0.8 分
103 年	改進國中理化課程教學—趣味科學實驗	科學教育月刊，361 期

5. 研究者歷來執行科教研究的經驗與成效

- (1)本校申請並執行教育部中小學科學計畫**共六次**(91 年、95 年、97 年、99 年、101 年、102 年)，**為苗栗縣最多**，**101 年、102 年更獲選為「教育部優良科學計畫」**。
- (2)本校申請並執行教育部創造力教育計畫共三次(94 年、96 年、102 年)。
- (3)本校於 99 年獲得「教育部**教學卓越金質獎**」殊榮。
- (4)101 年本校獲**天下雜誌**舉辦「**百大優質國中**」--**社團類(科學)殊榮**。
- (5)101 獲得**聯合報**及**大苗栗新聞**報導本校「**創意科學社團**」等活動。
- (6)本校 95~101 年苗栗縣**中小學科學展覽**成績：第一名 1 篇、第二名 7 篇、第三名 2 篇、佳作 2 篇、第 48 屆團體成績第四名、第 51 屆團體成績第三名、第 52 屆團體成績第六名。
- (7)本校 95~101 年苗栗縣**中小學科學競賽**成績：第一名 4 次、第二名 8 次、第三名 10 次、97 年團體成績第三名，99 年團體成績第二名。
- (8)99 年苗栗縣**PowerTech 競賽**：第二名，進全國賽。
- (9)99 年苗栗縣**創意發明競賽**：第一名，進全國賽。

(三)計畫目的：

1. 持續開發適合大湖國中學生的趣味科學課程。
2. 了解趣味科學課程對學生科學態度之影響。

三、文獻探討

自從九年一貫制度實施以來，我國的國民教育體制產生重大變革，除了教科書開放、重視學校本位、教師專業自主、課程彈性外，最重要的是由以往的單一科目改變為「領域教學」，因此教師的教學方式都必須因應時代的進步而有所調整，教師已經不能再以傳統的教學方式教育新一代的學子，陳美玉(1997)指出一個因應多元社會的專業教師，應是能靈活轉換教學策略並對學習者的學習條件掌握得宜者。其中科學課程的科學教育長期以來一直是我國相當重視的教育環節，臺灣學生參加世界級的科學競賽能有出色的表現，皆與我國長期注入心血有關，然而從近來的學測

成績及教學狀況中發現，學生對自然科學學習意願低落、學習成效不彰，有鑑於此，研究者認為欲提昇學生對科學的學習成效，必須使學習者能有興趣地主動參與學習過程(Coker & White, 1993)，故以趣味科學的教學方式，增進學生的學習興趣及意願，進而從遊戲當中闡述高深的科學原理，讓學生易於體會科學意涵，如此一來，學生便不會恐懼學習科學課程，亦能提升學生創造思考的能力。

關於「趣味科學」國內外學者並無統一、適當的名詞解釋。學者羅芳晁(1997)曾提出他的看法：「以趣味性的設計，多人參與競賽，可鼓舞或激發研究興趣，以做中學的方式達成實驗教學目標」。而另一學者葉富源(2003)則指出：趣味科學乃是「以生活的簡單題材，在生活化、趣味化、安全、操作簡單、有實質的意義及容易成功的原則下，所設計讓參與者能親自操作，並藉由活動過程引起科學興趣，獲得科學知識的科學活動」。本研究所謂的「趣味科學」活動是指以科學遊戲、科學玩具製作、或是以趣味性方式進行科學學習之活動。

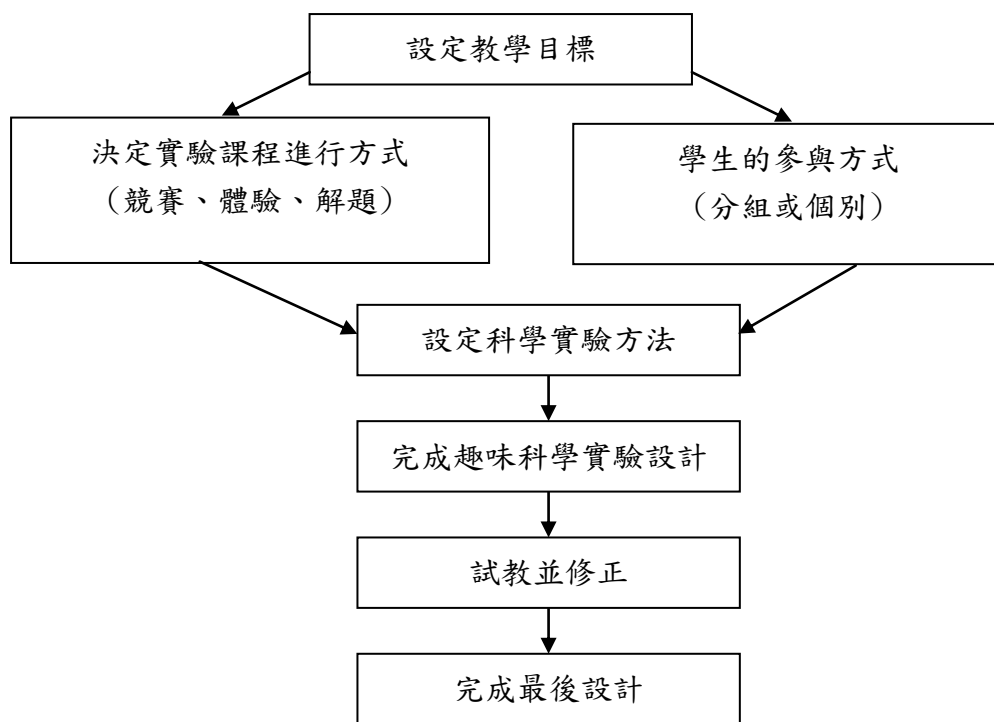
陳忠照(2003)、陳惠芬(2000)、張淑慧(2003)、許義宗(1981)、鄧文華(1995)等學者都曾對趣味科學下過定義：(一)材料是生活化的，是隨手可得，並且是以簡單易學、操作容易的素材為主。(二)是透過趣味化、遊戲化的方式並依據科學原理來輔助兒童學習科學。(三)不論是過程、知識本質或者是技能，其學習目的都是為了培養基本科學素養。

從國內外的研究顯示，將趣味科學課程應用於自然科的教學有助於提高學生的思考能力及創造力(Trollinger, 1977)，學生透過參與趣味科學課程的過程能夠了解科學的原理知識。鄧文華(1995)則指出趣味科學通常是先有一個想法，並努力為這個想法找一個答案。陳惠芬(2000)則認為趣味科學便是一種寓教於樂教學方式，同學可從遊戲中體會科學原理。郭騰元(2000)則強調趣味科學的重點在於製作的過程中，對學生所產生的思考行為。所以對不同年齡層的學童，應設計不同的趣味科學課程，最好材料取得容易、製作方法簡單、科學原理易懂，且易於改進及創新。由上述的研究得知，趣味科學課程具有特殊的教育功能，可以跨多元學科的學習，可以結合不同課程的需求，可以在過程中鼓勵學生進行學習，可以增加知識並強化思考智能，故趣味科學在學校的理化課程中佔有相當重要的地位，趣味科學融入課程教學是可以讓師生互

動良好、消彌課程壓力的教學方法，故趣味科學課程的設計便顯得相當的重要。

趣味科學實驗與科學實驗最大的不同點，在於趣味科學實驗並不像一般課本實驗那樣在意操作過程的嚴謹度，同時也不必過度強調所謂的次序性與明確的實驗步驟、及充滿數據的實驗結果。趣味科學是將科學活動與遊戲化、趣味化，利用生活中隨手可得的材料進行活動，讓學童從富含科學寓意的活動中，體會科學原理，體認科學就在我們的身邊。若想將趣味科學變為教學課程的一部份，必須要把握的重要原則便是必須有讓學生「動腦筋」的機會，即掌握主動探究或解決問題的原則，而不只是玩一玩就結束教學活動，否則玩樂的教育意義便大幅降低。在趣味科學的活動中課程扮演極重要的角色，九年一貫課程需要教師能充分發揮主動學習與思考的精神，成為一個教學課程的設計與轉化者、潛在課程的發現者、懸缺課程的彌補者（許良榮，2004）。

學者指出，科學必須強調「動手把一件事情做好」的重要性。現今的學生都很聰明，書也讀得不少，但是多半缺乏動手做好一件事的歷練。學校裡的考試太多，學生要日以繼夜的準備，雖然學校也安排了科學實驗課程，但往往是把實驗課本當食譜，一個口令一個動作，相當無趣（此外，實驗課程本身也設計得相當乏味，與生活脫節）。因此，身為教育工作者的我們應該要知道：唯有實作的、生動有趣的學習，才是具體獲得知識的最佳方法；唯有經過理解的知識，才能成為帶得走的能力。市面上的趣味科學遊戲叢書甚多，許多的科學遊戲只是單純地教學生做出成品或觀察現象，比較適合國小學童教學使用，因此，大部份的科學實驗未必適合用於國中理化科的教學上，故仍須由教學現場的國中自然科教師設計一套適合國中教學的科學實驗，本研究則是採用 Coble and Hounshell(1982)的科學遊戲設計流程進行設計（圖一），以期能設計符合教學需求的遊戲。



圖一、本研究趣味科學課程設計(Coble & Hounshell, 1982)

四、研究方法、步驟及預定進度：

本研究主要目的在於設計趣味科學實驗課程，融入於理化課程的教學之中，以解決未來十二年國教後教師在教學上面臨的問題，進而提昇學生的學習興趣。研究者首先分析理化課程中可進行那些科學實驗，而這些科學實驗如何增加趣味化、競賽化，且如何融入現行的理化課程之中。挑選可實施的理化單元後，再進行實驗的設計與改良，並運用於課程教學之中，以達到教學的目標。研究者以「計畫→行動→觀察→反省→修正」等五大步驟不斷地循環，以改進科學實驗設計及教學方法，並整理學生對此教學改進的回饋資料及研究者的反省改進資料，最後根據資料作出歸納分析。

一、研究設計與研究對象

因國中課程皆有進度壓力，且大部份的家長及老師未必能接受班級學生成為教學實驗的一部份，況乎理化是學測重要的考試科目，長達一年進行班級實驗研究將受到莫大的反彈，而且研究結果未必然能夠大幅提高學生的成績，故研究者為確保計畫能夠順利進行，故選定筆者任教的班級，並事先與家長溝通，再將國中理化課程中欲實施教學的內容設計成合適的趣味實驗，實驗的內容會依照不同的教學方式進行設計，以配合該單元的特性。本研究期間會進行學生晤談及學生問卷，而研究者則藉由所收

集的資料，刺激研究者反省以進行下一步的教學動作，以瞭解學生的學習感受及成效。

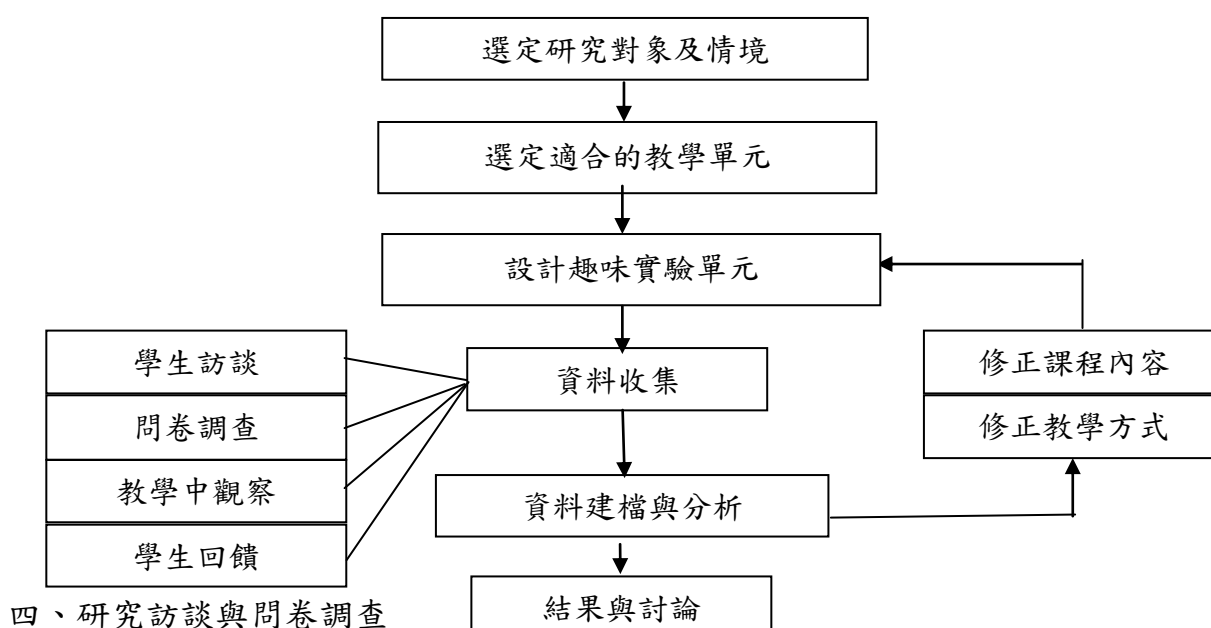
二、研究者的背景與角色

研究者任教的科目以理化科為主，研究者發現現今的學生對學習的意願低落、課堂的注意力不集中，加上學生本身的素質及學習基礎不佳，教師在教學上有相當大的挫折感。研究者認為教學方式的改變有助於活化教室的學習氣氛，透過「寓教於樂」的教學模式，重新啟發學生對科學的興趣，並進而對學習成效有所提昇。研究者本身即擔任教師也是研究者的角色，藉此設計活動、進行教學、並收集學生資料，以便於進行反省及改進教學。

三、研究工具與步驟

本研究的趣味科學實驗設計工具乃是根據 Coble and Hounshell(1982)研究的趣味科學實驗設計流程，並配合理化課程的單元進行編修，進而將設計或編修完成的趣味實驗融入課程教學之中。本研究步驟流程如下：

- (一)配合教學目標選定適當的教學單元。
- (二)依據 Coble and Hounshell(1982)「趣味科學實驗」流程設計實驗。
- (三)選擇與設計科學實驗融入理化科的教學之中。
- (四)透過資料收集與分析，反省並修正教學。
- (五)將修正後的實驗再次融入教學之中，並不斷地檢討該實驗的適當性。



- (一)選定訪談對象，研究者以立意抽樣方式選定各組 1~2 位學生，進行本研究的訪

談。

(二)根據本研究的目的，擬定幾項研究的重點進行訪談，包括：受訪學生對趣味科學實驗的看法、趣味實驗課程設計及單元安排是否適當的看法、趣味實驗課程是否能增進學生的學習態度等。

(三)進行訪談的過程中，為了對研究主題深入的探討，研究者應要求受訪者提出完整且具體的說明，以利研究者詳實記載。

(四)研究者可依訪談結果進行分析討論，並歸納所有受訪者的看法之異同之處，作出結論，討論結果可作為問卷調查的參考依據。

(五)本研究問卷採用林嘉慶(2008)的科學態度量表(信度係數 Cronbach α =0.9273)為問卷基礎，對研究對象進行問卷調查，以科學態度、學習態度、學習自信量表前測、後測施測結果，加以數據處理分析，以求量化之資料，而獲得主要的研究結果。為求具體數據，採用量化研究為主，質性研究為輔，故並配合教學流程中訪談等資料收集，以作為質性之資料來源，並了解學生科學態度的轉變。

(六)研究者以參與研究之學生為問卷調查對象，預計前測及後測各發出 30 份問卷。將回收完成的問卷依學號別進行分類整理編碼，本研究以統計套裝軟體 SPSS 10.0 版進行問卷資料之統計分析，問卷題目採 Likert 五等量表，分為五個等距，1~5 分單級計分，1 代表「非常不同意」、2 代表「不同意」、3 代表「普通」、4 代表「同意」、5 代表「非常同意」，依分數統計結果，進行描述性統計分析。

五、趣味科學實驗設計過程與資料收集分析

研究者乃是根據市面上的科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手冊等參考文獻，並配合課程單元之教學目標，加以編修設計趣味科學實驗，將它融入教學單元之中。研究者對趣味科學實驗的設計與選定原則是依據單元的相關性進行融入：(一)從原本教科書中的實驗進行改編設計，(二)從教科書中所提及的原理概念，進行創新設計。所以，本研究所設計的趣味科學實驗盡可能與課程單元有高度相關性，以免實驗與課程產生學習上的落差，並兼顧趣味性與實用性。本研究在進行趣味科學實驗過程中不斷地收集及分析資料，以作為下一步修正行動的參考，本研究所收集的資料包括：上課實況記錄、學生訪談記錄、學生在實驗中的表現等，最後將這些資料加以編碼，並

進行歸納分析及解釋資料所呈現的意義，以協助研究者修正實驗。

六、研究內容

(一)課程版本

本研究的教學內容「趣味科學課程」的設計，以本校學生目前所使用的「翰林版」自然與生活科技的課程內容為主，以課程融入及教學目標融入為實施方法。

(二)課程單元

由於國中「自然與生活科技」課程共有六冊，其中第一、二冊實驗單元皆出自於生物課程部份，不在此次研究範圍內，故不深入討論。本研究僅針對「翰林版」國中二年級、三年級共四冊「自然與生活科技」領域教科書中實驗課程之部份進行研究開發。在二、三年級課程中，大部份的實驗單元皆出自於理化，二、三年級翰林版「自然與生活科技」理化實驗單元共有 34 個(物理有 20 個、化學有 14 個)，教學內容及對應的實驗單元如下表(一)~(三)所列，本研究預計從下列的課程單元中改進原有實驗或加入新的趣味實驗，以達到使現今的科學課程更加趣味化，使學生提升學習意願。

表一、「自然與生活科技」課程第三冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 實驗與科學概念	1-4 密度與科學概念	水的密度測量
Ch2. 水和空氣	2-2 水溶液	硝酸鉀的溶解
	2-4 氧氣與二氧化碳	氧氣的性質與製造(化) 二氧化碳的性質與製造(化)
Ch3. 波與聲音	3-2 聲音的形成	振動發聲
Ch4. 光、影像與顏色	4-2 光的反射與面鏡	光的反射定律
	4-4 透鏡的成像	凸透鏡的成像
Ch5. 溫度與熱流	5-2 熱是甚麼	加熱時間與水溫的上升
	5-3 物體受熱後溫度變化	物體受熱後溫度上升的比較
	5-4 熱量的傳送	熱傳送
Ch6. 物質的基本結構	6-1 純物質與混合物	食鹽與細砂的分離
	6-2 元素與化合物	金屬元素與非金屬元素性質

表二、「自然與生活科技」課程第四冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 原子與化學反應	1-1 化學反應與質量守恆	化學反應前後的質量變化(化)
Ch2. 氧化與還原	2-1 元素的活性	金屬的氧化(化)
	2-2 氧化與還原	氧化還原反應(化)
Ch3. 電解質與酸鹼鹽	3-1 電解質	電解質與非電解質區分
	3-2 酸與鹼	酸與鹼的性質(化)
	3-3 酸鹼反應與鹽類	酸與鹼的化學反應(化)
Ch4. 反應快慢與平衡	4-1 接觸面積濃度與反應速率	表面積、濃度與反應速率關係(化)
	4-2 溫度與反應的快慢	溫度對反應速率影響(化)
Ch5. 生活中的有機物	5-1 有機物與無機物	木筷的乾餾(化)
	5-3 醇、酸、酯、聚合物	酯的製造與性質(化)
	5-4 食物、衣料與清潔劑	肥皂的製作(化)
Ch6. 力、壓力、浮力	6-2 力的測量與合成	質量、重量與彈簧的形變
	6-3 摩擦力	摩擦力的存在與影響因素
	6-5 浮力	阿基米德原理

表三、「自然與生活科技」課程第五冊、第六冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 空間中的位置變化	1-3 速度的變化與加速度	位移與速度的變化
Ch2. 力與運動	2-4 力的轉動效應—力矩	轉動平衡—槓桿原理
Ch3. 能量—由功到熱	3-2 動能與功	運動物體亦可作功
Ch4. 電流電壓與歐姆定律	4-4 歐姆定律與電阻	歐姆定律與電阻
Ch1. 電流的熱及化學效應	1-4 電池	鋅銅電池(化)
	1-5 電解	水及 CuSO_4 溶液的電解(化)
Ch2. 電與磁	2-2 電生磁—電流磁效應	載流導線產生磁場
	2-4 磁生電—電磁感應	線圈內磁場變化與產生電流

(三)研究及發展步驟

1. 確立研究章節、次單元、實驗課程。
2. 收集相關資料及相關文獻，包括：市售科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手冊等。
3. 根據參考資料，並配合課程單元之教學目標，加以編修設計趣味科學實驗，將它融入教學單元之中。
4. 完成趣味實驗設計，設計內容包含：
 - (1)趣味實驗名稱
 - (2)適用對象
 - (3)融入單元
 - (4)融入時間點
 - (5)教學步驟
 - (6)學生反應
5. 進行試教與問卷調查、課室觀察。
6. 進行課程修正。
7. 本研究預計分三年時間將國中二、三年級理化課程做完整研發(今年為第三年)。

(四)趣味實驗課程設計示例 (摘自 102 年中小科學計畫成果)

三、竹蟬、養樂多魔笛、吸管笛

(一) 適用對象：國中二年級學生

(二) 融入單元：波動與聲音

(三) 融入時間點：

「波動與聲音」這個章節對國中學生來說並不是個困難的章節，除了第一單元「波的種類與形式」有涉及到波的性質與波速的計算外，之後的單元便著重生活中聲波的應用等。雖然我們每天都聽得到聲音，但「聲音」看不到又摸不到的抽象性，往往很難對學生描述清楚，加上課本的實驗往往太過制式化，很難引起學生的興趣。以「傳播聲音」的三大要素——介質、快速振動為例，課本的實驗只是打鼓、敲音叉、趴在桌上聽鬧鐘，至於「波以耳」實驗所需的器材也不是每個學校都有（就算有也只是老師代為操作），很難引起學生共鳴，本研究以古時後童玩的角度，切入聲音的章節，讓學生親自動手製作能夠發出「聲音」的玩具（本身非發聲體），並體驗童玩中的科學。

(四) 教學步驟：

◎原味的夏天—竹蟬

一、原理：利用物體磨擦振動而發出聲音。

二、材料：保特瓶、竹筴、竹籤、棉線、松香、電氣膠帶等

三、製作方法：

1. 取一個保特瓶並切上半部（約近瓶口 1/3 處）含瓶蓋的地方。
2. 以鐵釘燒熱在瓶蓋上打一個足以讓棉線穿過的小洞，取一段棉線穿過小洞後，以一短段竹籤固定，使棉線卡在瓶蓋上。
3. 取竹筴於末端纏繞電氣膠帶各二段，此二段相距約 0.2~0.5cm 左右，於此二段的凹槽處塗抹松香，可使旋轉更易發出聲音。
4. 將棉線的另一端綁在竹筴的凹槽處，不可綁太緊（要有旋轉空間），以利轉動。
5. 以色彩與紙片，裝飾共鳴器（保特瓶瓶身）。
6. 手握竹筴的一端，使共鳴器轉動，並可發出與竹蟬相近的聲音。



圖九、學生認真製作



圖十、竹蟬完成品

◎養樂多魔笛

一、原理：藉由魔笛的製作，認識到能聽到「聲音」是因為「振動」和「介質傳遞」所造成，要兩同時存在才有聲音的產生。此外，還可以介紹聲音的三要素為：響度、音調、音色。

二、材料：

養樂多罐、熱熔膠槍、熱熔膠、剪刀、粗吸管、可彎式吸管、汽球、橡皮筋。

三、作法：

1. 在養樂多底部中央以熱融膠槍頭鑽洞，洞口大小以能剛好將粗吸管放入養樂多罐內為準，粗吸管要突出罐口外，其間的空隙以熱融膠封緊，不可漏氣。
2. 再以熱融膠槍頭在瓶身融出一個吹氣孔，足以插入小吸管，將小吸管插入後，其間的空隙以熱融膠封緊，不可漏氣。
3. 用剪刀將 10 號汽球剪掉上半部，並將下半部套在養樂多瓶口上，用橡皮筋綁住，汽球膜要繃緊，看看粗吸管的另一端是否緊貼住氣球膜。
4. 從小吸管吹氣，若能發出聲音即可算製作成功。
5. 若無法發出聲音，檢查是否有漏氣的地方，汽球膜有沒有綁緊。
6. 試著將突出罐子的粗吸管鑽數個小孔，如同直笛般，以手指按住小洞，並依序放開，聽聽看聲音的高低是否有所改變呢？
7. 將汽球膜改換成保鮮膜，觀察發聲的效果是否有變化呢？
8. 將突出罐子的粗吸管剪成不同長度，觀察發聲的效果是否有變化呢？

七、預定工作進度

月份 工作內容	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
計畫核定	*											
研發趣味科學課程	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
選定研究學生前測		*										
利用班級試教		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

問卷及後測						*					*	
討論與修正			*		*		*		*		*	
撰寫成果報告											*	*

五、預期完成之工作項目、具體成果及效益：

(一)預期完成之工作項目

1. 發展「趣味科學課程」約計 10~15 個實驗(依研發進度而定)。
2. 完成「趣味科學課程」在研究者任教班級的試教。
3. 完成學生的科學態度問卷的施測(前測、後測)。
4. 完成「趣味科學課程」的修正。
5. 編輯「趣味科學課程」實驗成果報告成冊(第三年)。

(二)工作項目之具體成果

1. 研發「趣味科學課程」，將每階段研發成果照片放置於學校網站或個人 Facebook 上。
2. 撰寫「趣味科學」課程教材成果報告，並將成果放置於學校網站上，或集結成冊，供後進參考。
3. 問卷調查學生對「趣味科學課程」的反應及學習態度，並進行分析。
 - (1)針對科學社團學生進行問卷調查，探討學生對趣味科學課程的喜好與優缺點。
 - (2)針對問卷結果進行 SPSS 統計分析。
 - (3)從問卷結果改正往後的課程內容的設計方向。

(三)預期成效與評量指標

1. 完成「趣味科學課程」的研發，約計 10~15 個實驗，並集結成冊。
2. 學生對科學的學習態度獲得提昇。

偏遠國中趣味實驗課程之研發(第三年)

楊明獻

苗栗縣立大湖國民中學教務主任

苗栗縣國教輔導團自然科輔導員

壹、前言

一、研究動機：

自從九年一貫實行以來，我們常聽到家長及學校老師抱怨，教材越教越多，學生程度越來越差，真不知道該怎麼辦才好，很多父母親索性將小孩送到補習班補習，然而無趣的教材只是讓絕大多數的學生望之生畏，或者只是把它當成一門考試的科目而已，在學生的內心並不喜歡這樣的科目，更遑論會在生活中應用所學的科學常識，我們發現了這樣的問題出在課程教材上。自從教科書開放後，重視學校本位、教師專業自主、課程彈性外，最重要的是由以往的單一科目改變為「領域教學」，因此教師的教學方式都必須因應時代的進步而有所調整，教師已經不能再以傳統的教學方式教育新一代的學子，陳美玉(1997)指出一個因應多元社會的專業教師，應是能靈活轉換教學策略並對學習者的學習條件掌握得宜者。其中理化課程的科學教育長期以來一直是我國相當重視的教育環節，臺灣學生參加世界級的科學競賽能有出色的表現，皆與我國長期注入心血有關，然而從近來的學測成績及教學狀況中發現，學生對理化科學習意願低落、學習成效不彰，有鑑於此，研究者認為欲提昇學生對理化科的學習成效，必須使學習者能有興趣地主動參與學習過程(Coker & White, 1993)，故以趣味科學實驗的教學方式，增進學生的學習興趣及意願，進而從實驗當中闡述高深的科學原理，讓學生易於體會科學意涵，如此一來，學生便不會恐懼學習理化課程，亦能提升學生創造思考的能力。本研究將以偏遠學生為對象，研究一套兼具趣味性的實驗課程，透過落實在教學現場的方式，期待讓理化課程跨向一個新的里程，走出正規的課堂教學，以一種寓教於樂的方式，讓學生在遊戲中也能學生到科學原理，讓學生體會甚麼是「生活中的科學」。

二、研究背景與目的：

(一)研究計畫背景：

苗栗縣教育資源不如都市地區，缺乏大型科學博物館，對該縣的學生在科學的認識及學習上遠不如其它都會地區的學童，加上大湖地區地屬偏遠，若要父母親帶學生至其它縣市參觀，得視父母親的經濟狀況決定，故大湖地區學生對科學的認知大多來自老師的課堂教育，老師受限於課程壓力及升學，給予學生的科學常識顯得呆板而無趣，所以發展偏遠學校的趣味科學課程不容緩，不僅可以培養學生的對科學的興趣，並增廣學生對科學的視野，讓學生從生活中發現科學、發揮創意，更可以拉近城鄉間的學習差距。

(二)目前現況：

1. 課程方面：學校發展科學社團已有五年的時間，並於 95~103 年辦理校內科學競賽，目前成效不錯，99 年更獲得教育部教學卓越金質獎。近年皆依賴中小學科學計畫的補助，方能對偏遠學校科學教育作有效且持續地推廣。
2. 學校難題：學校開辦科學社團或科學活動最大的難題在於經費問題。經費方面，學校目前無自籌經費之能力，必須仰賴計畫全額補助，才足以支應科學社團及科學競賽的開銷，學校資源貧乏使得教師對科學課程的研發更加困難，故筆者申辦此計畫。

(三)計畫目的：

1. 開發適合大湖國中學生的趣味科學課程。
2. 了解趣味科學課程對學生科學態度之影響。

貳、文獻探討

科學教育長期以來一直是我國相當重視的教育環節，臺灣學生參加世界級的科學競賽能有出色的表現，歸功於我國對各級教育階段之科學教育及活動投注不少心血，而科學教育中最重要的便是科學實驗活動，科學實驗教學是學校科學教育中不可或缺

的一環(許榮富、趙金祁, 1988; Layton, 1990; Tobin, 1990)。

科學實驗的目的在於透過實驗的過程讓學生體會科學建構與驗證過程, 而能培養科學興趣、態度及學習科學方法(金佳龍, 1997), 並協助學生理解科學理論與定律, 透過實驗去探所自然界的科學奧妙(Fensham, 1988; Layton, 1990; Wellington, 1994)。國內教育學者許榮富、趙金祁(1988)的研究指出科學實驗的目標在於培養科學的態度、理解科學的本質、發展認知能力、建立科學概念、發展科學技能, 故由上述可知, 科學實驗並非科學教育的部份或附屬, 科學實驗是科學教育的核心(Tamir, 1989)。我國國民中小學的「自然與生活科技」學習領域便是屬於物質科學, 也是中小學階段實施科學教育的一門課程, 它必須透過實驗教學或實驗活動讓學生對學習的科學理論或定律加以佐證(McCormack & Yager, 1989), 以豐富學生科學知識及建立科學素養。Tamir(1989)及 Solomon(1980)的研究指出科學課程最獨特之處在於實驗課程, 教育部(2000)在國民中小學課程綱要中提及教學的方法得以實驗實作的方式, 培養探究的能力、進行分工合作的學習, 以獲得科學智能達成課程目標為原則, 故科學實驗課程在國民中小學的「自然與生活科技」學習領域課程教材中有其存在的必要性。而學校在正式課程之外, 安排非正式的科學實驗課程不但可增進學生對科學實驗的興趣, 更可輔助學生對課堂上自然科課程的學習, 發展學生對科學創意, 故發展趣味科學實驗課程是學校提升學生對「自然與生活科技」課程學習興趣最可行的作法。

關於「趣味科學」國內外學者並無統一、適當的名詞解釋。學者羅芳晁(1997)曾提出他的看法:「以趣味性的設計, 多人參與競賽, 可鼓舞或激發研究興趣, 以做中學的方式達成實驗教學目標」。而另一學者葉富源(2003)則指出:趣味科學乃是「以生活的簡單題材, 在生活化、趣味化、安全、操作簡單、有實質的意義及容易成功的原則下, 所設計讓參與者能親自操作, 並藉由活動過程引起科學興趣, 獲得科學知識的科學活動」。本研究所謂的「趣味科學」活動是指以科學遊戲、科學玩具製作、或是以趣味性方式進行科學學習之活動。

陳忠照(2003)、陳惠芬(2000)、張淑慧(2003)、許義宗(1981)、鄧文華(1995)等學者都曾對趣味科學下過定義:(一)材料是生活化的, 是隨手可得的, 並且是以簡單易學、操作容易的素材為主。(二)是透過趣味化、遊戲化的方式並依據科學原理來輔助兒童學習科學。(三)不論是過程、知識本質或者是技能, 其學習目的都是為了培

養基本的科學素養。

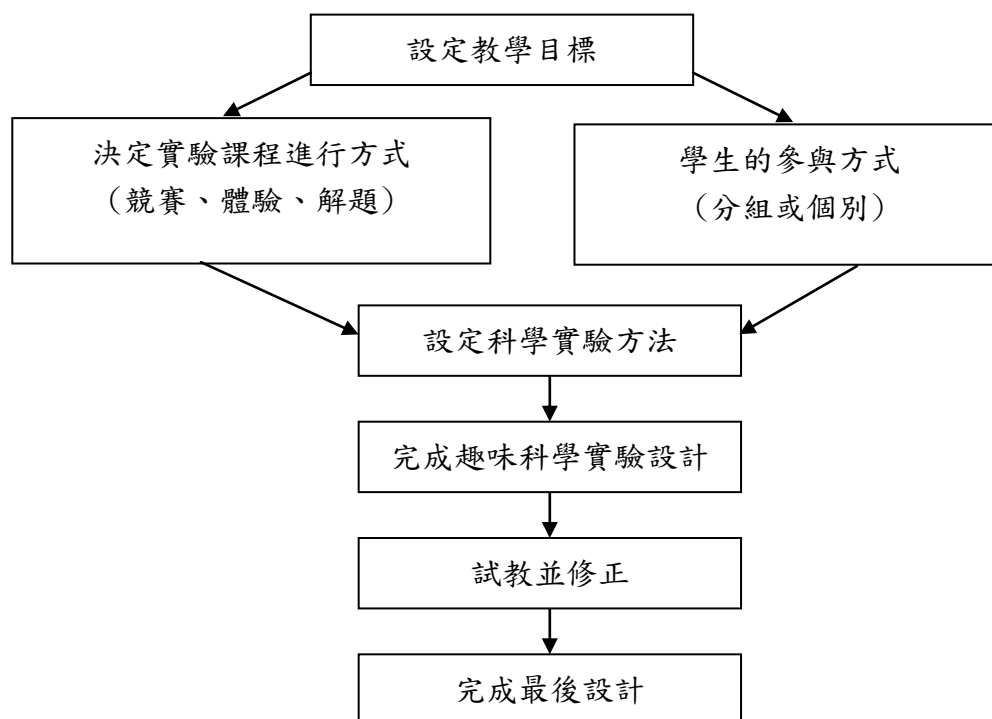
從國內外的研究顯示，將趣味科學課程應用於自然科的教學有助於提高學生的思考能力及創造力(Trollinger, 1977)，學生透過參與趣味科學課程的過程能夠了解科學的原理知識。鄧文華(1995)則指出趣味科學通常是先有一個想法，並努力為這個想法找一個答案。陳惠芬(2000)則認為趣味科學便是一種寓教於樂教學方式，同學可從遊戲中體會科學原理。郭騰元(2000)則強調趣味科學的重點在於製作的過程中，對學生所產生的思考行為。所以對不同年齡層的學童，應設計不同的趣味科學課程，最好材料取得容易、製作方法簡單、科學原理易懂，且易於改進及創新。由上述的研究得知，趣味科學課程具有特殊的教育功能，可以跨多元學科的學習，可以結合不同課程的需求，可以在過程中鼓勵學生進行學習，可以增加知識並強化思考智能，故趣味科學在學校的理化課程中佔有相當重要的地位，所以現今教育環境已不容許教師仍只有使用傳統的教學方式，趣味科學融入課程教學是可以讓師生互動良好、消彌課程壓力的教學方法，故趣味科學課程的設計便顯得相當的重要。

趣味科學實驗與科學實驗最大的不同點，在於趣味科學實驗並不像一般課本實驗那樣在意操作過程的嚴謹度，同時也不必過度強調所謂的次序性與明確的實驗步驟、及充滿數據的實驗結果。趣味科學是將科學活動與遊戲化、趣味化，利用生活中隨手可得的材料進行活動，讓學童從富含科學寓意的活動中，體會科學原理，體認科學就在我們的身邊。若想將趣味科學變為教學課程的一部份，必須要把握的重要原則便是必須有讓學生「動腦筋」的機會，即掌握主動探究或解決問題的原則，而不只是玩一玩就結束教學活動，否則玩樂的教育意義便大幅降低。在趣味科學的活動中課程扮演極重要的角色，九年一貫課程需要教師能充分發揮主動學習與思考的精神，成為一個教學課程的設計與轉化者、潛在課程的發現者、懸缺課程的彌補者（許良榮，2004）。

學者指出，科學必須強調「動手把一件事情做好」的重要性。現今的學生都很聰明，書也讀得不少，但是多半缺乏動手做好一件事的歷練。學校裡的考試太多，學生要日以繼夜的準備，雖然學校也安排了科學實驗課程，但往往是把實驗課本當食譜，一個口令一個動作，相當無趣(此外，實驗課程本身也設計得相當乏味，與生活脫節)。因此，身為教育工作者的我們應該要知道：唯有實作的、生動有趣的學習，才是具體

獲得知識的最佳方法；唯有經過理解的知識，才能成為帶得走的能力。

市面上的趣味科學遊戲叢書甚多，許多的科學遊戲只是單純地教學生做出成品或觀察現象，比較適合國小學童教學使用；亦有許多的科學遊戲單純作為競賽之用，如：迴旋標、紙飛機等，學生只知道如何贏得比賽卻未必能夠了解競賽內容的科學原理，甚至有些科學原理遠超過國中的教學範圍(如：白努力原理)；有些科學遊戲則是未經過設計，無法引導學生對科學原理提出探討，因此，大部份的科學實驗未必適合用於國中理化科的教學上，故仍須由教學現場的國中自然科教師設計一套適合國中教學的科學實驗，本研究則是採用 Coble and Hounshell(1982)的科學遊戲設計流程進行設計(圖一)，以期能設計符合教學需求的遊戲。



圖一、本研究趣味科學課程設計(Coble & Hounshell, 1982)

參、研究方法

本研究主要目的在於設計趣味科學實驗課程，融入於理化課程的教學之中，以解決未來十二年國教後教師在教學上面臨的問題，進而提昇學生的學習興趣。研究者首先分析理化課程中可進行那些科學實驗，而這些科學實驗如何增加趣味化、競賽化，且如何融入現行的理化課程之中。挑選可實施的理化單元後，再進行實驗的設計與改良，並運用於課程教學之中，以達到教學的目標。研究者以「計畫→行動→觀察→反省→修正」等五大步驟不斷地循環，以改進科學實驗設計及教學方法，並整理學生對此教學改進的回饋資料及研究者的反省改進資料，最後根據資料作出歸納分析。

一、研究設計與研究對象

因國中課程皆有進度壓力，且大部份的家長及老師未必能接受班級學生成為教學實驗的一部份，況乎理化是學測重要的考試科目，長達一年進行班級實驗研究將受到莫大的反彈，而且研究結果未必然能夠大幅提高學生的成績，故研究者為確保計畫能夠順利進行，故選定筆者任教的班級，並事先與家長溝通，再將國中理化課程中欲實施教學的內容設計成合適的趣味實驗，實驗的內容會依照不同的教學方式進行設計，以配合該單元的特性。本研究期間會進行學生晤談及學生問卷，而研究者則藉由所收集的資料，刺激研究者反省以進行下一步的教學動作，以瞭解學生的學習感受及成效。

二、研究者的背景與角色

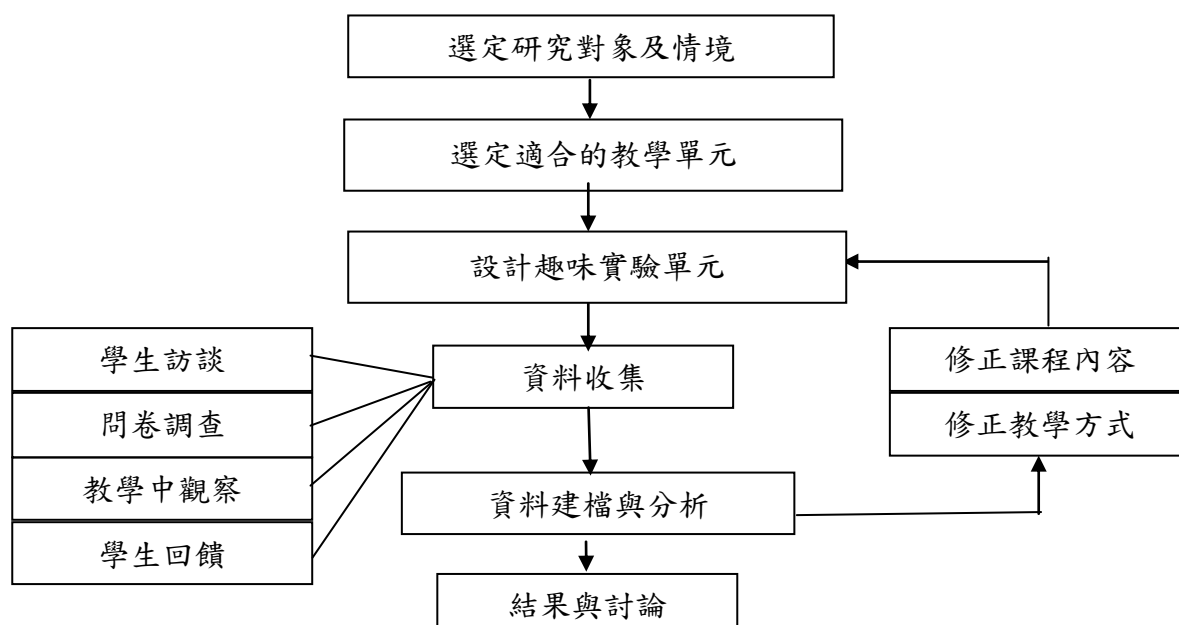
研究者任教的科目以理化科為主，研究者發現現今的學生對學習的意願低落、課堂的注意力不集中，加上學生本身的素質及學習基礎不佳，教師在教學上有相當大的挫折感。研究者認為教學方式的改變有助於活化教室的學習氣氛，透過「寓教於樂」的教學模式，重新啟發學生對科學的興趣，並進而對學習成效有所提昇。研究者本身即擔任教師也是研究者的角色，藉此設計活動、進行教學、並收集學生資料，以便於進行反省及改進教學。

三、研究工具與步驟

本研究的趣味科學實驗設計工具乃是根據 Coble and Hounshell(1982)研究的趣味科學實驗設計流程，並配合理化課程的單元進行編修，進而將設計或編修完成的趣

味實驗融入課程教學之中。本研究步驟流程如下：

- (一)配合教學目標選定適當的教學單元。
- (二)依據 Coble and Hounshell(1982)「趣味科學實驗」流程設計實驗。
- (三)選擇與設計科學實驗融入理化科的教學之中。
- (四)透過資料收集與分析，反省並修正教學。
- (五)將修正後的實驗再次融入教學之中，並不斷地檢討該實驗的適當性。



圖二、本研究架構及流程圖

四、研究訪談與問卷調查

- (一)選定訪談對象，研究者以立意抽樣方式選定各組 1~2 位學生，進行本研究的訪談。
- (二)根據本研究的目的，擬定幾項研究的重點進行訪談，包括：受訪學生對趣味科學實驗的看法、趣味實驗課程設計及單元安排是否適當的看法、趣味實驗課程是否能增進學生的學習態度等。
- (三)進行訪談的過程中，為了對研究主題深入的探討，研究者應要求受訪者提出完整且具體的說明，以利研究者詳實記載。

(四)研究者可依訪談結果進行分析討論，並歸納所有受訪者的看法之異同之處，作出結論，討論結果可作為問卷調查的參考依據。

(五)本研究問卷採用宋秀芬(2008)的科學態度量表(信度係數 Cronbach α =0.9353)、林栢裕(2010)的科學態度量表(信度係數 Cronbach α =0.9361)為問卷基礎，對研究對象進行問卷調查，以「科學態度量表」前測、後測施測結果，加以數據處理分析，以求量化之資料，而獲得主要的研究結果。為求具體數據，採用量化研究為主，質性研究為輔，故並配合教學流程中訪談等資料收集，以作為質性之資料來源，並藉此了解學生科學態度的轉變。

(六)研究者以參與研究之學生為問卷調查對象，預計發出 30 份問卷。將回收完成的問卷依學號別進行分類整理編碼，本研究以統計套裝軟體 SPSS 10.0 版進行問卷資料之統計分析，問卷題目採 Likert 五等量表，分為五個等距，1~5 分單級計分，1 代表「非常不同意」、2 代表「不同意」、3 代表「普通」、4 代表「同意」、5 代表「非常同意」，依分數統計結果，進行描述性統計分析。

五、趣味科學實驗設計過程與資料收集分析

研究者乃是根據市面上的科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手冊等參考文獻，並配合課程單元之教學目標，加以編修設計趣味科學實驗，將它融入教學單元之中。研究者對趣味科學實驗的設計與選定原則是依據單元的相關性進行融入：(一)從原本教科書中的實驗進行改編設計，(二)從教科書中所提及的原理概念，進行創新設計。所以，本研究所設計的趣味科學實驗盡可能與課程單元有高度相關性，以免實驗與課程產生學習上的落差，並兼顧趣味性與實用性。本研究在進行趣味科學實驗過程中不斷地收集及分析資料，以作為下一步修正行動的參考，本研究所收集的資料包括：上課實況記錄、學生訪談記錄、學生在實驗中的表現等，最後將這些資料加以編碼，並進行歸納分析及解釋資料所呈現的意義，以協助研究者修正實驗。

六、研究內容

(一)課程版本

本研究的教學內容「趣味科學課程」的設計，以本校學生目前所使用的「翰林版」自然與生活科技的課程內容為主，以課程融入及教學目標融入為實施方法。

(二)課程單元

由於國中「自然與生活科技」課程共有六冊，其中第一、二冊實驗單元皆出自於生物課程部份，不在此次研究範圍內，故不深入討論。本研究僅針對「翰林版」國中二年級、三年級共四冊「自然與生活科技」領域教科書中實驗課程之部份進行研究開發。在二、三年級課程中，大部份的實驗單元皆出自於理化，二、三年級翰林版「自然與生活科技」理化實驗單元共有 34 個(物理有 20 個、化學有 14 個)，教學內容及對應的實驗單元如下表(一)~(三)所列，本研究預計從下列的課程單元中改進原有實驗或加入新的趣味實驗，以達到使現今的科學課程更加趣味化，使學生提升學習意願。

表一、「自然與生活科技」課程第三冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 實驗與科學概念	1-4 密度與科學概念	水的密度測量
Ch2. 水和空氣	2-2 水溶液	硝酸鉀的溶解
	2-4 氧氣與二氧化碳	氧氣的性質與製造(化) 二氧化碳的性質與製造(化)
Ch3. 波與聲音	3-2 聲音的形成	振動發聲
Ch4. 光、影像與顏色	4-2 光的反射與面鏡	光的反射定律
	4-4 透鏡的成像	凸透鏡的成像
Ch5. 溫度與熱流	5-2 熱是甚麼	加熱時間與水溫的上升
	5-3 物體受熱後溫度變化	物體受熱後溫度上升的比較
	5-4 熱量的傳送	熱傳送
Ch6. 物質的基本結構	6-1 純物質與混合物	食鹽與細砂的分離
	6-2 元素與化合物	金屬元素與非金屬元素性質

表二、「自然與生活科技」課程第四冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 原子與化學反應	1-1 化學反應與質量守恆	化學反應前後的質量變化(化)
Ch2. 氧化與還原	2-1 元素的活性	金屬的氧化(化)
	2-2 氧化與還原	氧化還原反應(化)
Ch3. 電解質與酸鹼鹽	3-1 電解質	電解質與非電解質區分
	3-2 酸與鹼	酸與鹼的性質(化)
	3-3 酸鹼反應與鹽類	酸與鹼的化學反應(化)
Ch4. 反應快慢與平衡	4-1 接觸面積濃度與反應速率	表面積、濃度與反應速率關係(化)
	4-2 溫度與反應的快慢	溫度對反應速率影響(化)
Ch5. 生活中的有機物	5-1 有機物與無機物	木筷的乾餾(化)
	5-3 醇、酸、酯、聚合物	酯的製造與性質(化)
	5-4 食物、衣料與清潔劑	肥皂的製作(化)
Ch6. 力、壓力、浮力	6-2 力的測量與合成	質量、重量與彈簧的形變
	6-3 摩擦力	摩擦力的存在與影響因素
	6-5 浮力	阿基米德原理

表三、「自然與生活科技」課程第五冊、第六冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 空間中的位置變化	1-3 速度的變化與加速度	位移與速度的變化
Ch2. 力與運動	2-4 力的轉動效應—力矩	轉動平衡—槓桿原理
Ch3. 能量—由功到熱	3-2 動能與功	運動物體亦可作功
Ch4. 電流電壓與歐姆定律	4-4 歐姆定律與電阻	歐姆定律與電阻
Ch1. 電流的熱及化學效應	1-4 電池	鋅銅電池(化)
	1-5 電解	水及 CuSO_4 溶液的電解(化)
Ch2. 電與磁	2-2 電生磁—電流的磁效應	載流導線產生磁場
	2-4 磁生電—電磁感應	線圈內磁場變化與電流

(三)研究及發展步驟

1. 確立研究章節、次單元、實驗課程。
2. 收集相關資料及相關文獻，包括：市售科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手冊等。
3. 根據參考資料，並配合課程單元之教學目標，加以編修設計趣味科學實驗，將它融入教學單元之中。
4. 完成趣味實驗設計。
5. 進行試教與問卷調查、課室觀察。
6. 進行課程修正。
7. 本研究預計分三年時間將國中二、三年級理化課程做完整研發。

七、預定工作進度

月份 工作內容	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
計畫核定	*											
研發趣味科學課程	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
選定研究學生前測		*										
利用班級試教		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
問卷及後測						*					*	
討論與修正			*		*		*		*		*	
撰寫成果報告											*	*

八、預期完成之工作項目、具體成果及效益：

1. 發展「趣味科學課程」約計 10 個實驗(依研發進度而定)。
2. 完成「趣味科學課程」的試教。
3. 完成學生的科學態度問卷的施測。
4. 完成「趣味科學課程」的修正。

5. 編輯「趣味科學課程」實驗成果報告成冊(第三年)。

(二)工作項目之具體成果

1. 研發「趣味科學課程」，將每階段研發成果照片放置於學校網站上。
2. 撰寫「趣味科學」課程教材成果報告，並將成果放置於學校網站上，或集結成冊，供後進參考。
3. 問卷調查學生對「趣味科學課程」的反應及學習態度，並進行分析。
 - (1)針對學生進行問卷調查，探討學生對趣味科學課程的喜好與優缺點。
 - (2)針對問卷結果進行 SPSS 統計分析。
 - (3)從問卷結果改正往後的課程內容的設計方向。

(三)預期成效與評量指標

1. 完成「趣味科學課程」的研發，約計 10 個實驗，並集結成冊。
2. 學生對科學的學習態度獲得提昇。

肆、結果與討論

本研究主要目的在於設計趣味科學實驗課程，融入於理化課程的教學之中，以解決未來十二年國教後教師在教學上面臨的問題，進而提昇學生的學習興趣。研究者首先分析理化課程中可進行那些科學實驗，而這些科學實驗如何增加趣味化、競賽化，且如何融入現行的理化課程之中。挑選可實施的理化單元後，再進行實驗的設計與改良，並運用於課程教學之中，以達到教學的目標，最後研究者再透過課程訪談及問卷的方式探討學生對自然科學學習態度是否有所提昇，並整理學生對此教學改進的回饋資料及研究者的反省改進資料，最後根據資料作出歸納分析以做為後續趣味科學課程改良的依據。

第一節 國中理化課程之趣味科學實驗設計

本研究的教學內容「趣味科學課程」的設計，以本校學生目前所使用的「翰林版」自然與生活科技的課程內容為主，以課程融入及教學目標融入為實施方法。

由於本年度本研究試教對象為國中二年級學生，故研究課程也以國中二年級「自

然與生活科技」第三冊、第四冊課本為主。本研究教學內容及對應的課本實驗單元如下表四、表五所列，本研究從下列的課程單元中改進原有實驗或加入新的趣味實驗(如表六)，以達到使現今的科學課程更加趣味化，使學生提升學習意願。

表四、「自然與生活科技」課程第三冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 實驗與科學概念	1-4 密度與科學概念	水的密度測量
Ch2. 水和空氣	2-2 水溶液	硝酸鉀的溶解
	2-4 氧氣與二氧化碳	氧氣的性質與製造(化) 二氧化碳的性質與製造(化)
Ch3. 波與聲音	3-2 聲音的形成	振動發聲
Ch4. 光、影像與顏色	4-2 光的反射與面鏡	光的反射定律
	4-4 透鏡的成像	凸透鏡的成像
Ch5. 溫度與熱流	5-2 熱是甚麼	加熱時間與水溫的上升
	5-3 物體受熱後溫度變化	物體受熱後溫度上升的比較
	5-4 熱量的傳送	熱傳送
Ch6. 物質的基本結構	6-1 純物質與混合物	食鹽與細砂的分離
	6-2 元素與化合物	金屬元素與非金屬元素性質

表五、「自然與生活科技」課程第四冊教學內容及對應的實驗單元一覽表

章節	次單元名稱	原有課程實驗
Ch1. 原子與化學反應	1-1 化學反應與質量守恆	化學反應前後的質量變化(化)
Ch2. 氧化與還原	2-1 元素的活性	金屬的氧化(化)
	2-2 氧化與還原	氧化還原反應(化)
Ch3. 電解質與酸鹼鹽	3-1 電解質	電解質與非電解質區分
	3-2 酸與鹼	酸與鹼的性質(化)
	3-3 酸鹼反應與鹽類	酸與鹼的化學反應(化)
Ch4. 反應快慢與平衡	4-1 接觸面積濃度與反應速率	表面積、濃度與反應速率關係
	4-2 溫度與反應的快慢	溫度對反應速率影響(化)

Ch5. 生活中的有機物	5-1 有機物與無機物	木筷的乾餾(化)
	5-3 醇、酸、酯、聚合物	酯的製造與性質(化)
	5-4 食物、衣料與清潔劑	肥皂的製作(化)
Ch6. 力、壓力、浮力	6-2 力的測量與合成	質量、重量與彈簧的形變
	6-3 摩擦力	摩擦力的存在與影響因素
	6-5 浮力	阿基米德原理

表六、「自然與生活科技」課程第三、四冊已完成設計的實驗單元一覽表

冊別	章節	預訂的科學課程
第三冊	緒論與密度	全能估量王(1)
	波動與聲音	空氣炮滅燭(1)、音樂高腳杯(1)
	光與顏色	鏡子多角度實驗(1)、潛望鏡(1)、折射實驗組(1)
	熱與溫度	走馬燈(1)、石板烤肉(1)
第四冊	氧化與還原	碘液變色實驗(1)
	電解質與酸鹼鹽	酸鹼大考驗(1)、凸糖(1)
	有機化合物	手工肥皂(1)、電土燈(1)
	浮力與壓力	大氣壓力實驗組(5)

一、全能估量王

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：緒論與密度

(三)融入時間點：

國二學生進入理化課程的第一個章節便是緒論。緒論的內容不外乎實驗器材的介紹、單位的意義與估計值、長度、體積與質量的測量等，其中質量的測量必須使用到天平，故天平的操作方法便是教師教學的重點。然而課本所描述的天平教學顯得「制式化」，除了課本圖片配合步驟的描述外，並無設計操作實驗，對於本來就會的學生並無吸引力，對於不會的學生也沒有操作的機會，故本研究設計一項趣味天平實驗，讓學生從實驗中熟練天平的操作外，也訓練學生邏輯思考及解決問題的能力，等實驗完成後，學生不需要死背操作步驟便法天平使用的概念學會，學生就如同偵探般找尋所有可能的答案，也在培養學生建立「答案不只一個」、「學習沒有標準答案」的科學態

度。

(四)教學步驟：

一、原理：利用二個固定質量的砝碼，秤得指定質量的黏土。

二、材料：一塊黏土、一組上皿天平、20g 砝碼 1 個、50g 砝碼 1 個。

三、製作方法：

1. 每組分配一塊黏土，並請學生利用上皿天平及二個砝碼(20g、50g 各一個)，量出 15 克黏土。
2. 黏土可自行切割、分塊、組合，但不得使用二個砝碼以外的物品作為秤量工具。
3. 學生必須將秤量方法及步驟逐一寫下來，以作為評分的依據。
4. 方法不只一個，學生必須寫出二種(含)以上的秤量方法。
5. 將秤好質量的黏土拿至教師處，以電子天平再量測一次，記錄二次的質量及差值。
6. 評分標準：(1)有幾種方法、(2)方法是否簡單創新(步驟少)、(3)方法是否能確實量測到指定質量、(4)質量的精準度(與電子天平所量的質量的差值)
7. 同 1~6 步驟，可將砝碼改為 20g、10g 砝碼各 1 個，量出 5 克黏土，讓學生練習類似的題目操作，以增進學生的天平操作能力。



圖三、取 50 克的砝碼與黏土



圖四、黏土均分使其平衡

(五)學生反應：經研究者實際試教後發現，大部份學生都能從實驗中學習到天平的方法，但多數學生在活動開始時並無法掌握如何得到測量指定質量黏土的要訣，前十分鐘皆屬於活動空轉的狀態，教師仍要有耐心地等待一段時間，等學生充份思考後再給予提示，當學生獲得提示後，有部份的組別便知道要如何設計方法進行測量，而其它組別便會紛紛仿效，此時學生很快地完成第一次指定質量黏土的測量，然而要學生再

想出第二種以上的方法時，學生又再度陷入瓶頸之中，或許是思考方向被第一次的測量方法所侷限，致使第二次的方法與第一次雷同或者設計上出現從已知結果回推的瑕疵，由此說明學生的創造力仍有待加強。此外，研究者發現該實驗操作僅需二位學生即可完成，若以一組 4~5 同學來說，就有 2~3 位同學會無所適事，平白浪費它們的時間，建議一組給予二組天平進行操作，並給予二組不同的題型，讓每位同學都能操作，若時間充裕還可以交換題目進行挑戰，目的是為了讓每位學生都能夠有效學習，這樣學生才会有求取勝利的動力。

二、空氣炮滅燭、音樂高腳杯

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：波動與聲音

(三)融入時間點：

在教科書中，「波動與聲音」的第一節便是介紹波的性質，包括：波的種類、波的名詞定義(波長、週期、頻率、振幅等)、波的傳播現象等，此章節在一般老師的教學呈現下，多會著重在「計算」的部份，包括：週期、頻率、波速的算法，即便是學測題目在此章節的題型也多繞著計算題打轉，我們的學生對此單元的想法就是：「計算題！」既無奈又沒興趣，即使真的會寫題目，但卻對「波動」的意涵並不清楚，譬如：課本上寫「傳遞波動的物質就稱為介質，例如傳遞水波的介質就是水…」，課本只闡述了介質的意義，卻未說明波到底傳遞了甚麼？很多學生甚至誤認為水波就是傳遞水分子，對波只傳遞「能量」不傳遞「介質」的概念懵懂不清，一來是課本沒有強調之外(或許是要靠老師闡述)，二來是不易觀察到波攜帶能量的現象(課本也沒安排實驗)，故本研究安排了空氣炮的實驗就是要學生從有趣的競賽活動中，觀察波透過介質攜帶能量傳遞的過程。此外，學生對波的共振概念也僅限於課本所教的「頻率相同者會產生共振…」，課本安排一個音叉共振的實驗，說明頻率相同的音叉產生共振，使得聲音變大聲(響度變大)，便結束共振的主題。筆者認為共振在生活中很常見，能發揮的地方很多，樂器中許多都利用到共振的原理還增強響度，故本研究另外安排玻璃杯磨擦共振的實驗，讓學生從活動中體驗科學與音樂的聯結。

(四)教學步驟：

◎空氣炮滅燭

一、原理：利用擠壓保特瓶中的空氣所產生的壓力差吹熄燭火。

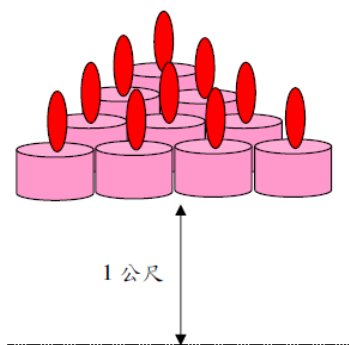
二、實驗材料：保特瓶1個、氣球1個、膠帶1捆、美工刀、圓形蠟燭等。

三、實驗步驟：

1. 將保特瓶切割開來，留下有瓶口的那一半。
2. 用剪刀將 10 號汽球剪掉上半部，留下下半截。
3. 再將汽球下半部套在保特瓶的底部，並用電氣膠帶將汽球與瓶身的接縫處捆數圈黏牢，使汽球在使用時不會漏氣。
4. 拉放汽球膜，測試保特瓶口是否會擠壓出空氣。
5. 每位學生製作的一個保特瓶空氣砲，進行比賽。(如圖五)
6. 將 10 個圓形蠟燭排成三角形(如圖六、七)，學生在距離蠟燭 1 公尺處，拉動空氣砲進行射擊，將蠟燭的火燄吹熄，吹熄幾個得幾分，每人射擊三次，三次取最高分者，最終分數越高者為優勝。



圖五、自製空氣砲



圖六、比賽裝置圖



圖七、學生進行競賽

7. 此外，教師可以導引學生試著改變氣球膜的緊度、保特瓶內的空間、瓶口的大小、保特瓶的形狀(方形或圓形)等因素，觀察滅燭效果是否會變好，與學生討論發生的原因為何(如圖九)。
8. 如果要讓學生觀察被擠壓的空氣波形狀，可用發煙器在瓶中灌滿煙霧(無發煙器者可以用線香)，發射後就可以看見圈狀或球狀的煙團。
9. 如果想要看見更明顯的波動情況，可以自製更大型的空氣砲。取一個方形紙箱，將所有的接(細)縫以紙膠帶封住，並在箱頂割一個半徑為 8cm 的大圓，將用發煙器在紙箱中灌滿煙霧，並以雙掌同時拍打紙箱的兩側，使紙箱內的煙霧空氣因受擠壓而產生煙團，煙團因波動傳播而滅掉燭火(如圖八)。

10. 教師可以導引學生思考將紙箱割出方形或其它形狀的排煙口效果是否會改變？紙箱的厚薄會影響波動的效果嗎？



圖八、箱型空氣砲



圖九、利用汽球膜振動產生波

◎音樂高腳杯

一、原理：利用摩擦玻璃杯緣產生振動，使得杯子的液體產生振動，並在玻璃杯內發生共振，使得聲音變大聲。

二、實驗材料：高腳玻璃杯一個(杯子空間要大一點)。

三、實驗步驟：

1. 取不同大小的玻璃高腳杯數個，以手指頭沾水後，另一手扶住高腳杯底(不可握住杯子腹部，以免阻礙振動發聲)，另一手指頭緩慢摩擦高腳杯杯口邊緣(如果沒有聲音可再多沾點水或減緩力道)，仔細聽一聽是否發出聲音，不同大小的玻璃高腳杯發出的音調是否相同呢？(如圖十一)請記錄它們之間的差異。
2. 取同一種玻璃高腳杯，加入不等量的水(如圖十)，以手指頭沾水後摩擦杯口邊緣，仔細聽一聽不同水量的玻璃高腳杯發出的音調是否相同呢？請記錄它們之間的差異。
3. 取同一種玻璃高腳杯，加入等量不同的液體(例：油、酒精、鹽水)，以手指頭沾水後摩擦杯口邊緣，仔細聽一聽裝不同液體的玻璃高腳杯發出的音調是否相同呢？請記錄它們之間的差異。
4. 與同學討論上述實驗結果的差異原因為何？及還有那些變因，會改變高腳杯發出的音調。



圖十、不同水量的高腳杯實驗



圖十一、不同大小的高腳杯實驗

(五)學生反應：

經研究者實際試教後發現，大部份學生都對此實驗感到有趣，透過一個實驗讓學生了解許多不同的概念，也有助於增進學生對生活疑問的釐清能力與建立科學實驗步驟的邏輯性，以「空氣砲滅燭」為例，在製作的過程中，學生並沒有想到光靠保特瓶及汽球便可以產生空氣擠壓的功能，當學生完成後進行比賽時，學生發現可以滅掉蠟燭時，學生有趣的想法便從中跑出來了，「用保鮮膜可以嗎？」、「拿大的保特瓶效果會比較好嗎？」、「使用方形的保特瓶可以嗎」、「在蓋子鑽多個洞，再鎖上蓋子，會變散彈砲？」、「在蠟燭前面擋個保特瓶也可以滅燭？」諸如此類天馬行空的想法，老師可以鼓勵學生多嘗試，或許結果會超出師生的想像，亦可從實驗中找到許多可操縱的變因。此外，因為空氣看不見，學生不易觀察，可在瓶內灌入煙霧以便觀察流體力學的作用情況，這樣會比較有利於教師解釋現象背後的原理。

「音樂高腳杯」則是一個相當有趣且常出現在各科普書籍中的實驗，操作過程簡單，學生們都玩得不亦樂乎，網路上有許多影片還拿裝不同水量的高腳杯當成樂器彈奏，果真能玩出美妙的音樂。老師在教導學生體驗此實驗的同時，可以更深入地與學生探討其中的變因，譬如：「裝多一點水音調會變高或變低？」(水量越多，音調越低)、「杯子大一點音調會變高或變低？」(杯子空間越大，音調越低，但響度較大)、「裝不同的液體音調有何變化？」(液體密度越大，音調越低)等等，手指摩擦高腳杯發音的原理，是杯面的橫向振動產生駐波，進而與杯內空氣共振產生聲音放大的效果。若高腳杯內裝有液體，液體會造成振動的負擔，使振動頻率降低，故液體高度愈高或液體密度愈大，杯所發出之頻率愈低。教師可試著跟學生解釋杯子發聲的原理，讓學生在快樂學習之餘，對生活中的科學現象也能有進一步的認識。

三、鏡子多角度實驗、潛望鏡

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：光與顏色

(三)融入時間點：

「光與顏色」章節中有一個小單元是在介紹各種面鏡的反射原理及成像性質，對國中學生來說並不是個困難的章節，特別是平面鏡的使用及成像，學生在國小期間已經學過了，課本也僅以硬墊板(或透明光碟盒)做為類似鏡子的功能，描繪投影的硬幣成像實驗，透過該實驗學生雖然可學習平面鏡的成像性質(其實學生在國小已有概念)，但很難引起學生興趣，本研究以擺放不同角度的二個平面鏡，讓學生觀察成像數目與成像性質，也可印證參考書中的題目：「有二面巨型鏡子，以夾角 60° 方式擺置，觀察者站立於二鏡子的角平分線上(中央)，請問觀察者可自鏡中看到幾個自己的像？」答案究竟為何？學生可從實驗中得到「操作」解題的樂趣。此外，坊間題目中亦常提到潛望鏡的成像性質：「潛望鏡中兩相互平行，鏡面相向之平面鏡，與筒壁之夾角為 45° ，經兩次反射之後，則可看到何種成像？」學生常會誤答為「正立且左右相反」或「倒立且左右相同」，究竟結果為何，學生可以親手製作潛望鏡來獲得解答。以上兩個考卷上的問題都可以透過實驗來印證教師上課所述的原理是否為真，更可以拉近考卷題目與學生間的距離。

(四)教學步驟：

◎鏡子多角度實驗

一、原理：利用平面鏡間多種角度的組合，以觀察成像個數及成像性質。


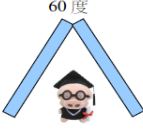



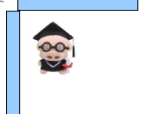
二、材料：平面鏡三片(約 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$)、量角器。

三、製作方法：

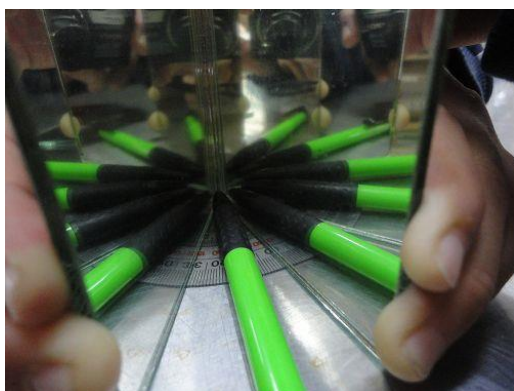
1. 取二片平面鏡，二者鏡面相向，放置於量角器上，以夾角 30° 方式擺置，在二個鏡子夾角的角平分線上(中央)放置某物體(如橡皮擦)，請學生觀察從鏡中可看到幾個物體的「像」？(如圖十三)
2. 同步驟(1)，將夾角改為 45° 、 60° 、 90° 、 120° 方式擺置，在二個鏡子夾角的角平分線上(中央)放置被觀察物體，請學生觀察從鏡中的成像數目，並記錄在學習單上(如圖十二)。
3. 同步驟(1)，夾角改為 30° 、 45° 、 60° 、 90° 、 120° 方式擺置，將被觀察物體放在

二個鏡子夾角的角平分線的右側(或左側，不在要中央)，請學生觀察從鏡中的成像數目，並記錄在學習單上。

- 將鏡子的擺放方式改為平行、正三角型(需要三面鏡子)、XYZ 軸(三面鏡子互相垂直)，將被觀察物體放在鏡子的中央處，請學生觀察從鏡中的成像數目，並記錄之。

光的反射學習單		
◎請寫出你看到的像有幾個呢？		
45 度 	60 度 	30 度 
_____ 個「像」	_____ 個「像」	_____ 個「像」
平行 	正三角型 	90 度 
_____ 個「像」	_____ 個「像」	_____ 個「像」

圖十二、平面鏡觀察實驗學習單(局部)



圖十三、30 度角的平面鏡成像



圖十四、XYZ 軸的平面鏡成像

◎潛望鏡

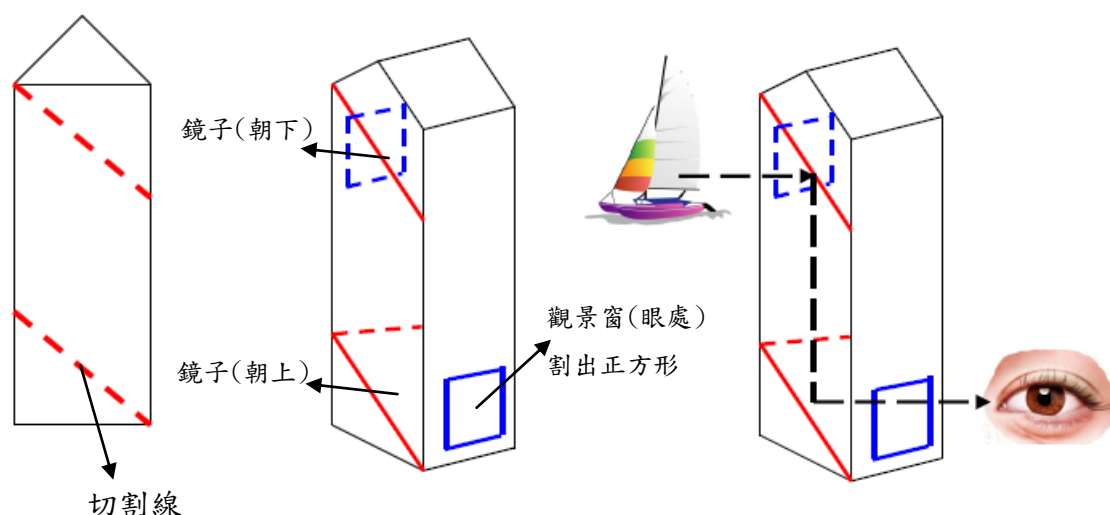
一、原理：利用平面鏡的反射原理，製作一個潛望鏡。

二、材料：平面鏡二個(約 10cm×10cm)、牛奶紙盒一個。

三、作法：

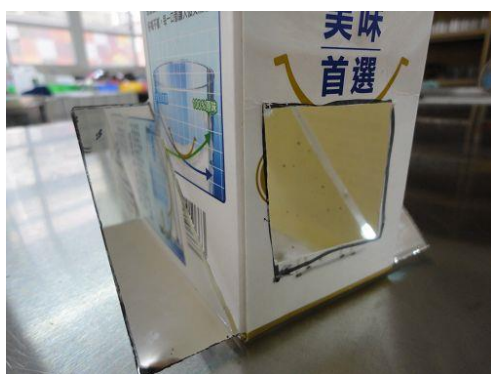
- 取牛奶紙盒一個(大小約 1000mL~750mL)清洗乾淨後，在牛奶紙盒的側邊的底部及頂部，以量角器畫出二條 45°的平行線，如果無法畫出 45°(鏡子太大)，則二條

線平行即可，紙盒的兩側皆要畫線(請注意線不要畫顛倒)。



圖十五、潛望鏡製作流程圖

2. 以美工刀沿著線將紙盒割開，再將平面鏡沿割開的縫塞入，並穿過紙盒的另一側，使平面鏡固定於紙盒的斜縫中，另一平面鏡以相同的做法完成，頂部的鏡面朝下，底部的鏡面朝上。(如圖十五)
3. 在紙盒的另外二側面，二個鏡面朝向處，分別畫上一個 5cmx5cm 的正方形，並將二個正方形割下來，即完成潛望鏡的製作(如圖十六)。
4. 請學生以眼睛靠近底部的四方窗，透過二個平面鏡的反射，觀察潛望鏡的成像性質(放大/縮小、倒立/正立、實像/虛像)，學生可蹲在教室窗下，以潛望鏡觀察窗外景象(如圖十七)。



圖十六、潛望鏡局部圖



圖十七、潛望鏡完成圖

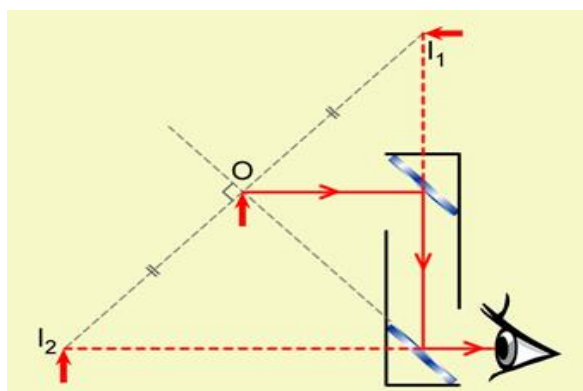
(五)學生反應：

經研究者實際試教後發現，學生學習從實驗中印證教師上課所教的原理，也學會以實驗的方式解答考題，不論結果如何，這是一件值得鼓勵的事。我們的學生長期以來習慣以「既有的知識」來推斷一切的答案(不論是考題或生活問題)，卻很少認真思考這樣的答案一定是對的嗎？事實上，這些「知識」須在一定的條件下才會成立，但我們學生卻常忽略「條件與過程」，只在意「結果」，以為這些「結果」放諸四海皆準，加上考題都是以這些「結果」為答案予以設計的，也強化學生對「結果」深信不疑。以「鏡子多角度實驗」為例，許多學生都寫過類似的題目，也都知道答案為何(參考書的解法為：像數 $= (360^\circ / \text{夾角}) - 1$)，第一次將題目轉化為實驗行動，學生已習慣先預設正確答案，然而部份的實驗結果卻非如此，在研究文獻(邱博文，2010)有完整的推論，證明參考書的寫法有瑕疵(圖十八)。這樣的實驗結果讓許多學生大感驚訝，甚至仍堅持書上的答案是對的，一定是實驗設備(步驟)有問題，學生寧願相信「既有的知識」而否認「眼見為真的結果」，這正是僵化的教學模式讓學生失去探究力的結果，也是老師們需要努力翻轉之處。

- 1：先算 $n = \frac{360^\circ}{\theta}$ 夾角不能整除360度時，目前無公式可循，此公式僅適用於能被夾角整除者
- 2：再修正
- ① 若 n 為奇數且物體不在分角線上，則成像數 $N=n$
 - ② 若 n 為奇數且物體在分角線上，則成像數 $N=n-1$
 - ③ 若 n 為偶數，則成像數 $N=n-1$

圖十八、平面鏡夾角計算方法(邱博文，2010)

「潛望鏡」實驗則是一個簡單又有趣的實驗，利用生活中的牛奶紙盒及平面鏡即製作一個好玩的窺探玩具，學生們皆感到新奇。教師在實驗前先詢問學生平面鏡的成像性質，大部份的學生都能夠正確回答出來，教師闡述潛望鏡是二個平面鏡二次反射的結果，再問學生潛望鏡二次反射的成像性質時，學生的答案出現不同的結果：有「正立、左右相反」、「正立、左右相同」、「倒立、左右相同」等各種答案，顯示出學生被「二面鏡成相對，結果應與一面鏡的成像相反」所困擾，學生「既有的概念」如果不够清楚就會產生誤答，透過實驗可以幫助學生澄清問題的關鍵點，教師亦可於實驗後畫圖解釋潛望鏡二次反射的成像過程(如圖十九)，將使趣味實驗能夠更有深度。



圖十九、潛望鏡二次反射的成像圖

(http://developer.hanluninfo.com:8088/2005/hkcee/phy/chapter03/index_03_05_04_04.htm)

四、折射實驗組

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：光的折射

(三)融入時間點：

在「光的折射」章節中，折射定律的闡述：「當光從傳播速度快的介質射向傳播速度慢的介質時，其折射線會偏向法線，使得折射角會小於入射角；當光從傳播速度慢的介質射向傳播速度快的介質時，其折射線會偏離法線，使得折射角會大於入射角」，對學生來說太過抽象，需透過圖解(光線折射圖)或實際觀察，讓學生體會折射的原理，課本中最常使用的實驗例子就是「筷子折斷」及「觀察(雷射)光線射入水中」的實驗，偏偏兩者有著看似相反的結果(筷子向上折、光線向下折，實際上原理是相同的)，常造成學生考試誤答，加上實驗太過簡單，學校老師通常忽略不做，故此單元學生並無可實際操作的體驗活動。此外，課本上介紹光的折射有其限制性，例如：當光由傳播速度慢的介質射向傳播速度快的介質時，當超過臨介角時，就不會產生折射，而會發生「全反射」，課本也未曾提及，更別說全反射與其它折射的生活實例。這便是教科書常讓學生看不懂或者學生學習脫節的問題所在，筆者認為可以加入一些趣味的主題實驗，讓學生透過趣味實驗與生活經驗作連結，便對折射定律有所了解，即可達成學習連結的目的。

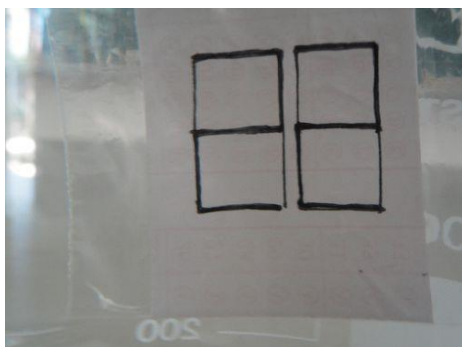
(四)教學步驟：

◎數字、圖形變變變

一、材料：拉鏈袋 3~4 號、厚紙片、簽字筆。

二、實驗步驟：

1. 先裁切與拉鏈袋大小相當的厚紙片，並在厚紙上用簽字筆寫上電子錶數字「88」，並將厚紙片放入拉鏈袋內。
2. 以簽字筆在拉鏈外袋，描著數字「88」，寫上不同的數字，如：「22」、「35」等。
3. 以 500mL 燒杯裝八分滿的水，將裝有紙片的拉鏈袋放入水中，若從燒杯的側面觀察，你會看到那個數字？若從燒杯的上方觀察，你會看到那個數字？原因為何？



圖二十、側面觀察的數字



圖二十一、上方觀察的數字

4. 亦可將厚紙片上的數字改為圖形，用簽字筆在厚紙上畫上某圖形(如：獅子)，並將厚紙片放入拉鏈袋內。
5. 以簽字筆在拉鏈外袋，描著原有的圖形，再加畫上不同的圖樣(如圖)。
6. 以 500mL 燒杯裝八分滿的水，將裝有紙片的拉鏈袋放入水中，若從燒杯的側面觀察，你會看到那個圖形？若從燒杯的上方觀察，你會看到那個圖形？原因為何？



圖二十二、側面觀察的圖形



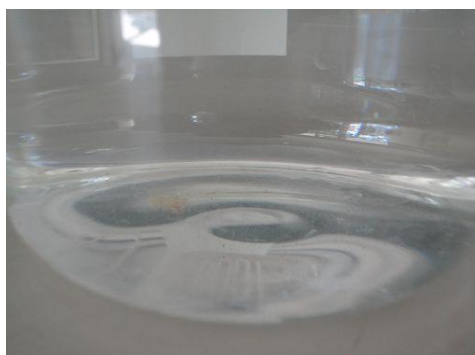
圖二十三、上方觀察的圖形

◎隱形硬幣

一、材料：1000mL 的大燒杯、10 元硬幣一個。

二、實驗步驟：

1. 取 1000mL 的大燒杯一個，並加水至八分滿，在燒杯底下放 10 元硬幣一個，若從燒杯的側面觀察，你是否看到 10 元硬幣？若從燒杯的上方觀察，你是否看到 10 元硬幣？原因為何？
2. 同上步驟，若將燒杯底部弄溼，再將 10 元硬幣放在燒杯底部，若從燒杯的側面觀察，你是否看到 10 元硬幣？若從燒杯的上方觀察，你是否看到 10 元硬幣？原因為何？



圖二十四、從側面觀察 10 元硬幣



圖二十五、從上方觀察 10 元硬幣

◎消失的保特瓶

一、材料：1000mL 的大燒杯、保特瓶(1000mL)二個(瓶身無花紋)。

二、實驗步驟：

1. 保特瓶(1000mL)二個，其中一個以美工刀割掉瓶子頭部及底部，僅留下中間空心圓柱體部份；另一個保特瓶則去掉瓶子頭部，留有底部。
2. 取 1000mL 的大燒杯一個，並加水至八分滿(可加一些食鹽)，將有底部的保特瓶，以底部朝下的方式放入水中，若從燒杯的側面觀察，你是否看到保特瓶？(如圖二十六)
3. 同上步驟，將無底部的保特瓶(空心圓柱體)放入水中，若從燒杯的側面觀察，你是否看到保特瓶？(如圖二十七)



圖二十六、有底保特瓶折射



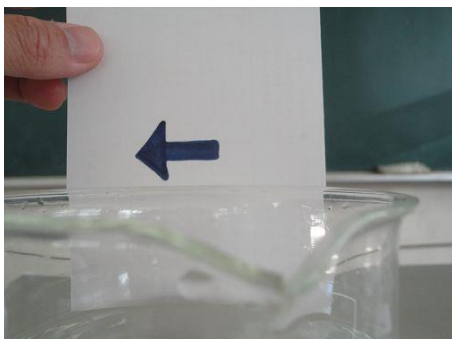
圖二十七、無底保特瓶折射

◎我的箭頭會轉彎(折射)

一、材料：1000mL 的大燒杯、厚紙片一張、簽字筆一枝。

二、實驗步驟：

1. 取一張厚紙片，上面以簽字筆畫上一個向左的箭頭，再取 1000mL 的大燒杯一個，將紙片放在燒杯後方適當的距離(自行調整)。
2. 並將燒杯加水至八分滿，若從燒杯的側面觀察紙片上的圖案，箭頭方向是否改變？若從燒杯的上方觀察，是否改變？(圖二十八、圖二十九)



圖二十八、紙片折射前圖樣



圖二十九、紙片折射後圖樣

3. 同上步驟，若將厚紙片上的箭頭改成「自己的名字」，從燒杯的側面觀察，你會看到何種現象？
4. 若將大燒杯改為廣口瓶，並將廣口瓶裝滿水後以瓶蓋栓緊，將寫上「字」的厚紙片放在燒杯後方適當的距離，從瓶子的側面觀察紙片上的字有何變化？若將廣口瓶倒下橫放，再從瓶子的側面觀察紙片上的字有何變化？(圖三十、圖三十一)



圖三十、廣口瓶正放的折射圖樣



圖三十一、廣口瓶橫放的折射圖樣

◎水滴透鏡(折射)

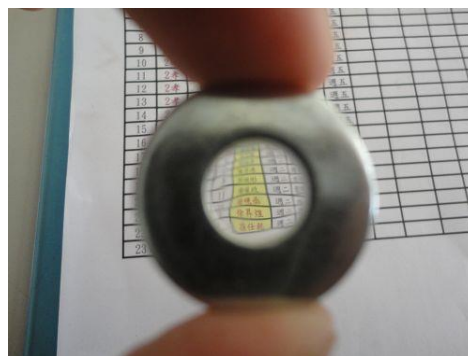
一、材料：華司(墊片 3/4 約 9 克)一個、透明膠帶、滴管一支。

二、實驗步驟：

1. 取一個華司在較平的那一面黏上透明膠帶，圓孔處務必黏緊。
2. 以滴管取水，在圓孔處滴水 1~2 滴，即完成水滴凹透鏡(因水的表面張力之故)，請學生透過圓孔看課本上的字，你會看到字體呈現何種變化?(如圖三十三)
3. 再滴管取水，在圓孔處滴水 5~6 滴，從側面可以看到突出的水珠狀(因水的表面張力之故，水不會溢出)，即完成水滴凸透鏡，請學生透過圓孔看課本上的字，你會看到字體呈現何種變化?(如圖三十二)



圖三十二、水滴凸透鏡

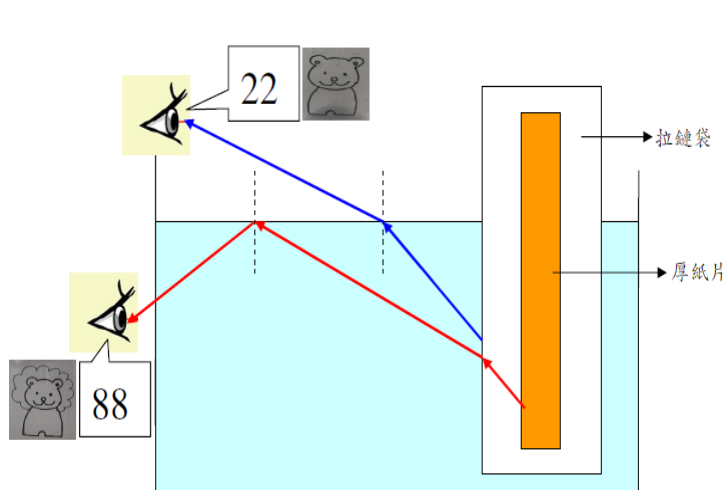


圖三十三、水滴凹透鏡

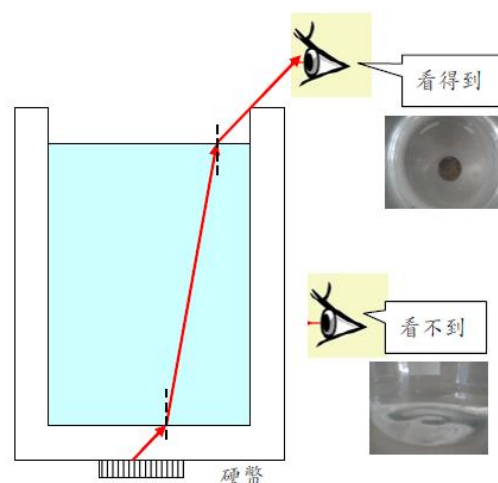
(五)學生反應：

經研究者實際試教後發現，大部份學生都對這些趣味實驗感到新奇，學生反映這些實驗可以當成魔術般地表演，遠比課本的實驗有趣，雖然學生可以玩得很高興，但在玩的過程中如果不注重原理解說，恐怕會讓實驗流於玩樂而讓學生一無所獲，故

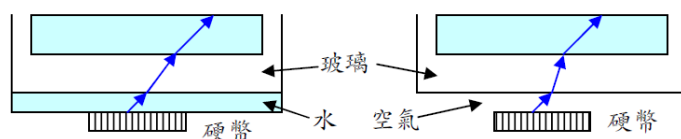
教師必須在每項實驗過程中以簡單明瞭的方式，讓學生知道現象背後的原因，以「數字、圖形變變變」為例，學生知道圖形通過不同介質會產生折射，卻不清楚為何會看到不同的圖形，教師可以利用折射示意圖(圖三十四)教導學生「光由光速度慢的介質射向傳播速度快的介質時，當超過臨角時，就會發生「全反射」，故學生可在不同角度會看到二種圖象。在「隱形硬幣」的實驗中，硬幣發出的光線經過三次折射(空氣→玻璃→水→空氣)，從水面進入眼睛，故從杯子的側面並不會看見硬幣(圖三十五)，但是硬幣與杯子間如果有水滲入的話，就會改變折射方向(水→玻璃→水→玻璃)，使得光線從杯子的側面穿出(圖三十六)，讓觀察者得以看見；同理，「消失的保特瓶」也是利用光折射介質的不同所造成，當保特瓶內部進水或中空放入水中時，會讓保特瓶邊緣模糊化(因水與塑膠折射率相近)，加上類似凸透鏡的放大作用，使得保特瓶視覺的邊緣接近玻璃杯，故有保特瓶消失的錯覺。



圖三十四、全反射及折射示意圖



圖三十五、硬幣折射示意圖



圖三十六、硬幣在不同介質下折射示意圖

透過趣味實驗也在考驗著學生的觀察力，在「水滴透鏡」的實驗中，學生可以透過水滴塑型不同曲度的凹、凸透鏡，並觀察不同曲度下的透鏡成像性質如何變化，學生還可拿著「水滴透鏡」在太陽下尋找焦點，遠比拿固定的凹、凸透鏡看東西有趣多了。在「我的箭頭會轉彎」的實驗中，學生可以觀察到箭頭會左右相反，老師會告訴

學生：「裝水的大燒杯就像是個大的凸透鏡，故會產生左右相反的情況」，老師可進一步解釋：「厚紙片圖形放在 1~2 倍焦距內，會產生放大倒立的像，在 2 倍焦距外，會產生縮小倒立的像…」，學生也都能認同此觀察到的現象。但是將「箭頭」改成「文字」時，「現象」便有了「疑問」，學生會問：「怎麼只有左右相反，沒有上下顛倒？凸透鏡成像不是上下顛倒、左右相反嗎？」(大部份的科學書籍中也沒提及)，原因在於燒杯(圓柱體)只有 X 軸有曲率的變化，Y 軸並沒有，教師可利用加蓋的廣口瓶進行實驗，讓學生觀察正立及橫放的廣口瓶之成像差異，引導學生思考其中的變因，這將有助於學生對折射有更完整的立體概念。

五、走馬燈、石板烤肉

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：熱與溫度

(三)融入時間點：

在「溫度與熱」的章節中，最簡單且生活化的單元是「熱的傳播方式」。熱的傳播方式有三種：傳導、對流、輻射，在不同的物質狀態下，其傳熱的方式亦有不同。課本以鋁棒及玻璃棒的導熱實驗來介紹「傳導」，以木屑在滾水中的流動方式來介紹「對流」，以塗黑及正常溫度計在太陽底下的溫度變化來介紹「輻射」，相信這些實驗都能讓學生體會到三者的差異性。但是生活中並不會遇到課本設計好的狀況，學生亦很難聯想到這些情況與熱傳播原理有何關聯，筆者認為可以設計更加貼近生活的趣味實驗，除了加深學生對熱傳播的印象外，也強化科學原理的應用性。本研究設計二個實驗，「走馬燈實驗」是透過簡易走馬燈的製作，帶領學生探究熱對流原理及影響走馬燈轉動快慢的因素；「石板烤肉」則是具有高度生活化及應用性的實驗，學生從親自挑石頭、加熱石頭、烤肉等過程，讓學生明白熱傳導的生活應用及探討熱傳導的影響因素，不是死背課本的知識，而讓科學「活」起來。

(四)教學步驟：

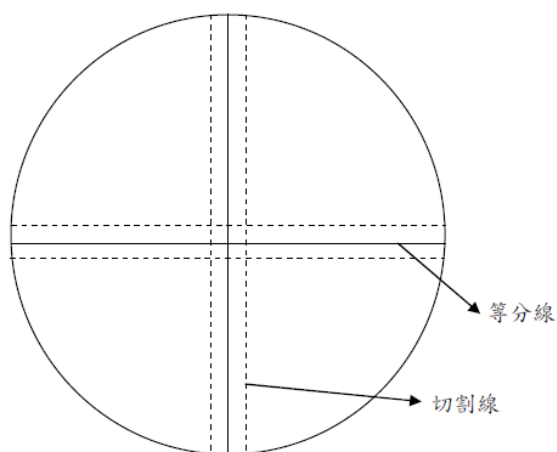
◎走馬燈

一、實驗材料：紙杯、紙圈、三腳架、酒精燈、鋁線(鐵線)、剪刀、美工刀、量角器。

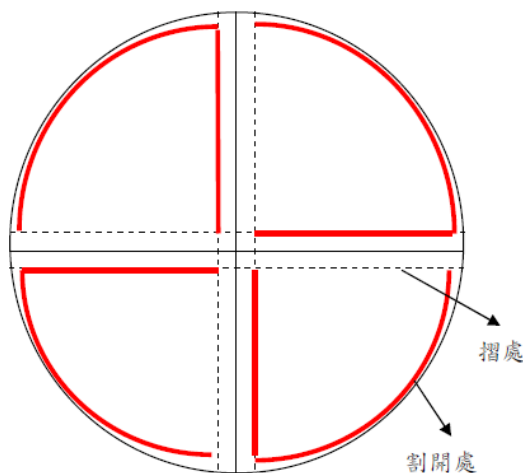
二、實驗步驟：

◎頂開式走馬燈

1. 取一個紙杯(最好是厚一點得紙杯如咖啡杯等，較易切割)倒放，在紙杯的圓底部以鉛筆先行畫分出四等分(如圖三十七所示)。
2. 在各等分線左右再畫上 2mm 寬的切割線，再以美工刀順著切割線進行切割，每等分葉片上只能割開同一邊的切割線及杯緣的弧線，另一邊不能切割，另一邊的切割線僅能用刀背輕劃，以利摺出葉片角度(如圖三十八所示)。



圖三十七、四等分葉片畫法



圖三十八、四等分葉片切割法

3. 將割好的葉片順著摺線向上摺，葉片與底面的夾角度約 30 度(以量角器測量)，即完成走馬燈的燈罩部份。(如圖三十九所示)
4. 取三角架一只，三個腳架處並各以一條鋁線(鐵線)綁緊，三條鋁線交於三角架的圓心處上方，三條線以鉗子扭緊為一條線，作為走馬燈罩的支點(高度不可過低，以免屆時燒到燈罩)。
5. 將酒精燈置於三角架下方處並點燃(酒精燈燄不可過大)，同時將走馬燈罩放在支點上，觀察走馬燈是否旋轉，學生可計時一分鐘走馬燈可旋轉幾圈，以比較熱對流驅動力的大小。(如圖四十所示)
6. 學生可改變葉片與底面的夾角為 45、60、90 度，觀察走馬燈轉數是否增加或減少？原因為何？
7. 學生亦可改變葉片數為三片、六片、八片等形式，觀察走馬燈轉數是否增加或減少？原因為何？
8. 綜合以上變因，學生可分組進行討論，歸納出何種形式的走馬燈可達到最佳的熱對流效果。



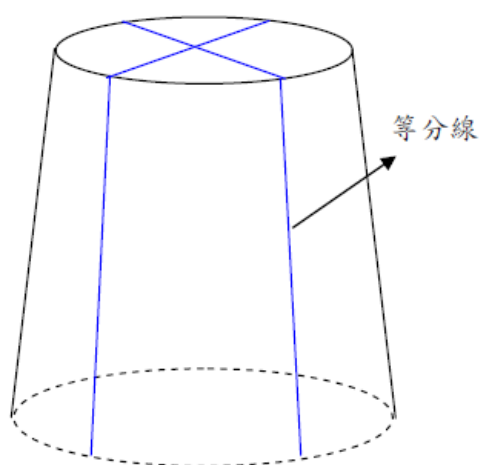
圖三十九、走馬燈燈罩部份



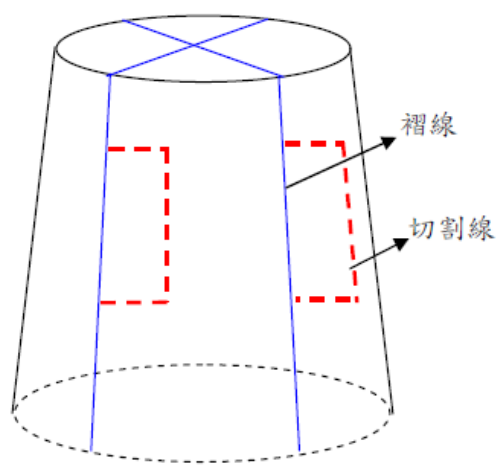
圖四十、走馬燈裝置圖

◎側開式走馬燈

1. 取一個紙杯(最好是厚一點得紙杯如咖啡杯等，較易切割)倒放，在紙杯的圓底部以鉛筆先行畫分出四等分(如圖四十一所示)。
2. 沿著杯底的等分線向杯壁畫下來至杯緣，杯壁的線上畫一個長方形(長 4cm×寬 1cm，可自行設計)，再以美工刀順著長方形進行切割(等分線上的「邊」不要割開，只要以刀背輕劃即可，以利摺出葉片角度(如圖四十二所示)。



圖四十一、側開四等分葉片畫法



圖四十二、側開四等分葉片切割法

3. 將割好的葉片順著摺線向上摺，葉片與杯面的夾角度約 30 度(以量角器測量)，即完成走馬燈的燈罩部份。(如圖四十三所示)
4. 取走馬燈三角架一只，將酒精燈置於三角架下方處並點燃(酒精燈燄不可過大)，同時將走馬燈罩放在支點上，觀察走馬燈是否旋轉，學生可計時一分鐘走馬燈可旋轉幾圈，以比較熱對流驅動力的大小。(如圖四十四所示)

5. 可改變長方形扇葉面積的大小(長一點或寬一點),觀察走馬燈轉數是否增加或減少?
6. 可改變葉片與底面的夾角為 45、60、90 度,觀察走馬燈轉數是否增加或減少?原因為何?
7. 學生亦可改變葉片數為三片、六片、八片等形式,觀察走馬燈轉數是否增加或減少?原因為何?
8. 綜合以上變因,學生可分組進行討論,歸納出何種形式的走馬燈可達到最佳的熱對流效果。



圖四十三、側開走馬燈燈罩部份



圖四十四、側開走馬燈裝置圖

◎環香型走馬燈

1. 取一個紙杯倒放在 A4 紙上,沿紙杯的邊緣以簽字筆畫一個圓,再以圓心為起點,畫一個螺旋狀圖形,圈數以不超過 4 圈為原則(圈數過多,最外圈會垂至三角架上不利旋轉)。(如圖四十五所示)
2. 以剪刀沿著螺旋狀外緣剪開,直至圓心為止,即完成環香型走馬燈罩。以圓心為支點,將環香型走馬燈掛在三角燈架上,觀察走馬燈是否旋轉,學生可計時一分鐘走馬燈可旋轉幾圈,以比較熱對流驅動力的大小。(如圖四十六所示)
3. 可以改變環香型走馬燈的螺旋狀直徑、圈數、環狀寬度、紙張的種類等因素,,觀察走馬燈轉數是否增加或減少?
4. 綜合以上變因,學生可分組進行討論,歸納出何種形式的走馬燈可達到最佳的熱對流效果。



圖四十五、環香型走馬燈畫法



圖四十六、環香型走馬燈裝置

◎石板烤肉

一、實驗材料：石頭(石板)、食用油、肉片。

二、實驗步驟：

1. 準備工作：先至溪邊撿拾適合進行實驗的石頭，石頭大小約男生的手掌大(直徑約 15cm)，平均厚度不超過 3cm(厚度儘量均勻)，形狀以扁平狀為宜，不可有裂縫、不同成份的分層狀(以免有爆裂之虞)。
2. 石頭以菜瓜布將表面刷洗乾淨，並以加醋酸的熱水煮沸三分鐘(如圖四十七)。
3. 將石頭撈起放在三角架上，以煮咖啡的瓦斯燈加熱石頭，火源不可太大，使石頭能夠均勻受熱。
4. 以滴管滴水在石頭上，倘若水滴立刻滾燙蒸發即代表石頭表面已達到高溫。此時可將沙拉油塗抹在石頭表面，即可將肉片放在石頭上烤熟(如圖四十八)。
5. 讓學生體驗原住民如何應用熱傳導的原理及利用石板進行食物的烹煮。



圖四十七、以醋酸沸水殺菌



圖四十八、石板進行食物的烹煮

(五)學生反應：

經研究者試教後發現，學生對走馬燈及石板烤肉實驗感到有趣，「走馬燈」的實驗比較強調學生探究「走馬燈轉速或熱對流力的影響因素」的能力，學生必須花時間設計葉片形式、葉片數、角度等，影響因素繁多也考驗學生的耐心及手作能力。而「石板烤肉」實驗則比較趣味化些，較不強調數據的精準度，強調體驗課程的樂趣，學生從揀石、刷洗煮石、加熱至烤熟，彷彿是開同樂會般，課堂歡笑之聲不絕於耳，學生也從手作體驗的課程中將科學原理內化到日常生活之中。

但是這些實驗過程中仍會遇到許多問題，以「走馬燈」為例，常見的問題有：(1)走馬燈得燈架製作不易，學生無法將鐵線綁在一起；(2)走馬燈常會燒掉；(3)走馬燈因熱對流溫度不夠或其它因素，而不會轉動；(4)特別是頂開式及環香式走馬燈葉片切割不易(或許和學生的幾何作圖能力有關)，造成實驗失敗。筆者的解決方法：(1)走馬燈的燈架本採用鐵絲製作，因考量學生的手作能力，故改用較易加工的鋁線，但缺點就是較軟容易變形。(2)走馬燈會燒掉可能是溫度太高所造成，可以將燈架做高一點或酒精燈燄調小一點，若使用燈泡作為熱源亦可，但需考慮使用高瓦數的白熾燈，才能產生足夠的熱力，熱力不夠也是許多走馬燈不會轉的主因。(3)頂開式走馬燈因切割的面積小，一個不小心就容易失敗，如果時間有限建議學生作四葉片式即可；環香式走馬燈不可使用西卡紙等較厚的紙，因酒精燈的熱力不足以使它旋轉，太薄的紙又會使它飄走或燒掉，建議使用磅數較高的 A4 紙即可，圈數不可過多，以不下垂卡住三角架為原則，若太長或旋轉不順，可拿剪刀作適當的剪裁，直至可順利轉動為止。

至於「石板烤肉」實驗較易出現的問題在於石頭厚度不均勻或者已有裂縫，導致石頭受熱後熱漲冷縮不均勻，有可能產生爆裂的危險，故石頭的挑選必須相當仔細(除了要薄且均勻之外，材質最好也能夠是同一種)，老師最好能事先測試，此外，加熱的工具最好選用加熱源均勻或者加熱速度慢者，酒精燈或咖啡加熱燈亦可，以免受熱點集中造成爆裂(因為熱源是點狀擴散，倘若加熱升溫過快會有熱膨脹快的疑慮)，但缺點就是加熱太慢，等待時間較久(筆者曾試過在戶外以柴火加熱，受熱均勻且安全，唯準備時間久、受限於天氣影響，如有時間者可以嘗試)。這些實驗都是深具生活化及應用性的實驗，教師可從中引導學生思考如何將科學原理應用在解決生活的問題上，讓學生了解學習的目的並非只是為了考試，更重要的是將學習的經驗應用在未來的生活之中。

六、碘液變色

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：氧化與還原

(三)融入時間點：

「氧化與還原」章節中有三個小單元分別是「氧化反應與活性」、「氧化與還原」、「氧化還原的應用」等，除了第一單元有「金屬的氧化」實驗之外，其它單元並無實驗可以進行，其中「氧化還原的應用」單元中介紹一些與生活有關的氧化還原反應，譬如課本提到：

生活中常見的還原劑包括次氯酸鈉(NaClO)、氧氣(O_2)、過氧化氫(H_2O_2)等，常見的還原劑有煤焦、氫氣、一氧化碳和二氧化硫等。…在藥物及食品化學上，還原劑稱為抗氧化劑，如類胡蘿蔔素、維生素C和維生素E等，可延緩食物氧化或人體細胞老化。…

這些介紹相當實用且有趣，也都能貼近學生的日常生活，不過，學生面對考試仍常常搞不清楚誰是「氧化劑」、誰是「還原劑」，筆者認為生活化的單元可以透過讓學生動手做，加深學生對這些科學現象的印象，也印證課本所闡述內容的正確性。研究者配合本章第三單元「氧化還原的應用」的介紹，也設計了「碘液變色」的實驗，目的除了介紹「生活中的還原劑」之外，也可進一步探討生活中的抗氧化食品是否真的有「抗氧化」功用。

(四)教學步驟：

◎無字天書

一、實驗材料：碘液、水彩筆、維他命C、維他命E、硫磺水、氫氧化鈉溶液(或小蘇打溶液)、硫代硫酸鈉等、廣用試劑、雙氧水。

二、實驗步驟：

1. 分別準備維他命C溶液、維他命E、硫磺水、氫氧化鈉溶液(或小蘇打溶液)、硫代硫酸鈉溶液各50mL裝入燒杯中備用。
2. 將碘液、廣用試劑、雙氧水裝入噴瓶(100mL)中備用。
3. 以不同的水彩筆(不可混用)沾維他命C溶液、維他命E、硫磺水、氫氧化鈉溶液(小蘇打溶液)、硫代硫酸鈉溶液在白紙上畫圖。

4. 畫完後將白紙以吹風機吹乾，在將白紙放在鋪好的報紙上(或紙箱內)，以裝有碘液的噴瓶朝白紙上方噴灑碘液(不可直接對紙噴灑，以免過多碘液破壞圖案)，觀察白紙上圖案是否出現？噴在圖案上的碘液顏色變化為何？



圖四十九、碘液與維他命C進行還原

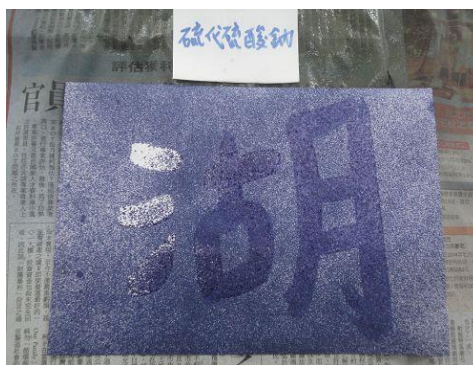


圖五十、碘液與硫代硫酸鈉進行還原

5. 再以裝有廣用試劑的噴瓶朝白紙上方噴灑(不可直接對紙噴灑)，觀察白紙上圖案是否出現？噴在圖案上的廣用試劑顏色變化為何？
6. 再以裝有雙氧水的噴瓶朝白紙上方噴灑(不可直接對紙噴灑)，觀察白紙上圖案有何變化？



圖五十一、雙氧水使維他命C氧化



圖五十二、雙氧水使硫代硫酸鈉氧化

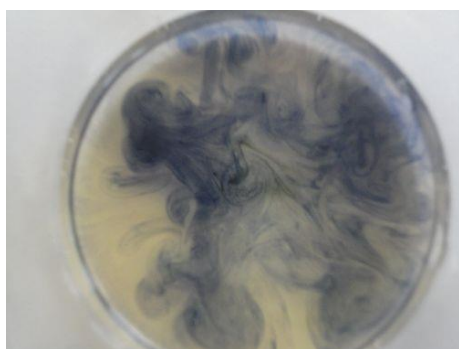
◎抗氧化大作戰

一、實驗材料：碘液、玉米粉、綠茶、蕃茄汁、柳橙汁、人蔘飲、冰糖燕窩、蜆精。

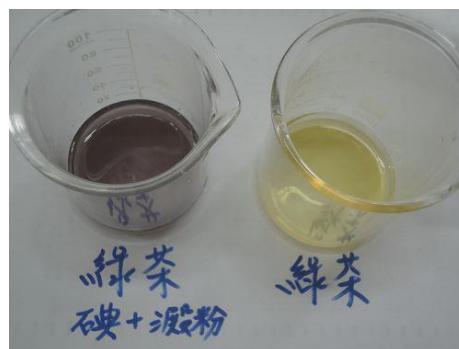
二、實驗步驟：

1. 分別準備汽水、綠茶、蔓越莓汁、柳橙汁、人蔘飲、冰糖燕窩、蜆精各 50mL 裝入燒杯中備用(若有固體先行過濾，僅留下液體部份)。

2. 配製澱粉溶液：取 1 克的玉米粉(澱粉)溶於 50ml 水中，加熱至沸騰，攪拌均勻使其不會產生沉澱，冷卻至室溫後備用。
3. 取小燒杯內裝 10ml 的待測液體，並加入 10 滴的澱粉溶液。
4. 以滴管吸取碘液，來滴定小燒杯內的待測液體(已加澱粉溶液)，觀察待測液體是否變色(藍色)，若未變色，再滴入碘液，直到溶液出現藍色且 5 秒內未消失為止，記錄滴入的碘液量。
5. 滴入的碘液越多，代表該待測液體的抗氧化能力可能較強，與同組同學討論那些食品(食物)的具有高抗氧化性。



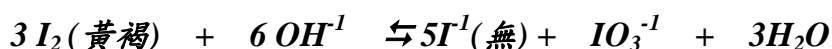
圖五十三、柳橙汁滴入碘液變色



圖五十四、綠茶反應前後顏色變化

(五)學生反應：

經研究者試教後發現，學生在「無字天書」實驗玩得不亦樂乎，學生對於碘液及廣用試劑變色充滿好奇，也嘗試著在二種指示劑及多種還原劑中作顏色上的變化。如果這個實驗只是將碘液加入維他命 C 溶液、維他命 E、硫磺水、小蘇打溶液、硫代硫酸鈉溶液等五種溶液中觀察顏色變化，雖然可以明顯看到碘液顏色消失，但趣味性卻大幅降低，倘若透過作圖或寫字的方式寫出隱藏字，再以碘液噴灑紙上讓字顯現出來，就增加了學生對此實驗的創造性，此外，筆者再加上另一種噴液—廣用試劑，除了讓顏色有更豐富的變化外，主要的目的還是要學生觀察，酸鹼性對氧化還原的影響，特別是鹼性會對碘液造成自身氧化還原(自身氧化還原反應：氧化劑還原劑均為同一物質)，反應式如下：



此反應有別於維他命 C 所造成的氧化還原，老師可藉由噴灑廣用試劑的顏色變化教導學生辨認那些液體是因為本身的強鹼性而造成自身氧化還原。當然，筆者最後再

使用雙氧水等強氧化劑進行噴灑，學生會觀察到這些明顯的字漸漸變模糊，代表碘又被氧化回來了，也進一步驗證氧化還原反應的可逆性。

在「抗氧化大作戰」的實驗中，呈現一個生活驗證的樂趣，我們都常聽到許多食物(食品)都標榜著有抗氧化的功效，也都無條件接受這樣的說法，甚至花大錢去買抗氧化的食品(當然有許多食品的成份不只有抗氧化，還有其它複雜的功效)，我們可以透過簡單的實驗去了解這些食物是否有類似還原劑(抗氧化)的效果，利用碘被還原成碘離子，水溶液顏色會變無色，當抗氧化物完全反應完後，過量的碘將無法被還原成碘離子，碘液便會和溶液中的澱粉反應，呈現深藍色。讓學生從碘液的滴定中驗證那些食物也有抗氧化劑存在，跟課本所述的內容是否相同，不過，教師必須從旁澄清一些觀念，這些成份較單純的食品(食物)會變色可能跟氧化還原有關，但較複雜的食品便不一定適用此推論，此外，該實驗也只能定性的觀察抗氧化力的存在，卻不能過份推論抗氧化力的強弱，以免誤導學生。

七、酸鹼大考驗

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：電解質與酸鹼鹽

(三)融入時間點：

「酸鹼鹽」單元是國二學生在學習上比較困難的章節，而大考的出題率也頗高，此章節常出的題型為酸鹼性質的判斷之綜合題組，如下所列：

1. 小雪在實驗室中拿四種藥品，分別是氫氧化鈉水溶液、氫氧化鈣水溶液、鹽酸、硫酸，卻因疏忽忘了貼標籤，只好適量取出一些液體做檢驗，檢驗結果如附表所示，則下列何者正確？(A)甲是氫氧化鈉 (B)乙是鹽酸 (C)丙是硫酸 (D)丁是氫氧化鈣。

編號	石蕊試紙的顏色	通入二氧化碳有白色沉澱	打開瓶蓋冒煙與否
甲	藍色	有	否
乙	紅色	否	有
丙	藍色	否	否
丁	紅色	否	否

2. 在實驗室配製氫氧化鈉、氫氧化鈣、鹽酸、硫酸的水溶液，卻因疏忽忘了貼示標籤，只好各酌取適量溶液再做檢驗，檢驗的結果如表，試問各個編號的物質名稱為何？

編號	石蕊試紙測試	通入 CO ₂ ，有白色沉澱	加入氫氧化鋇，有白色沉澱
甲	藍色	有	否
乙	紅色	否	有
丙	藍色	否	否
丁	紅色	否	否

答：甲為_____，乙為_____，丙為_____。

其中各種酸類、鹼類的性質與用途介紹及導電性的判斷是此類題目的作答的關鍵依據，倘若學生對這些性質不熟悉，誤答的機會就相對提高。雖然這個單元的難度不高，但需要記憶的內容頗多，且許多酸鹼特性類似容易混淆，加上學生鮮少接觸這些

酸鹼物質，要能夠應用在題目上，確實有難度，此外，「認識電解質」及「常見的酸與鹼」二個單元雖有實驗操作，但許多老師因課程的進度壓力，通常會擇一作實驗(或示範實驗)或者以實驗影片取代，故學生在學習上會覺得無趣，學生對「感到無趣」的單元不會有太好的表現。筆者認為「認識電解質」及「常見的酸與鹼」章節中所含的實驗，有讓學生動手操作的必要性，但礙於課程時間有限且每個實驗時間不足一節課，使教師裹足不前，筆者參酌學測考題的模式，將二個單元的實驗合併為一，教師在上完「認識電解質」及「常見的酸與鹼」章節後，準備多種未知溶液，讓學生依外觀、味道、觸覺、電解質的導電度、酸類特性、鹼類特性等單元內所學的知識，來判斷未知溶液的種類，讓學生將所學的文字內容轉換成實際應用的技能，使得實驗課程變得新奇，此外，還可讓學生進行分組比賽，那組答對的未知溶液數目越多，平時分數越高，兼具娛樂功能的多元評量，遠比刻板的紙筆測驗有趣多了。

(四)教學步驟：

一、實驗材料：鹽酸、醋酸、氨水、汽水、糖、鹽、酒精等溶液、鎂帶(或蛋殼)、花等。

二、實驗步驟：

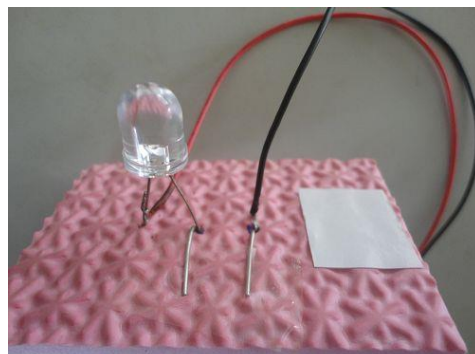
1. 取 7 個乾淨燒杯，分別標示 A、B、C、D、E、F、G，並在 7 個燒杯內裝入鹽酸、醋酸、氨水、汽水、糖、鹽、酒精等溶液備用(配製時須使用蒸餾水，且濃度不可過高)，老師可以不必告訴學生有那七種物質。
2. 請同學組裝導電度檢測裝置，如下圖所示。
 - (1)取地墊一塊切割成 6cm×4cm 矩形備用，在地墊上中央以簽字筆點三個圓點，每個圓點相隔 1cm，再取二根迴紋針拉直，呈現 L 狀，並將拉直的迴紋針插入矩形地墊的第 1, 2 個圓點之中，並用透明膠帶固定(如圖所示)。
 - (2)再取一個電阻(約 50 Ω ~200 Ω)，一端插入第 3 個圓點之中，另一端則隨意固定在矩形地墊的邊緣上。
 - (3)取 3V(1.5V 電池二個)電池盒一個，紅端接在電阻的一端(地墊的邊緣)，黑端插入迴紋針插孔中(第 1 個圓點)，務必與迴紋針接觸。
 - (4)選用大顆的 LED 燈晶粒，LED 燈的長腳插入電阻的另一端(第 3 個圓點)，LED 燈的短腳則插入另一個迴紋針插孔中(第 2 個圓點)且與迴紋針接觸。
 - (5)裝上 3V 電池，並將電池盒以雙面膠黏在矩形地墊上固定，放入鹽水中測

試 LED 燈是否能夠發亮。

- (4)電池可使用 3 號或 4 號，如果不裝電阻亦可，電池盒的紅端改接在 LED 燈的長腳上即可，但要降低溶液濃度，以避免 LED 燈燒掉。



圖五十五、導電裝置線路接法(1)



圖五十六、導電裝置線路接法(2)

3. 請同學製備酸鹼指示劑。(如果時間不夠，可用現成的指示劑取代此步驟)

(1)取紫色花朵一株，將花瓣取下，以剪刀剪碎後放入研磨硯中。

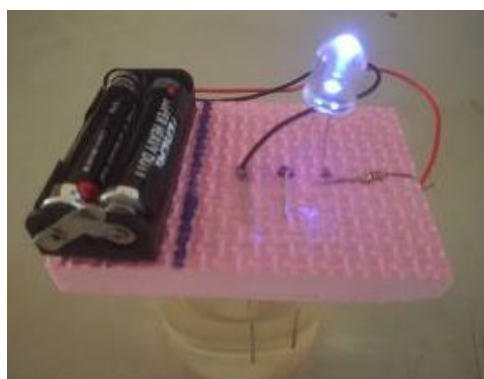
(2)以杵將花瓣磨碎成汁，再加入少許的蒸餾水。

(3)將花瓣碎片過濾後，留下花瓣汁液倒入試管中，取數滴汁液加入酸性的溶液中，觀察顏色變化；取數滴汁液加入鹼性的溶液中，觀察顏色變化，記錄該酸鹼指示劑在酸性及鹼性液體中的識別顏色，以便檢驗未知溶液的酸鹼性。

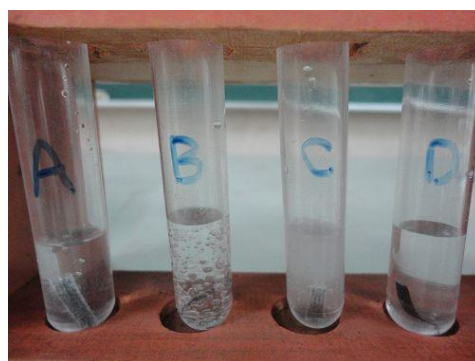
4. 發給每組同學八支滴管及一小段鎂帶，如果沒有鎂帶，可使用蛋殼替代。

5. 每組以乾淨試管取用 A、B、C、D、E、F、G 七種未知溶液各 5ml(只能取一次)，並以所提供有限的材料來檢驗七種未知溶液的種類。

6. 檢驗完成後，請與同學討論並完成學習單，並將結果標示在黑板上。



圖五十七、檢測溶液是否導電



圖五十八、檢測溶液是否為酸性

酸鹼大考驗學習單

組別：_____ 組長：_____
 加員：_____ 加員：_____
 加員：_____ 加員：_____

編號	A	B	C	D	E	F	G
圖示							
是否導電							
味道							
外觀							
投入鐵帶							
加指示劑							
酸鹼性							
其它方法							
檢驗結果							

◎加分題：

在完成實驗課程後，你是否對酸鹼有一定的了解？請你運用你的知識，幫我解答下面的未知液體可能是何者？



解答：

圖五十八、酸鹼大考驗學習單

(五)學生反應：

經研究者試教後發現，學生對於「競賽」有著莫名的興奮感，如果還加上獲勝獎品的誘惑，各組學生莫不卯足全力想辦法把答案猜出來。這個實驗有二個重要的關鍵步驟，第一、必須檢驗出何者是電解質(酸、鹼、鹽類)，組裝「導電度檢測裝置」成為學生第一道難題，筆者設計的檢測裝置已經簡化許多，不致於花太多時間在組裝問題上，當學生能判斷電解質，就能將物質分為二類。第二、溶液酸鹼性的判斷。酸鹼的判斷法有很多，除了自製指示劑之外(老師亦可省略指示劑製作，沒有指示劑亦能判斷酸鹼性)，可以透過酸鹼性質的差異來判斷(酸遇碳酸鈣會產生二氧化碳)，當學生能判斷酸鹼性時，便可在將電解質分為二類，再輔以外觀、氣味的判別，其實七種物質已能全數分辨(猜)出來。

此外，本實驗仍有許多可以改進的地方：(1)實驗過程中，有學生會想使用觸摸、或舌嘗的方式進行辨認，雖說科學仍可透過五官辨別，但為了安全性最好不要輕易嘗試，即使要嘗試溶液觸覺也必須在老師的安排及監督下進行。(2)要確認「未知的強酸」是「鹽酸」並不容易，但學生幾乎可以猜到(基於老師愛用及它的安全性)，倘若要認真地找出判別的決定性條件，可以嘗試「鹽酸(氯化氫氣體)與氨水(氨氣)會產生白色固體氯化氨煙霧」這項性質，把氨水加入鹽酸中即可出現白霧(須使用高濃度溶液)，濃度太低並不容易觀察得到，建議教師可於課後解說時再行示範。(3)加分題的部份，是教師可自由發揮的空間，筆者是使用「氫氧化鈣」溶液，因為學生可透過上述「酸鹼大考驗」的實驗步驟來確定它是「強鹼」，因為學生學到的強鹼並不多，僅氫氧化鈉及氫氧化鈣二種，這二者的差異性質便是氫氧化鈣有檢驗二氧化碳的功能，學生可透

過吹氣來判斷是何種鹼性物質，除了加深學生對酸鹼性質的應用外，也增加了趣味性。



圖五十九、氯化氫與氨氣反應



圖六十、學生分組競賽

八、凸糖(或碰糖、膨糖)

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：電解質與酸鹼鹽

(三)融入時間點：

「酸鹼中和」單元中，中和反應的化學計量是該單元的重頭戲，學生要認識中和反應的現象外，離子式的寫法、酸鹼用量的計算、離子濃度的變化亦是老師教學上的重點，除了介紹中和反應外，還必須認識一些常見的鹽類，譬如：氯化鈉、硫酸鈣、碳酸氫鈉等，這個單元的內容「要會算也要會背」，學生不得不「嚴肅且緊張」地看待它，筆者卻認為嚴肅的章節中總能找到有樂趣的一面，譬如：課本上提過碰糖的製作是利用小蘇打粉受熱產生二氧化碳，使糖膨脹而成(南一版)，還有附圖為証。總會有學生問起「碰糖」是甚麼？吃起來口感如何？那會好吃嗎？學生對酸鹼中和反應的好奇度還遠不如「碰糖」，許多教師還不一定有見過或做過「碰糖」，筆者融入本實驗的目的除了可以讓學生親手製作百聞不如一見的「碰糖」外，更可以從科學的問題中帶領學生探討台南人文歷史的發展。

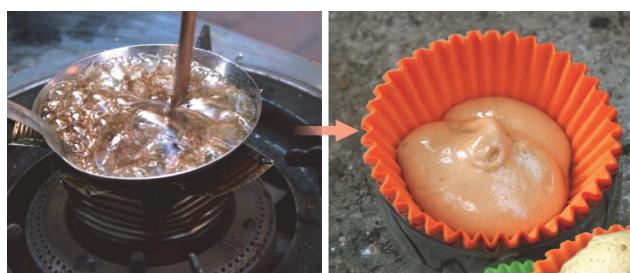


圖3-36 碰糖的製作是利用小蘇打粉受熱分解成二氧化碳，使糖膨脹而成。(南一版)

(四)教學步驟：

一、實驗材料：大杓子、卡式爐、二砂糖、黑糖、食用級碳酸氫鈉等。

二、實驗步驟：

1. 取二砂糖(紅糖)2 大匙裝入大杓子內，再用少許的水加以濡濕(不可太多)，亦可加入 1 匙黑糖增加風味。
2. 將大杓子放在卡式爐上，卡式爐轉最小火，以小火加熱至糖液變淡褐色，有黏稠狀，以筷子沾糖液是否會呈絲狀。
3. 待糖液呈黏稠狀後，將大杓子移開火源。
4. 趕緊加入 1 小匙小蘇打粉(食用級碳酸氫鈉)，並快速攪拌糖液，使小蘇打粉與糖液混合均勻後拿起筷子(不可過度攪拌，否則不會膨脹)，即可看見糖液顏色變淡且膨脹隆起後變硬。
5. 等待糖液不再膨脹，且表面完全硬化後(約 3 分鐘)，將大杓子拿至卡式爐上以小火微微加熱(杓子加熱時沿邊緣旋轉)，約 15 秒後將杓子倒蓋即可將碰糖取下。
6. 品嚐碰糖的味道。假設將原料二砂糖改為白糖是否會成功呢？



圖六十一、糖液進行加熱



圖六十二、碰糖膨脹隆起

(五)學生反應：

我們常說教學要「寓教於樂」，我想「碰糖」實驗便是最好的印證。我們的課程常為了在有限的時間內完成教學目標，故在每個章節所安排的實驗都是為了印證前人的科學理論或原理，於是乎實驗變得很「理論」或者「不夠親民」，學生即便學會這些實驗技巧，卻很難在生活中用得到，久而久之學習變成了不知為何而戰，如果說有甚麼

需要改變，除了課程編排需要改變之外，老師也有責任從既有的課程中尋找有趣的題材，讓師生能夠在教室中共同成長，「碰糖」實驗是一個很好的例子。

「碰糖」是台南地區特有的零嘴，特別在赤坎樓及安平古堡附近，有歐巴桑推著攤車做著販賣碰糖的生意，也有部份的攤販提供 DIY 的活動。這個題材是很棒的生活與科學結合的範例，教師可以從台南的地理、歷史及文化切入，進而介紹台南的飲食特徵，導入「碰糖」的製作方式及其中所蘊涵的化學原理，一系列的介紹跳脫了科學的本位主義，融入跨領域跨學科知識的統整及史地文化與科學對話的饗宴，學生的學習將更有完整性及主體性。從學生的參與活動中可以發現，從加熱至碰糖成形，過程中學生驚呼連連、感歎聲(成功)及哀嚎聲(失敗)此起彼落，即使失敗也要屢敗屢試，學生「玩」得不亦樂乎，比起在教室上課，學生更加專注與愉快，至於製作碰糖的結果好不好，似乎沒這麼重要，如果我們的課程內容可以讓學生學會勇於嘗試的樂趣，相信學生在面對未來挑戰時也能樂在其中。



圖六十三、糖液變淡褐黏稠狀



圖六十四、碰糖取下(背面)

九、電土炮

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：有機化合物

(三)融入時間點：

「有機化合物」是個生活實用性很高的章節，許多學生對此章節的實驗都充滿期待，譬如：乾餾實驗、酯類製造、肥皂製作等，不過在有機化合物的章節中，第二單元「常見的有機化合物」介紹碳氫化合物的分類與命名，卻讓學生感到枯燥，在此部

份的教學內容，教師必然會說明碳氫化合物的結構式(模型)及類型(烷類、烯類、炔類等)，而教師會花大多數的時間介紹「烷類」，至於「烯類」及「炔類」就只能匆匆帶過，許多學生對於碳氫化合物的認識就只有「烷類」，甚為可惜。筆者想起客家先民早期為了驅趕田裡的鳥獸，會將電石(電土)裝入竹筒內，加水點火引爆後，就會發出震撼且響徹雲霄的聲響，流傳至今演變成民俗慶典上的禮炮，雖然此炮會產生巨響，但卻沒有危險性。此竹筒炮的原理便是利用電石遇水產生乙炔，乙炔具有可燃性，點火後在竹筒中氣體膨脹產生爆炸聲。筆者認為此章節可以融入「竹筒炮」這個充滿威力的實驗，學生可以透過竹筒炮的製作，學習乙炔特性、體驗爆炸的威力，並藉此了解古人的智慧結晶。

(四)教學步驟：

◎傳統竹筒炮

一、實驗原理：電土又稱電石，電土的成分是碳化鈣(CaC_2)，竹筒炮的原理是利用電土加水的化學反應，化學反應式如下：

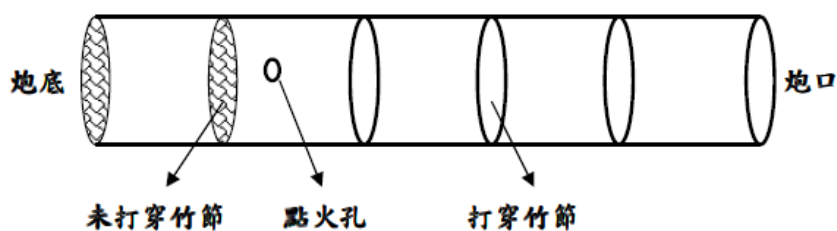


竹筒炮施放時是將乙炔與竹筒內空氣(氧氣)混合點火，產生二氧化碳氣體、水蒸氣及大量的熱量，使竹筒內氣體急速膨脹，連鎖反應的結果，造成氣體在竹筒裡劇烈碰撞，因而產生爆炸聲。

二、實驗材料：電土(碳化鈣)、水、竹筒(內直徑至少 10cm，內徑太小效果不佳)

三、實驗步驟：

1. 準備工作：先至山坡竹林處砍裁竹子，選擇直徑至少 10cm 以上的竹子，以鋸子自底部鋸斷後，將竹子節處的多餘竹枝及刺削平，竹筒自較寬的底部向上取 180 公分，其餘部份若直徑至少 8cm 則以鋸子鋸斷後捨棄不用，若竹子夠長則可多裁出一支竹筒。
2. 整支竹筒的一端(炮口)以鐵棒或鋼筋插入打穿竹節，但留下底部的二個竹節不要打穿。
3. 在竹筒未打穿的一節，距離竹節約 4 公分處，在竹面上鑿一個洞(洞不可太小，以免無法點火)。



圖六十五、竹筒結構施作圖

4. 竹筒完成後，將竹筒架在樹幹上、牆上或基座上(請自行依地形設計)呈 45 度角，將電土一小塊(約 20 克)由炮口投入竹筒底部。
5. 取 30ml 的水由炮口倒入，並確認電土與水在進行反應(嘶嘶聲)，並在砲口套上塑膠袋，並以橡皮筋綁緊，可在點火孔蓋上濕布以防乙炔溢出。
6. 等待 5~8 秒讓電石與水反應完全後，拿開點火孔的溼布，以火把(長竹子綁沾有酒精的棉布)從點火孔點燃引爆。
7. 施放後應倒出電石並以水清理炮管，維持管內的氧氣充足，以便於下次竹筒炮的施放(若竹子已裂開，則無法再使用，應更換一支)。



圖六十六、竹筒炮架設



圖六十七、竹筒炮發射

◎改良版簡易竹筒炮

一、實驗材料：電土(碳化鈣)、水、餅干鐵罐(黑○傳)或塑膠方筒(原裝甲醇)

二、實驗步驟：

1. 因地緣之故，許多地方不易取得竹子，故本法改以其它生活中的容器代替竹筒，以達到類似的效果(聲響遠不如竹筒)。
2. 先準備餅干鐵罐一個(有蓋子的鐵罐)，在鐵罐的蓋子上用鐵鎚的尖端處敲一個洞作為點火孔，完成後將鐵罐炮筒移到室外。

3. 將蓋子取下，將一小塊電土(約 10 克)投入鐵罐內，再加水 30ml，並確認電土與水在進行反應(嘶嘶聲)，蓋上鐵罐蓋子。
4. 等待 5~8 秒讓電石與水反應完全後，以線香從點火孔點燃引爆，便會聽到鐵罐發出清脆的爆鳴聲，鐵罐蓋子則會被彈飛至半空中。
5. 若以塑膠方筒為炮筒，則先將塑膠方筒清洗乾淨，在方筒的側邊離底部 5cm 處，以鐵鎚的尖端敲一個洞作為點火孔，以方筒頂部的開口為炮口。
6. 製作一紙球，其大小可以塞住塑膠方筒的炮口為限，將一小塊電土(約 10 克)投入方桶內，再加水 30ml，並確認電土與水在進行反應(嘶嘶聲)，用紙球塞住炮口。
7. 等待 5~8 秒讓電石與水反應完全後，以線香(或火把)從點火孔點燃引爆，便會聽到方筒發出低沉的爆炸聲，紙球則受力被彈飛至遠處。



圖六十八、改良版鐵罐炮



圖六十九、改良版塑膠筒炮

(五)學生反應：

生活中針對有機化合物的應用實例很多，電土的的使用只是其中一例，為何要特別介紹電土呢？在台灣南部許多地方種植的水果，為了讓水果保持較久的販賣期及較佳的賣相，常會在水果未完成成熟時將果實摘下，放在密封的催熟室中，再將固定比率的電土，用報紙包妥，放在待催熟果實四周，其所釋放的乙炔具有將果實催熟的效果；此外，電土還可拿來做為照明的燃料，例如：早期農民家中有都一、二台電土燈，以供晚上工作使用。只要將電土放入電土燈的底層，上層加滿水，在將水滴入電土，待電土接觸到水或潮溼空氣時會產生乙炔氣，再以火種引燃，火的亮度以滴入電土的水大小作為控制，因材料成本低，照明時間久，因此成為早期農家的生活必需品。這

些常識雖然實用，但因科技的進步卻很少有學生知道，我們常聽到學生說：「課本上讀到的東西又沒用」，並非知識無用，而是我們的課本想把浩瀚的科學知識介紹給同學，卻忘了學生需要的是能解決生活問題的常識，教師可以透過「常見的有機物」這個章節的介紹，引導學生認識先民的智慧，進而學習應用這些有機物。

在實驗的過程中，教師先在電土上澆水後再點火再澆水，火不但沒熄，反而更加旺盛，學生對電土可以在水上著火充滿了驚歎的眼神，待教師帶領學生從砍竹到製作炮管，每位學生都積極參與並充滿期待，當電土炮聲一響，震撼的效果著實讓學生嚇了一跳，一塊小小的電土可以帶給人們方便卻也有著極高的爆炸威力，教師透過這個趣味實驗可以達到動手作的目的之外，也讓學生思考相同的物質，在不同的運用下可能帶給人們利弊卻有極大的差異，不可不慎。

此外，本實驗仍有許多可以改進的地方：(1)實驗過程中，會出現火點不著的情況，原因不外乎：水加的不夠多，導致產氣不足、點火孔太大，氣體逸散、點火孔太小，無法點燃氣體等，只要針對問題稍加改善，應可順利施放；(2)筆者之前為了增加竹筒中的氧氣濃度，以雙氧水加二氧化錳產生氧氣從點火孔灌入氧氣，試圖增加爆鳴聲，結果爆炸威力太大，造成竹筒瞬間炸碎，其威力驚人，千萬不可作如此嘗試，以免危害到學生生命安全，投入電土的量也應該斟酌使用。(3)改良式電土炮實驗中，比較適合操作的是使用「餅乾鐵罐」，因氣體膨脹的力量用於將鐵蓋彈飛(膨脹的空間亦有限)，所以安全性較高，至於方筒電土炮則建議用塑膠材質，鐵質筒因為非一體成形，而有破裂之虞，應小心慎選。

十、手工肥皂

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：有機化合物

(三)融入時間點：

國中七年級的理化課程中，「肥皂製作」的單元是老師必定會帶學生去做的實驗，除了原料簡單，實驗操作容易之外，它與生活的連接性很高，許多學生對此實驗都充滿期待，教師樂得將皂化原理透過實作的方式介紹給學生，學生樂得在實驗後能夠帶一塊肥皂回家使用，不過…結果卻不盡然這麼美好，我常會遇到學生在實驗中發出這樣的疑問：「好惡心！怎麼這麼油呀？」(想當然爾！一定是鹼太少或皂化不完全)、「怎

麼這麼噏又臭呀？」(氫氧化鈉的味道或者是油耗味)、「做出來都粉粉(顆粒狀)或糊糊)的怎麼用呀？」(沒加工壓成塊當然如此)、「白白的、一點都不香！」(當然！沒加顏料或香精就是如此的原狀)，「老師真是詐騙！誰想要這種爛東西呀！」(說真的，我也不太想用)，聽到這老師或學生對這個實驗的興趣至少去了大半，學生會懷疑實驗的真實性，老師也許會跟學生解釋真正的製作原理就是如此，但學生一點也無法接受做出的東西與現實生活中的肥皂差這麼多，有學生問：「坊間賣的手工皂就不是這樣！」的確，外面賣的手工皂確實不是如此，那是因為製法不同、添加物也不同，筆者提供二種不同於課本的肥皂作法，除了增加課程的多元性與趣味性外，也讓學生去比較它們之間的差異性與生活上的應用問題。

(四)教學步驟：

◎冷製法(Cold Process)

一、實驗原理：將油脂和氫氧化鈉水溶液混合所製成的肥皂，又稱為「冷製皂」或「CP皂」(英文縮寫)。冷製皂是將熔化後的油脂與經過計算定量氫氧化鈉水溶液充份攪拌，使其經過三週以上的完全皂化後產生肥皂與甘油產物，待肥皂的鹼度降低後即可使用。

二、實驗材料：油脂、氫氧化鈉、刀子、規板、燒杯(或鍋子)、打蛋器、攪拌棒、溫度計、模具等。

三、實驗步驟：

1. 選取適當的油脂，通常選用數種油脂進行搭配，建議選用硬一點的固體油比例多一點，如：椰子油、橄欖油、棕櫚油、乳油木果脂、可可脂、胡桃油、牛油、豬油等，以免肥皂成品過軟。以下提供二種油脂配方：

(a)棕櫚油 250g、椰子油 80g、橄欖油 170g，共計 500g。

(b)棕櫚油 200g、乳油木果脂 100g、椰子油 50g、橄欖油 150g，共計 500g。

2. 計算完全皂化所需的氫氧化鈉量，並量取適量的氫氧化鈉。

由於不同油脂所需要的氫氧化鈉量也不同，需視油脂的「皂化價」來決定氫氧化鈉的添加量，「皂化價」亦即皂化 1 公克油脂所需要之氫氧化鈉的克數。

下表為油脂的皂化價：

油脂	皂化價	油脂	皂化價	油脂	皂化價
椰子油	0.19	葡萄籽油	0.1265	月見草油	0.1357
橄欖油	0.134	芝麻油	0.133	大麻籽油	0.1345
棕櫚油	0.141	米糠油	0.128	荷荷芭油	0.069
大豆油	0.135	甜杏仁油	0.136	澳洲胡桃油	0.139
葵花油	0.134	杏核油	0.135	芒果脂	0.1371
蓖麻油	0.1286	蜜蠟	0.069	棕櫚核油	0.156
芥花油	0.1241	乳油木果脂	0.128	小麥胚芽油	0.131
白油	0.135	酪梨油	0.133	玫瑰果油	0.1378
玉米油	0.136	可可脂	0.137	豬油	0.138
花生油	0.136	榛果油	0.1356	牛油	0.141

例如：椰子油的皂化價是 0.19，即 1g 的椰子油需 0.19g 的氫氧化鈉皂化。

例如：配方(a)棕櫚油 250g、椰子油 80g、橄欖油 170g，需要的氫氧化鈉約計為： $250 \times 0.141 + 80 \times 0.19 + 170 \times 0.134 = 73.23$ 克

- 為確保氫氧化鈉可以完全皂化，使皂化完成的肥皂裡不會有氫氧化鈉殘留，通常會「減鹼」5%~10%的鹼量，使皂化後仍有少許油脂留下，使成品較不澀，但是，減鹼越多，肥皂熟成後比較易出現油酸敗。
- 將氫氧化鈉溶於水中(水量約為氫氧化鈉量 $\times 2.8$ 倍)，並攪拌至完全溶解，並以溫度計量測溫度，使其將溫至 50~60℃。
- 將所有的油脂以小火加熱，並攪拌至完全溶解，並以溫度計量測溫度，使其將溫至 50~60℃。
- 當達到溫度後，將氫氧化鈉水溶液加入油脂中，並以打蛋器攪拌 20 分鐘，然後停止 10 分鐘，再攪拌 20 分鐘，再休息 10 分鐘，餘類推，直到皂液呈濃稠狀(打蛋器提起皂液滴入容器內，會在液面呈固體狀不會消散)，時間約計要 1~2 小時。
- 加入香精、顏料等添加物後充份攪拌，將皂液倒入模型中(自行準備易拆易脫模容器)，將肥皂放入紙箱中，蓋上布或報紙後，約 3 天後，手工皂變硬，即可進行脫模，肥皂放在陰涼處等待 2~3 週完全反應。
- 待 2~3 週後，並以試紙測試其 pH 值為 7~9 即可使用。



圖七十、以小火熔化油脂



圖七十一、冷製皂成品

◎融化再製法 (Melt & Pour)

一、實驗原理：利用已加工完成的「皂基」，予以加熱熔化，添加香精及顏料後，灌入模中塑形，成品稱為「融化再製皂」或「MP 皂」(英文縮寫)。市面上所購得的皂基是已經皂化完成的皂，其本身即可立即使用，皂基又分為「透明皂基」及「白色皂基」二種。MP 皂的製法簡單、顏色及造形可隨意創造，不需要了解太多的化學原理即可操作。

二、實驗材料：白色皂基、透明皂基、刀子、燒杯、攪拌棒、酒精燈、模具等。

三、實驗步驟：

1. 選取適量的皂基(約 50 克~100 克)，用刀子加以切成小塊狀，以便於熔化。
2. 將切塊的皂基放入燒杯中，放在酒精燈上加熱至完全熔化。
3. 將酒精燈移開，加入 1~2 滴的香精及 1~2 滴的顏料於燒杯中攪拌均勻，若皂液表面有過多泡泡，則可用噴瓶裝些許酒精，朝液面噴 1~2 下即可消泡，或可待皂液表面冷卻形成皂膜時，以針狀物從表面挑起皂膜。
4. 待稍微冷卻後，將調好的皂液倒入模型中，待冷卻後(約 10~15 分鐘)即可脫模取下。
5. 以下提供二種基本作法，餘請自行發揮創意：
 - (a) 絢染皂：先將染料滴於皂模之中，依步驟 1~3 調好的透明皂液(不加顏料)，倒入皂模中沖開染料，再以針狀物勾勒顏料花紋，待皂液冷卻後脫模取下。
 - (b) 分層皂：先取少量的皂基，依步驟 1~4 完成第一層的肥皂(約 0.3~0.5cm 厚度，並等待 15~20 分鐘，使其凝固)，第二次再取少量的皂基，依步驟 1~4

完成第二層皂液，並將皂液倒入第一層皂成品之上(在倒入之前，以手指輕壓第一層確定凝固不凹陷)，等待第二層凝固後，再進行第三層，餘類推。(注意倒入的皂液溫度約在 56~58℃左右，太高溫會融化第一層，太低溫會使得成品脫模上下層分離)



圖七十二、分層皂成品



圖七十三、絢染皂成品

(五)學生反應：

如果說課本的實驗目的是為了介紹肥皂的製作的化學反應，那本文介紹的二種肥皂製作方法則是符合群眾口味的商業製法。課本的製法主要強調「皂化反應」所呈現的現象，學生可以看到鹼與油脂反應的顏色及狀態的變化，「鹽析」的功能主要在分離主產物與副產物(甘油)，最後產出的脂肪酸鈉(肥皂)只具有界面活性劑的功能性，當然沒有香味、外觀也不好看，嚴格說來，它只是個肥皂的半成品，「冷製皂」的作法保有「皂化反應」的步驟，卻省略加熱而以時間換取皂化反應的空間(所以才需要 2~3 週，另一種「熱製法」則須加熱但省時)，當然也省去了「鹽析」(副產物不去除也無妨)，卻多加了香精及顏料，而成為一個完整的肥皂商品，學生可以從此法中看到「皂化科學」的精神，也兼具商品化的意義(不再認為老師教法是騙人的)，一般的精製手工皂便採用此法，但缺點是耗費時間、有失敗風險，有學生問考題中曾出現以「回鍋油」製皂的題目，便是採用「冷製法」，如果把考題拿來作實驗，卻不一定能成功，最大的問題在於回鍋油成份複雜，「皂化價」計算不易，通常鹼的用量會過多，這樣的「回鍋油皂」就不適合拿來接觸皮膚(或許洗衣還可以)；另一種「MP 皂」的作法則是完全省略去「皂化」的過程，皂基本身就是個標準化的半成品(教師可以說明皂基的成份)，學生只要添加香精及顏料即完成後製，它的目的強調的動手操作的樂趣、個人化商品

的創意呈現、美感及技法的訓練等，民宿、遊憩區、DIY 課程所販售的肥皂商品多是採用此法，優點是時間短、製程簡單，學生最喜歡的也是此作法，因為學生能掌控的因素多，實驗不再是一成不變，每個人做出來的成品也具有個人特色，深受學生歡迎。

筆者通常會讓學生使用課本的方式製作一次(一節課)，再使用「融化再製法」再做一次(一節課)，如果時間允許，還可以做一次「冷製皂」(二節課)，為何要大費周章地讓學生做這麼多次實驗呢？就如同學生第一次看到課本實驗成品的反應：「這麼臭的肥皂誰敢用呀！坊間賣的手工皂就不是這樣！」如果教師就只是單純地介紹有機化合物—肥皂的化學原理，相信許多同學對科學不會「有感」，更不會認為(相信)生活中的商品都是藉由化學反應所製作出來的，促使學生以後寧可買加工商品也不願購買手工製品。教師有責任呈現化學原貌及商品的真相，讓學生比較二者的差異性，製作方法？香味的來源？學生除了學習知識外，也應該學會分析與判斷的能力。



圖七十四、複合式技法 MP 皂成品



圖七十五、學生的創意 MP 皂

十一、壓力實驗組

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：壓力與浮力—壓力

(三)融入時間點：

在國中八年級理化課程中，「壓力」單元是相當困難的課程，其闡述的內容包括了固體壓力、液體壓力與大氣壓力，該單元的內容相當多且繁雜，而且與「浮力」單元排在一起，當學生上完許多「力」的單元後，又得再學一個與「力」截然不同的「壓力」單元時，學生總是會產生與「浮力」觀念混淆(公式相近)及吸收不良(內容繁多，還包括連通管原理、巴斯卡原理等)等問題，而且「壓力」現象並不容易被學生發現或

者是說學生並不曉得那些生活的現象就是「壓力」的呈現，更別說能分辨是那一種壓力造成的結果。

在課本中介紹的實驗並不多(部份的示範實驗，許多學生在小學時期就玩過了)，其中的托里切利實驗及馬德堡半球實驗，雖然可以闡述大氣壓力的內涵，但在實際教學中卻不易操作，原因在於找不到適合的器材(金屬球與馬匹)與顧及實驗的環保性(水銀)，故筆者提供數個與壓力有關的趣味實驗，每項趣味實驗的材料皆能從生活中、實驗室中輕易取得，而且兼具趣味及安全的特性，學生能透過實驗的過程中，了解壓力的本質，並思考生活中還有那些現象是使用壓力的實例。

(四)教學步驟：

◎「誰是金鐘罩」實驗

一、實驗材料：1.5 吋鐵釘(4cm 左右)約 820 根、木板(42cm×21cm)等。

二、實驗步驟：(步驟 1~4 由教師先行完成，或可交由木工廠商代工)

1. 取一塊木板長寬約 42cm×21cm、厚度約 1cm~1.5cm，長寬可以更大，但厚度不宜太厚，會比較難釘直。
2. 在板子上劃格線，縱線與橫線間的距離皆為 1cm。
3. 取 1.5 吋鐵釘(4cm 左右)約 820 根，釘在每條線的交界點上，注意在釘鐵釘時要垂直釘入，不可釘歪。
4. 釘板完成後，仔細檢查釘板上的釘子是否有特別突出者，要予以打平，使所有的釘子高度相同，有釘子歪掉者，則予以修正。
5. 體驗(一)：將釘板放在椅子上，請同學坐在釘板上，雙腳稍微懸空，體驗坐在釘板上的感覺。
6. 體驗(二)：請一位同學躺在桌子上，並將釘板倒放(底面朝上，釘子面朝下)在學生身上，請另一位同學『坐』在釘板上，請學生體驗被釘板壓住的感覺；再請坐在釘板上的同學將腳懸空，觀察是否有異。
7. 體驗(三)：請一位同學躺在桌子上，並將釘板倒放(底面朝上，釘子面朝下)在學生身上，請另一位同學『站』在釘板上，請學生體驗被重物及釘板壓住的感覺，是否會感到痛楚？
8. 注意：本實驗仍有一定的風險，選擇「坐」或「站」在釘板上的學生的體重仍不可太重，躺在桌子上的同學最好選身材較壯碩者，並在學生身上鋪上一

條毛巾或衣物，以免釘子勾傷學生(部份釘子品質不良容易刮傷學生，而非實驗所造成的刺傷)



圖七十六、釘板裝置圖



圖七十七、學生坐在釘板上

◎「報紙大力士」實驗

一、實驗材料：冰棒棍(14cm×0.8cm)、報紙、30cm 直尺等。

二、實驗步驟：

1. 取一支長冰棒棍放在桌子上，一端突出桌緣(突出桌面的冰棒棍長度要長一點，以方便後續的敲擊)。
2. 在長冰棒棍上(靠桌面內側)先蓋上一張報紙，報紙一邊與桌緣切齊。
3. 將報紙沿著冰棒棍邊緣壓緊，讓報紙與冰棒棍間沒有空隙。
4. 在報紙上再蓋上第二張全開的報紙，並用力壓緊(因部份(舊)報紙較薄，恐有被冰棒棍刺破的疑慮，故需要蓋二張報紙)，報紙上並不需要放置任何重物去壓住冰棒棍。
5. 用手或直尺敲擊冰棒棍突出桌面的部份(如果用手敲擊請注意安全，不要敲到桌緣而受傷，儘量使用長一點的冰棒棍)。
6. 請學生觀察結果，冰棒棍是否斷裂？報紙是否移動？原因為何？
7. 改用半開的報紙，同步驟 1~6，觀察冰棒棍是否斷裂。
8. 注意：請不要使用加寬(厚)的冰棒棍或壓舌板，一般寬度的冰棒棍即可，以免實驗失敗。



圖七十八、報紙大力士實驗



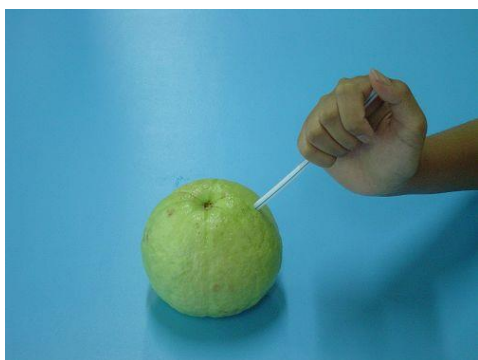
圖七十九、冰棒棍折斷了

◎「吸管大力士」實驗

一、實驗材料：吸管一支、水果一顆(如芭樂、柳丁、蘋果等)。

二、實驗步驟：

1. 取一支吸管(一般直吸管即可，不要彎管)，將吸管剪成適當長度(比手掌長一點即可，太長容易折彎)，吸管二端皆剪成平口。
2. 取一種硬質水果，譬如：西瓜、芭樂、柳丁等。
3. 用手握住吸管中段向水果刺下去，觀察吸管是否插入水果中。
4. 如果將吸管用手握住，再用姆指頂住吸管的另一端，使吸管密閉。
5. 再用吸管一端向水果刺下去，觀察吸管插入水果的情況。
6. 請同學想想看，二者的差別在哪？原理為何？
7. 提醒：使用軟吸管帶給學生反差效果會比較強烈。



圖八十、吸管大力士實驗



圖八十一、吸管插入水果中

◎「試管火箭」實驗

一、實驗材料：大試管(D=1.5cm)、小試管(D=1.1cm)

二、實驗步驟：

1. 取二支試管，一支口徑(D=1.5cm)稍大，一支口徑稍小(D=1.1cm)，但口徑大小應相近。
2. 將口徑大的試管裝滿水。
3. 將小試管管口朝上放入口徑大的試管中。
4. 大試管中的水會溢出無妨，小試管會半沉浮在大試管中。
5. 此時將持試管的手反轉，將大、小試管管口全部朝下。
6. 大試管中的水會流出來，但是小試管會如何？
7. 將大試管換成管徑更大一點的試管，重覆步驟 1~6，觀察結果是否改變。



圖八十二、大、小試管反轉之前



圖八十三、大、小試管反轉之後

(五)學生反應：

經試教後訪談學生的結果顯示，大部份學生對筆者所安排的壓力趣味科學實驗充滿興趣，而且在實驗完畢後都能清楚地闡述實驗背後的科學意義，教師透過科學實驗的教學方式，不但節省的講述教學的時間，同時也將理論性的知識融入於生活應用之中。然而透過觀察學生實驗過程及訪談結果得知，研究者所安排的科學實驗仍有許多可探討之處：

在「誰是金鐘罩」實驗中，帶給學生極大的震撼效果，雖然課本有提到 $P(\text{壓力}) = F(\text{總力}) / A(\text{接觸面積})$ ，壓力與接觸面積成反比，當釘子數目越多，壓力會變小，學生仍然

將信將疑，當教師把釘板拿出來，要學生坐上去，幾乎沒有學生敢嘗試，深怕屁股當場開花，好說歹說下學生終於坐上了釘板，果然不如想像中可怕，但體驗換成「人躺在桌上抱著釘板，另一個學生站(坐)在釘板上」，學生當場大呼「不可能的事」，經過一番討論，終於推選出班上的「勇士」執行這項「不可能的任務」，當然這位勇士還是「安全」地下莊了，這時學生才體會科學的魔力，把我們觀念中認為很危險及不可能的事，變成可能發生的實驗，也有效印證課本的理論，學生會說：誰說「胸口碎大石」、「滾釘板」是特異功能呢？那只不過是「科學」罷了。

在「報紙大力士」實驗中，因為冰棒棍不易與報紙緊密貼合，如果不確實將報紙與冰棒棍間的空氣擠掉，空氣會從縫隙進入而導致實驗達不到預期效果，教師也可以請學生嘗試使用一張或半張報紙的差別，根據壓力定義， $P(\text{壓力})=F(\text{總力})/A(\text{接觸面積})$ ，大氣壓力一定時，報紙接觸面積越大，所受空氣的總力也會越大，學生才能在不壓住冰棒棍的情況下，發揮空手道高手的能力，將冰棒棍一分為二，讓學生學會一項可在朋友聚會中表演的才藝。

「吸管大力士」是學生最感到興趣的實驗。由於吸管是軟質物體，在正常的情況下難以刺入硬質水果之中，但是在大气壓力的加持之下，吸管就變成猶如利刃般的堅硬，一舉插入水果之中，學生對此現象非常好奇而且躍躍欲試，教師可以在旁導引學生嘗試使用不同的吸管、不同的刺法，讓學生思考氣體壓力的應用方法。

「試管火箭」的實驗則是利用水流出試管時，造成雙管之間的短暫真空狀態，而大氣壓力則趁此時將小試管向上一推，形成試管抵抗重力而上升的不可思議現象。學生初次看到此現象都覺得是種魔術或障眼法，經教師講述原因後，學生親手嘗試實驗都能得到良好的學習效果，但是此實驗須特別注意二個試管口徑必須相近，如此才能造成短暫真空，否則實驗可能會容易失敗而無法達到教學目的。

本趣味實驗的優點在於材料取得容易，教學內容十分貼近生活，故學生在學習上不會有距離感，缺點則是教師必須在實驗中隨時進行科學原理的講解，但是學生會因為忙於實驗而沒把重要的觀念聽進去，此部份可透過事後課堂討論加以補強。

第二節 學生自然科學習成效分析

(一)實驗組班級及對照組班級背景分析

本研究的對象為大湖國中二年級學生，以二年孝班為對照組、二年忠班為實驗組，進行為期一年的研究。對照組仍採用傳統的教學方式，實驗組則融入研究者所設計的趣味實驗課程，待研究結束後再進行學生自然科成績前後測的比較分析及科學態度量表的探討。

表七、實驗組及對照組的背景資料統計表

二孝(對照)	人數	百分比	二忠(實驗)	人數	百分比
弱勢人數	17	60.71%	弱勢人數	17	56.7%
學障人數	12	42.86%	學障人數	15	50.0%
全校前 10 名	5	17.86%	全校前 10 名	4	13.3%
全校前 30 名	13	46.43%	全校前 30 名	12	40.0%

班級	國文(5)	英語(3)	地理(1)	歷史(1)	公民(1)	生物(4)	數學(4)	加權平均
01	57.62(1)	51.31(3)	43.86(2)	47.03(3)	64.66(1)	47.45(2)	40.55(3)	49.98(2)
02	56.79(2)	53.75(1)	46.21(1)	48.57(1)	64.39(2)	48.79(1)	42.86(1)	51.11(1)
03	44.54(3)	51.68(2)	42.93(3)	47.14(2)	58.25(3)	41.64(3)	42.68(2)	45.44(3)
平均	52.98	52.25	44.33	47.58	62.43	45.96	42.03	48.84

從背景資料顯示(表七)，對照組的學生群全校前 10 名占了超過一半，全校前 30 名也將近一半，實驗組(二忠)的學生群全校前 10 名占了 4 名，實驗組全校前 30 名比例與對照組差不多，故實驗組與對照組在總成績高分群的表現相差無幾。此外，實驗組學障學生人數與對照組差異不大，但對照組的成績的略勝於實驗組，對照組每一科皆為全年級第一名，許多科目對照組與實驗組差距皆在 2 分以內，特別在自然科差距約 1 分、數學科差距 2 分，且全校數學分數偏低，為各科之末，有許多學生的數學皆為個位數，嚴重影響理化科的學習(理化科有數學計算題)，加上許多學障學生有閱讀上的障礙，故學障學生多的實驗組班級，教學將會備受考驗，由此可知實驗組在學習條件上相當嚴峻(據研究顯示，弱勢族群的學習會受背景環境影響)，故此次的研究實驗組處於相當不利之處，想要大幅超越對照組的成績便要花一番工夫，畢竟單一科的成績仍會受到班級學習氣氛、班級常規、其它科的表現、運算及閱讀能力等因素所影響，但本研究若能帶起學生的學習興趣，將可有利於找出弱勢學生學習的有效良方。

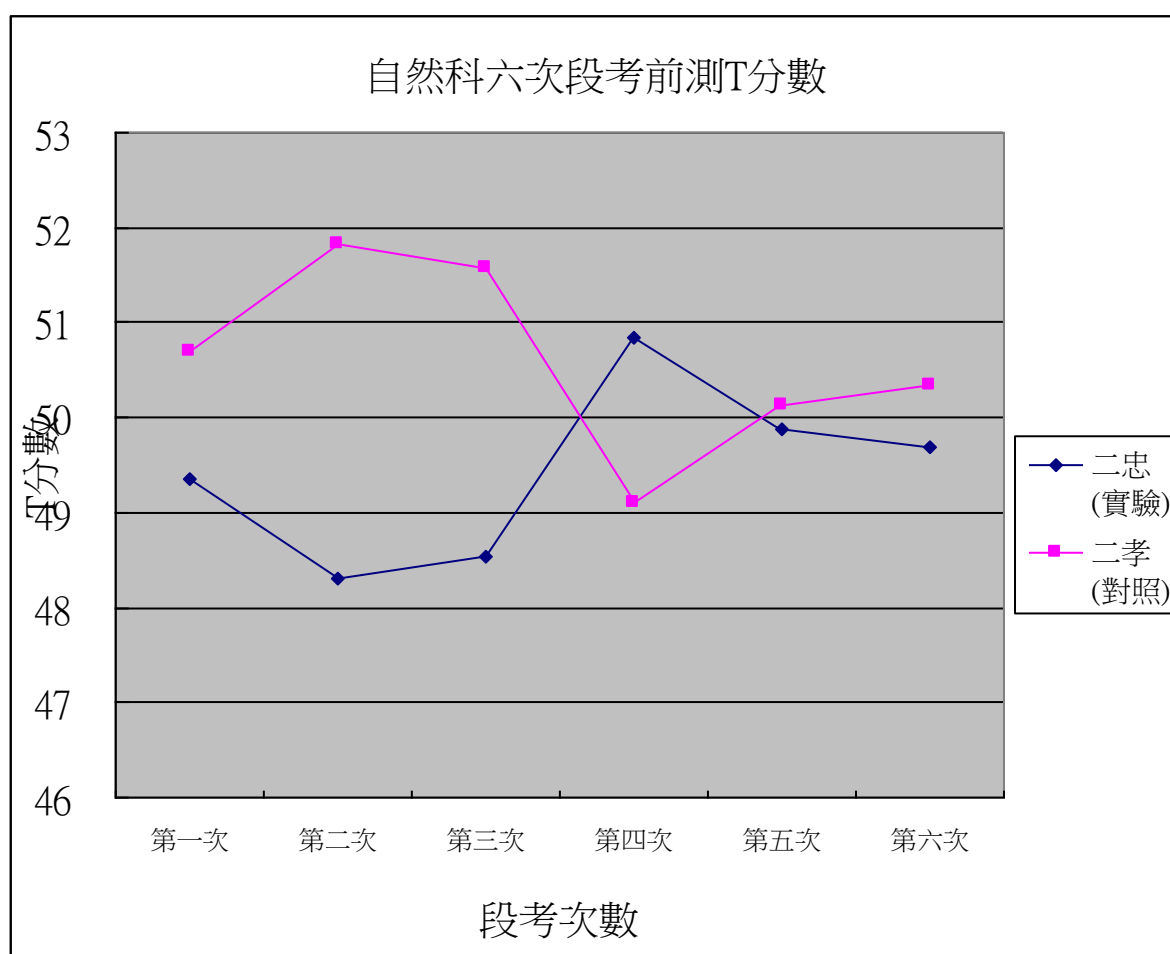
(二)實驗組與對照組自然段考成績比較

首先進行二組學生前測分數的建立，故針對實驗組與對照組的一年級上、下學期的自然科三次段考分數進行分數轉換成T分數，摒除段考考卷難易度不同、出題教師不同、命題範圍不同等因素，再將六次段考T分數平均作為前測的起始分數，並作出分數分布圖，以探討各組學生成績的分布情形。實驗組與對照組自然科前測T分數如下表所列：

表八、實驗組及對照組的自然科前測T分數統計表

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	平均
二忠(實驗)	49.35	48.30	48.53	50.83	49.89	49.69	49.43
二孝(對照)	50.69	51.82	51.57	49.11	50.12	50.33	50.61
標準差	17.57	16.15	20.45	18.28	19.55	19.03	18.51

圖八十四、實驗組及對照組的自然科前測(102學年六次段考)T分數趨勢圖



實驗組與對照組自然科前測六次段考T分數趨勢圖，如上圖所示，由圖表可知，

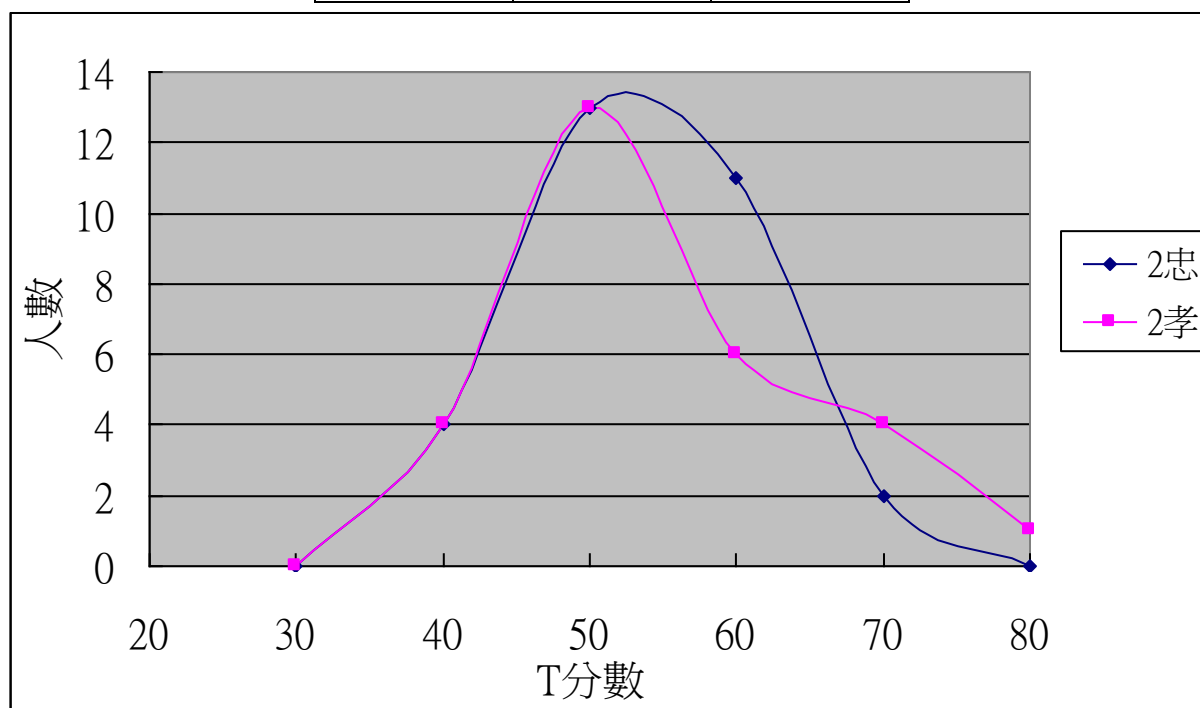
六次自然科前測的分數，對照組與實驗組互有擅場，總平均分數也在伯仲之間(T 分數相差不超過 0.5 分)，足以證明實驗組與對照組在自然科的前測表現相近，說明二組間自然分數並無顯著差異。

若從實驗組與對照組自然科前測平均 T 分數分佈表及分數分布圖來探討各組成員在自然科前測的個別表現(如表九、圖 85)，可以發現：

- (1)二孝(對照組)的高分群及低分群與二忠(實驗組)相差無幾。
- (2)二組的眾數多集中在 T=50 以上，由此可知二班的水準略高於該年段其它班級。
- (3)實驗組(二忠)的 T=60 以上的人數略多於對照組，證明前述所說弱勢及學習障礙人數確實會影響學習的成效，但在總成績上的表現實驗組仍不如對照組。

表九、實驗組與對照組自然科前測平均 T 分數分佈表

T 分數(人)	2 忠	2 孝
20-29	0	0
30-39	4	4
40-49	13	13
50-59	11	6
60-69	2	4
70-79	0	1



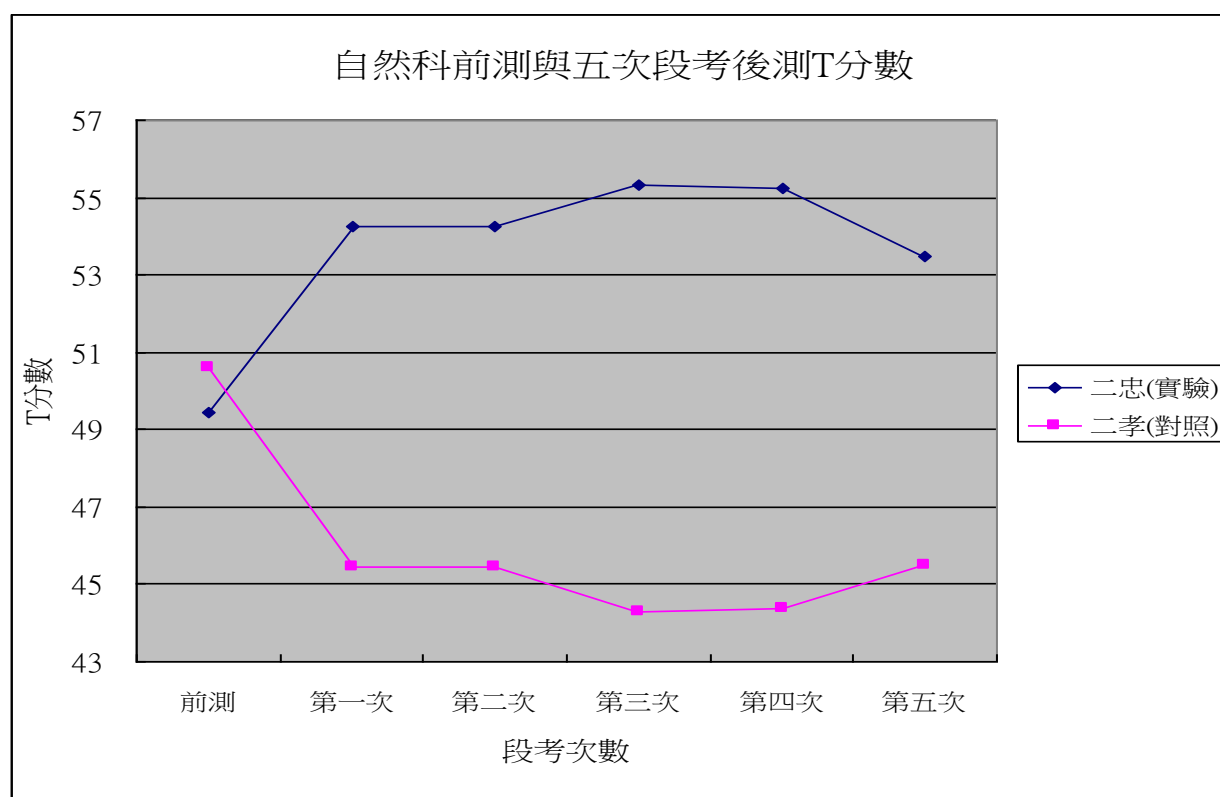
圖八十五、實驗組與對照組自然科前測平均 T 分數分佈圖

再完成前測分數的建立後，接著進行實驗組的趣味實驗教學(對照組仍採一般傳統

教學)。研究者首先必須先完成課程的設計，並將趣味實驗課程融入一般的教學之中，待教學完成後，進行資料的收集與課程單元內容的修正，為達到檢驗課程是否具有成效，故以實驗組與對照組的二年級上、下學期的自然科五次段考分數平均作為後測分數，並將分數轉換成 T 分數，摒除段考考卷難易度不同、出題教師不同、命題範圍不同等因素，再將五次段考 T 分數平均，並作出分數分布圖，以探討各組學生成績的分布情形。實驗組與對照組自然科各次段考 T 分數(後測)如下表所列：

表十二、實驗組與對照組自然科各次段考 T 分數(後測)統計表

	前測(總)	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	後測(總)
二忠(實驗)	49.43	54.26	54.26	55.33	55.25	53.47	54.51
二孝(對照)	50.61	45.44	45.44	44.29	44.38	45.51	45.01
標準差	18.51	21.26	23.41	20.34	21.05	23.48	21.91



圖八十六、實驗組與對照組自然科前測與後測(五次段考)T 分數趨勢圖

實驗組與對照組自然科後測五次段考 T 分數趨勢圖，如上圖所示，由圖表可知，

在前測時，對照組的自然科成績遠勝於實驗組，經過趣味實驗課程教學後，成績之間的關係出現劇烈的變化，從第一次段考的成績顯示，實驗組與對照組已從前測中誤差範圍內的「勢均力敵」(T 分數相差 0.5 分)，已有一些變化(T 分數相差 9~10 分)，第二次段考二組的 T 分數也維持在 9 分的差距，可以說明第一次段考實驗組的分數變化並非誤差所致，第一次段考至第四次段考二組的 T 分數一直有 10 分左右的差距，說明二組在自然科的表現上已穩定拉開距離，實驗組與對照組的差距擴大，由此證實趣味實驗課程所發揮的效果具有延續性，可長期支持學生的學習興趣，此外亦說明實驗組在自然科所採用的趣味實驗教學對學生自然科分數的提升有顯著的效果。

若從分數分布圖來探討各組成員在自然科後測的個別表現(如下圖)，可以發現第二次段考時，實驗組的自然科平均分數略高於對照組，但對照組已出現雙峰現象(T 分數<40 的人數皆多於實驗組)，反倒是實驗組仍維持常態分佈，高分群沒有對照組多；第三次段考時，對組自然科分數已恢復常態分佈，但已偏向正偏態(Positive skew)，低分群人數已高於實驗組；對照組的中間群學生人數大幅滑落；到了第四次段考，實驗組的高峰向前移動，略呈現負偏態(Negative skew)，證明實驗組的高分群正在逐漸增加，反倒是對照組的正偏態完全成形，大多數的學生為 T 分數=40，說明對照組在理化成績表現上大幅滑落；到了第五次段考，實驗組負偏態(Negative skew)更明顯，有將近 18 人的 T 分數>60 分、28 人 T 分數>50 分，但對照組的雙峰現象已轉換成嚴重的正偏態(Positive skew)，全班有 1/3 的學生自然科分數都落在 T 分數<50 分(約 20 人)，這樣的結果也說明了二組學生對自然科的學習正朝向二條不同的道路前進。探究原因發現，對照組已出現中、低分群學生放棄學習的狀況，而實驗組的朝向負偏態的方向前進，可能是幾個因素產生：(一)當考題太簡單或太難、或切合學生應答習慣時，中低分群會表現較佳，但真實的能力仍待考驗；(二)低分群學生容易受環境影響分數高低，譬如：班級上課氣氛優良，中低分群的學生會比較願意聽課，反之，則表現更差；(三)參與學校活動致使課業荒廢，有許多學生參加活動與比賽，致使許多課程無法延續，加上學生心態上放縱許多，致使對照組與實驗組分數差距過大，至於學生真正實驗差距仍待進一步探討，但整體而言，研究者設計的趣味實驗課程仍有助於中後段學生提高自然科的成績，並有效阻止班級雙峰現象發生。

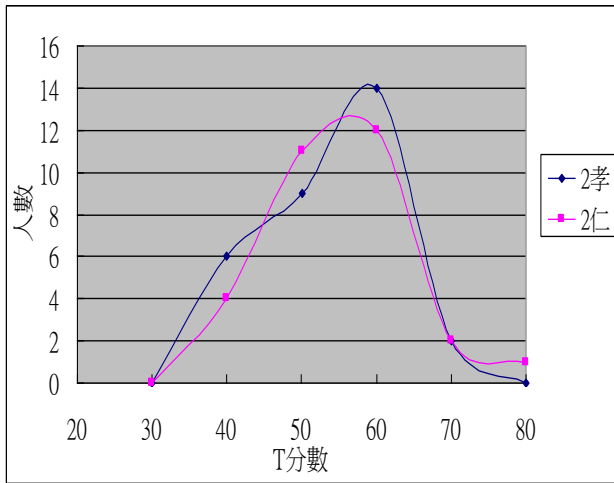


圖 87. 前測實驗組與對照組的分數分布圖

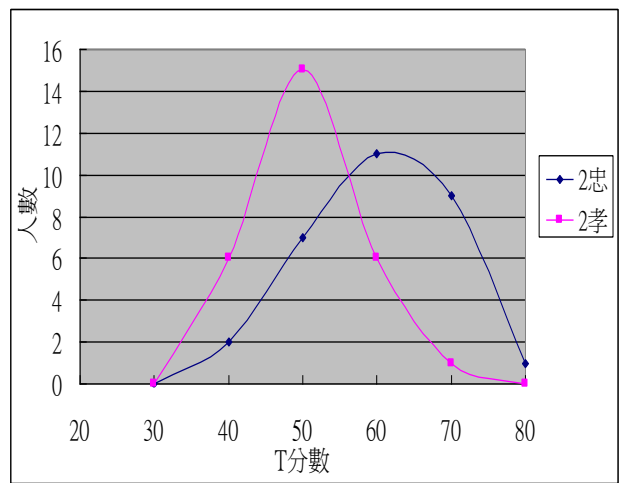


圖 88. 第 1 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

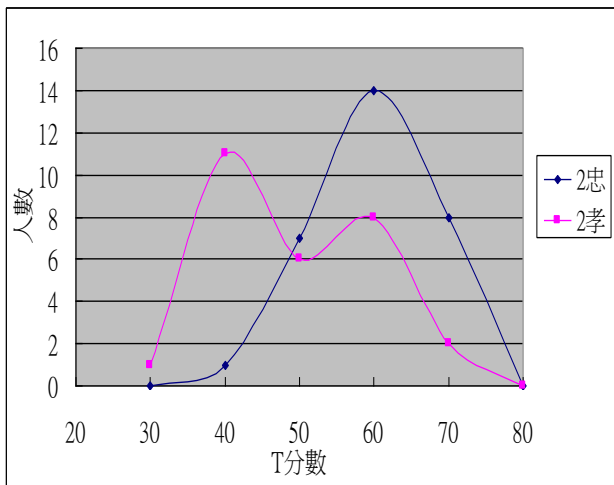


圖 89. 第 2 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

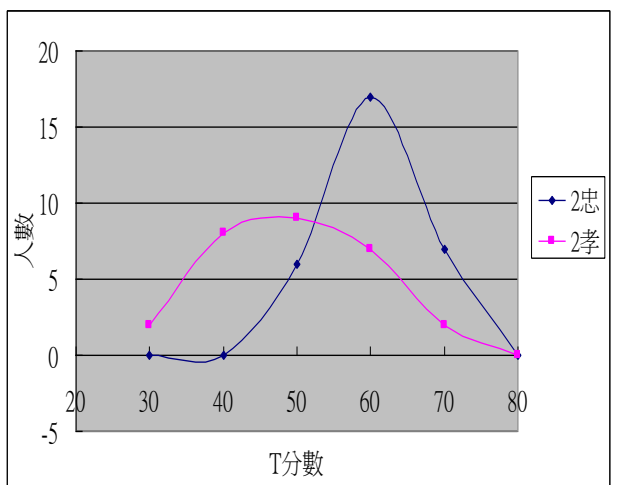


圖 90. 第 3 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

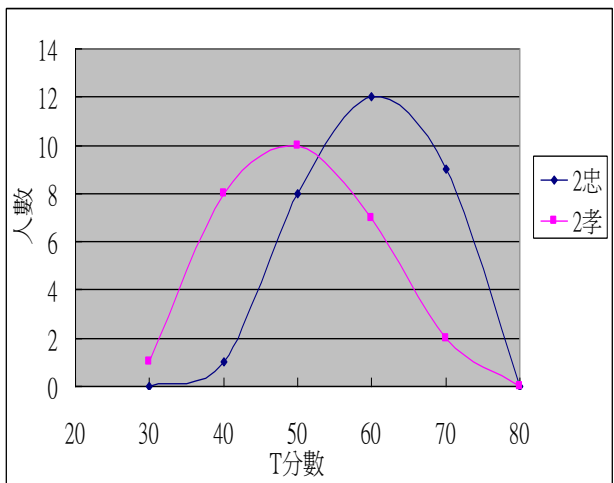


圖 91. 第 4 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

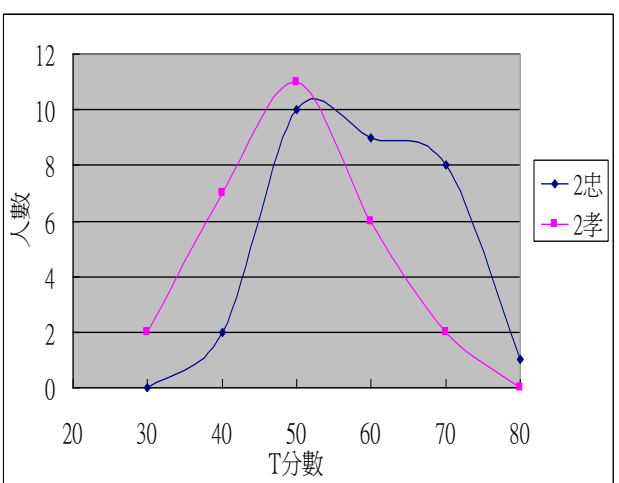


圖 92. 第 5 次段考實驗組與對照組的分數分布圖

(三)實驗組與對照組其它科段考成績比較

單從上述數據，或許可以證明研究者設計的趣味實驗課程的確有助於低學習成就

者提高自然科的成績，但是這樣的結果卻未必然一定是實驗課程施行所造成的，譬如：有可能實驗組班級學習氣氛變好了、更換了更嚴格的導師、學校的教育方針改變、學生的運算能力變好了、閱讀量增加等等因素所致，必須觀察其它科的成績是否提升來佐證學生的成績變好是外部因素造成實驗組學生成績全面提升，或是實驗設計導致只有自然科成績提升，來釐清研究的變因控制是否得宜。

從以下的多次段考的數據顯示，對照組(2 孝)在各科的表現上都比實驗組(2 忠)還佳，絕大多數的科目對照組都是第一名，對照組在許多科目的平均分數約勝實驗組 5~10 分，在社會科方面更是如此，由此可知，對照組的整體表現仍是相當強勢，而實驗組並非所有科目全面提升，僅於自然科表現上可與對照組一較長短，甚至超越對照組，故從段考數據上可推論幾點：

1. 趣味實驗課程有助於提高低學習成就者自然科成績，必然是實驗課程施行所造成的結果。
2. 實驗組能夠在自然科成績表現突出，應與外在因素無關，包括：班級學習氣氛變好了、更換老師、學校的教育方針改變、學生的運算能力變好了、閱讀量增加等因素。所以實驗組只有自然科成績變好，其它科依然乏善可陳，對照組只是在自然科上落後於實驗組，其它科仍表現亮眼。
3. 趣味實驗課程僅能對自然科成績有所幫助，卻不能拓展到其它科別，實驗組學生對自然科的學習信心無法發揮到其它科別，探究其最大的原因，國中乃分科教學，科別間的差異度大，很難在短時間內改變現狀，即使學生因自然科的成功一時產生強烈的信心，但這樣的信心在沒有可靠的基礎能力下，有可能會被無情的成績現實所擊垮，此後更一蹶不振，故實驗組學生不可能在短時間內在其它科上有大幅突破，後續成效仍有待觀察。

表十三、二年級對照組(02)與實驗組(01)第一次段考成績比較表

	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化	總平均	名次
二忠	47.3	58	53.3	46	51.7	51.7	69.3	53.9	2
二孝	65.1	62.3	46.6	46.7	72.9	76	46.4	59.4	1
二仁	35	50.6	43.8	38.2	59	40	49.1	45.1	3
平均	49.1	57.0	47.9	43.6	61.2	55.9	54.9	52.8	

表十四、二年級對照組(02)與實驗組(01)第二次段考成績比較表

	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化	總平均	名次
二忠	52	61	42	55	59	50	58	53.9	2
二孝	62	63	42	70	71	77	41	60.9	1
二仁	44	72	31	41	43	37	33	43.0	3
平均	52.7	65.3	38.3	55.3	57.7	54.7	44.0	52.6	

表十五、二年級對照組(02)與實驗組(01)第三次段考成績比較表

	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化	總平均	名次
二忠	50	56	50	53	54	50	57	52.9	2
二孝	56	63	44	75	69	63	43	59.0	1
二仁	43	73	34	40	49	39	34	44.6	3
平均	49.7	64.0	42.7	56.0	57.3	50.7	44.7	52.1	

(四)實驗組與對照組前 10%學生段考成績比較

從上述的數據顯示，實驗組的學生僅在自然科的成績上表現突出，其它科仍無太大的長進，也就是說，學生的整體學科本質或基礎能力並無太大的變化，那究竟是那一群學生讓實驗組的自然科成績大幅追上對照組，而這一群「關鍵學生」的變化原因為何呢？

我們比較對照組與實驗組前 10%的學生人數及成績來看，結果發現學生全校前 10%的學生仍是對照組占 70%，實驗組占 30%，與研究前所作的背景分析資料比較，實驗組前 10%的學生反而減少，可以說明經過實驗課程的操作後，二組前 10%的學生在總成績上並無太大的差異(實驗組反減少 1-2 位)，故想要靠高分群拉近全班的平均分數，仍然有極大的困難，必然是靠中後段的學生提高分數才能達到我們所看見的結果。而從前 10%的學生成績分布情形，只能獲得一些結論：

1. 趣味實驗課程確實能提高高分群學生的成績(實驗組前 10%學生理化成績比其它學生高便可得知)，但在成績上的效果有限(隱性的效果不得而知)，更難透過單一科別(自然科)大幅勝過對照組的高分群學生，畢竟高分群學生的能力幾乎都在伯仲之間，分數差也都在 10 分以內，故無法明顯成長。
2. 實驗組自然科成績的提升關鍵應非在高分群學生身上，必然是靠中後段的學生提高分數才能達到勝過對照組的成效，這點還必須進一步分析探討。

表十六、實驗組及對照組的背景資料統計表

二孝(對照)	人數	百分比	二忠(實驗)	人數	百分比
弱勢人數	17	60.71%	弱勢人數	17	56.7%
學障人數	12	42.86%	學障人數	15	50.0%
全校前 10 名	5	17.86%	全校前 10 名	4	13.3%
全校前 30 名	13	46.43%	全校前 30 名	12	40.0%

班級	座號	姓名	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化		
			5	3	4	1	1	1	3		
			定	定	定	定	定	定	定	總分	年名次
			期	期	期	期	期	期	期		
2	10		86	97.3	97	90	80	88	87.5	1630.4	1
1	17		82	81.9	97	85	84	73	100	1585.7	2
2	15		69	100	100	75	52	68	72.5	1457.5	3
1	30		83	97.3	63	60	60	90	83	1417.9	4
2	4		92	86.3	64	60	92	73	72.5	1417.4	5
2	3		82	89	88	45	76	80	55	1395	6
2	26		83	98.2	79	75	44	78	52.5	1380.1	7
2	2		75	74.6	75	90	88	85	67.5	1364.3	8
2	17		73	81.9	70	95	60	83	72.5	1346.2	9
1	5		68	75.5	63	60	64	83	83	1274.5	10

103 上學期第一次段考總成績前 10%的學生，對照組(2 孝)占 7 位，實驗組(2 忠)佔 3 位，高分群仍是對照組領先。

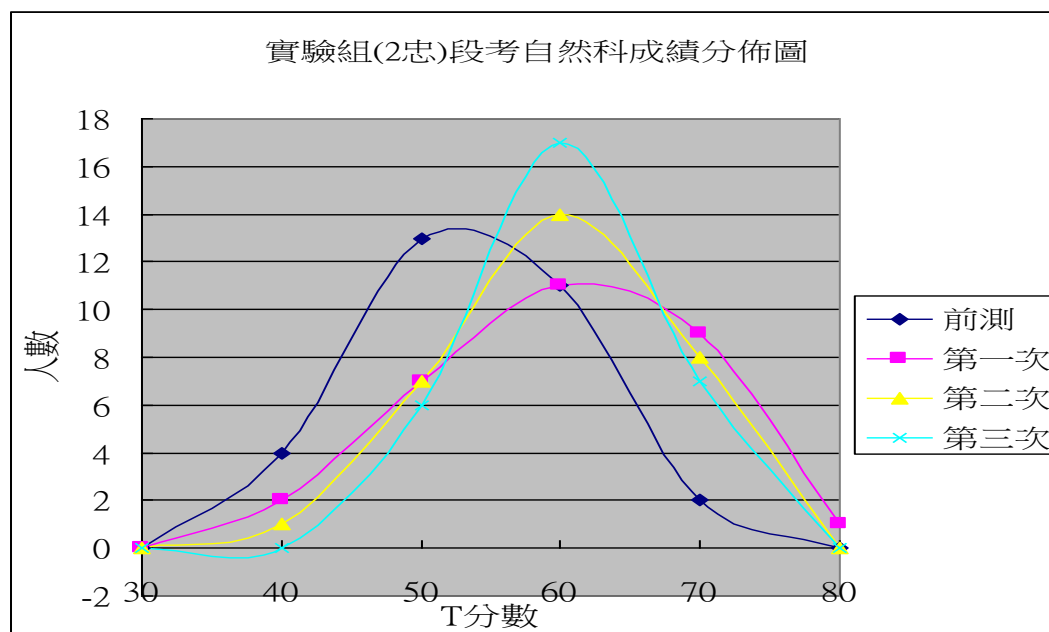
班級	座號	姓名	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化		
			5	3	4	1	1	1	3		
			定	定	定	定	定	定	定	總分	年名次
			期	期	期	期	期	期	期		
2	10		88	93	90	90	100	90	95	1644	1
2	26		84	96	75	85	80	83	90	1526	2
1	17		89	95	50	85	100	90	100	1505	3
1	30		79	97	57	75	88	93	98	1464	4
2	17		74	87	75	75	100	68	90	1444	5
2	15		83	99	53	75	80	83	92.5	1439.5	6
2	3		68	86	73	90	88	73	77.5	1373.5	7
2	2		77	70	50	100	100	95	90	1360	8
2	4		86	85	35	75	72	93	80	1305	9
2	7		67	79	65	55	64	78	90	1299	10

103 上學期第二次段考總成績前 10%的學生，對照組(2 孝)占 8 位，實驗組(2 忠)佔 2 位，高分群仍是對照組領先。

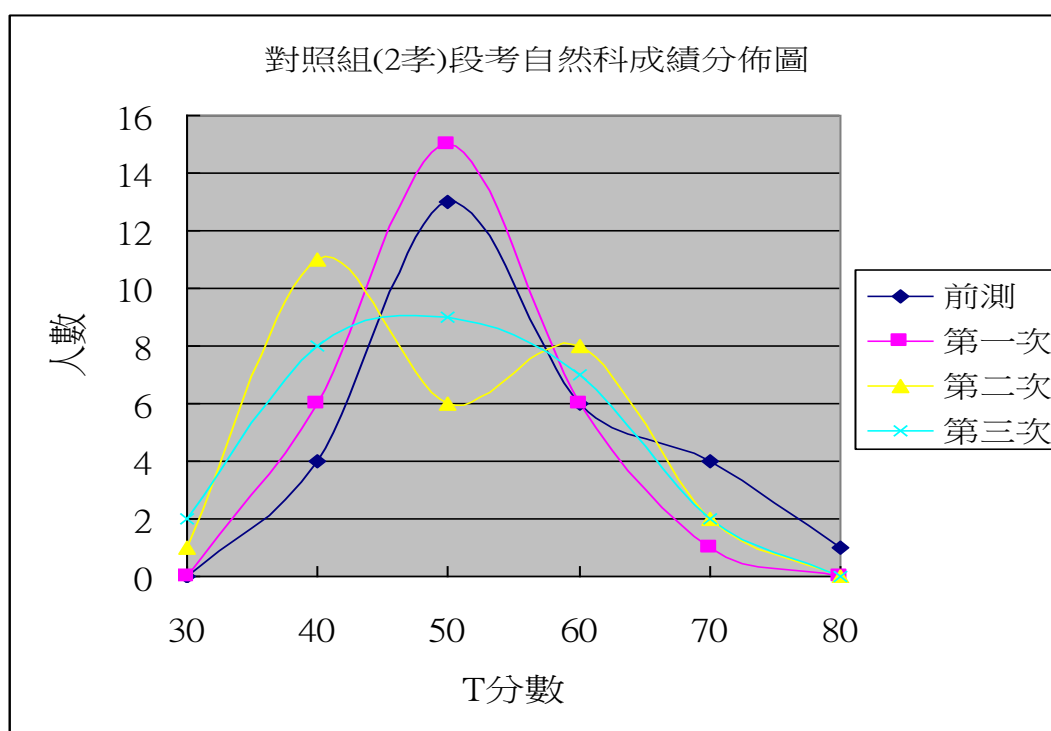
班級	座號	姓名	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化		
			5	3	4	1	1	1	3		
			定期	定期	定期	定期	定期	定期	定期	總分	年名次
2	10		93	98	90	90	100	98	90	1677	1
1	17		84	91	85	90	96	92	100	1613	2
1	30		73	100	85	85	92	98	98	1576	3
2	26		85	100	90	85	68	90	71	1541	4
2	2		91	83	70	95	88	88	86	1513	5
2	3		76	96	90	90	88	88	66	1492	6
2	29		85	89	55	85	84	95	78	1410	7
1	5		62	94	85	80	40	95	85	1405	8
2	4		92	81	45	100	96	85	78	1398	9
2	7		82	70	75	90	44	93	75	1372	10

103 上學期第三次段考總成績前 10%的學生，對照組(2 孝)占 7 位，實驗組(2 忠)佔 3 位，高分群仍是對照組領先。

為了證明前述的推論：「實驗組成績的提升關鍵應非在高分群學生身上，必然是靠中後段的學生提高分數所造成，…」研究者將實驗組及對照組前測分數及前三次段考分數(採前三次段考的原因在於學期內學習具有連續性，跨學期的分數必然受寒假假期因素、課程學習中斷因素、個人家庭因素等影響，使影響數據變化的因素變多，故不列入)進行統計分析，並畫出各組自然科成績分布圖，結果如下圖(圖 93、圖 94)所示。



圖九十三、實驗組(2 忠)前測與後測前三次段考成績分布圖



圖九十四、對照組(2孝)前測與後測前三次段考成績分布圖

從以上圖示的結果可以得知以下幾點結論：

1. 實驗組(2忠)前測的自然科分數與前三次段考自然科分數相比較，這三次段考的曲線皆往前(高分)移動，低分群明顯減少，至第三次段考時，幾乎沒有 T 分數 <40 的學生，中間群集則由 T 分數 50 往 T 分數 60 移動，前端的高分群(T=80)則無明顯增加。
2. 對照組(2孝)前測的自然科分數與前三次段考自然科分數相比較，第一次段考的曲線與前測曲線並無太大差別，只是低分群略增，到了第二次段考，雙峰現象成形，高低分群距璃拉開，學科的差距隱然形成，第三次段考時，單峰明顯向左移動，但前端高分群人數不增反減，低分群大幅增加，後續效應值得觀察。
3. 由上述的數據與論證說明了研究者的論點：「實驗組成績的提升關鍵應非在高分群學生身上，必然是靠中後段的學生提高分數所造成，…」如下表(表十七~十九)所示，在實驗組班上後段的學生，儘管段考名次是全校 50-60 名(全年段 86 人)，但自然科的成績表現卻勝過附近名次的學生甚多，最高也曾達到 70 分(原始分數)以上，也可說明科學並非優秀學生的專利，只要合宜且適當的教學方式(如：本研究的趣味實驗課程)仍可引導低學習成就學生提升學習成效。

表十七、實驗組後段學生在自然科段考成績表現與對照組學生相較表(第一次段考)

班級	座號	姓名	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化	總時數		
			5	3	4	1	1	1	3	18		
			定期	定期	定期	定期	定期	定期	定期	總分	總平均	年名次
2	17		28	46	38	40	28	50	30	638	35.4	52
3	20		46	20	21	55	44	63	23	605	33.6	53
1	2		38	6	18	15	32	58	73	604	33.6	54
3	29		52	25	12	35	44	25	38	601	33.4	55
1	21		52	20	12	15	52	50	38	599	33.3	56
2	12		20	31	60	30	20	18	28	585	32.5	57
2	28		48	22	21	40	24	33	23	556	30.9	58
1	18		28	6	9	55	56	60	60	545	30.3	59
2	16		40	22	15	40	24	43	32.5	530.5	29.5	60

表十八、實驗組後段學生在自然科段考成績表現與對照組學生相較表(第二次段考)

班級	座號	姓名	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化	總時數		
			5	3	4	1	1	1	3	18		
			定期	定期	定期	定期	定期	定期	定期	總分	總平均	年名次
1	26		52	71	20	40	44	55	63	881	48.9	50
3	20		55	85	15	65	48	53	38	870	48.3	51
2	24		53	59	15	65	52	78	55	862	47.9	52
1	18		33	60	20	60	72	58	75	840	46.7	53
3	21		36	87	30	45	32	33	53	830	46.1	54
1	23		34	75	25	35	28	48	73	825	45.8	55
2	13		24	78	45	40	32	30	63	825	45.8	55
2	27		50	66	30	35	28	50	45	816	45.3	57
3	8		31	56	45	50	44	55	48	796	44.2	58
2	8		29	76	25	50	84	45	47.5	794.5	44.1	59
3	5		38	82	25	25	36	20	58	791	43.9	60

表十九、實驗組後段學生在自然科段考成績表現與對照組學生相較表(第三次段考)

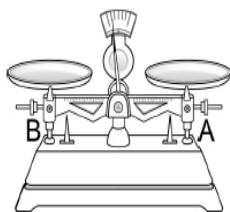
班級	座號	姓名	國文	英語	數學	地理	歷史	公民	理化	總時數		
			5	3	4	1	1	1	3	18		
			定期	定期	定期	定期	定期	定期	定期	總分	總平均	年名次
1	27		37	80	40	80	20	73	68	967	54	50
1	19		39	78	20	65	72	53	88	965	54	51
2	25		63	70	35	55	48	53	44	957	53	52
3	18		50	78	25	75	48	73	58	956	53	53
2	27		53	78	35	45	32	50	61	951	53	54
1	22		49	66	35	35	48	65	69	941	52	55
1	26		36	84	25	30	56	85	79	941	52	56
2	20		56	75	15	70	44	80	59	939	52	57
3	8		60	48	30	80	52	80	49	925	51	59
2	3		50	78	30	45	44	70	45	902	50	60

(五)實驗組與對照組發展探討

若從數據與結果去探討本研究的成效，無疑可以證明本研究的趣味科學實驗可以提升學生的自然科學學習成效，但卻有許多實際的教學面是從數據中無法得知的，實驗組成績較對照組好，只是說明二者的相對性而已，並不能證明實驗組真的把自然科基礎的能力都學到了，其次段考的題型也會左右所呈現的結果，當然研究者轉換 T 分數已經將外在因素去除了(包括考卷的難易、出題教師等)，但系統的因素並未去除，舉例來說：實驗題型當然對有做過實驗的學生有利，完全沒碰過實驗的學生當然只能憑空想像，雖然這樣並不能說明對照組的學生都不會寫實驗型題目，但對低學習成就的學生就會有所影響，考卷出的實驗題、觀察題越多，影響越大。

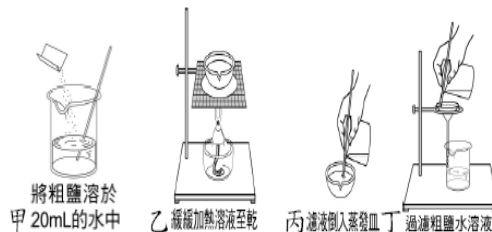
以第一次段考為例，出題的範圍包括：「基本測量與密度」、「水與空氣」等章節，與實驗有關的單元有：天平的使用、密度、物質的分類、氧氣的製備與性質、二氧化碳的製備的性質等，二個章節中包含了 5~6 個實驗的內容，實驗份量相當重，一般的老師並不會將這些實驗做完，因為課本並沒有明確的實驗說明或者其它因素所致(可能因為趕課、實驗器材不足、沒有實驗室、老師覺得準備麻煩、老師對實驗操作不熟悉等因素)，更別說要在這些實驗以外還要再發展趣味的科學實驗，對照組便是典型一般傳統教學的例子，對照組學生接受傳統的科學教育，花許多時間在課堂的解說與習題的演練，實驗可能是偶而為之的點綴性課程；而實驗組則是恰好相反，除了正規實驗之外，還加了許多趣味的科學實驗，或者改良了課本中的實驗課程，讓它變得更有興趣些，實驗組與對照組二種迥異的教學方式，遇上的傳統的段考考題(這些考題皆從書商所提供的題庫出題，並無涉入教師個人意向)究竟對誰有利呢？結果顯示，實驗組已由前測時與對照組不相上下，轉變為超越對照組，分析考卷內容發現，考卷題目許多都是實驗操作題，譬如下圖的 14、15、25、50 題等，都是很明顯的實驗操作題型，有利於實際操作過的學生作答，沒有實際操作過的對照組學生，作答時依靠的是上課記憶的內容，必然比實驗組的學生要辛苦多，但對照組仍保有習慣考題的優勢(多寫題目便可熟悉題型)，並不會因沒做過實驗，段考就兵敗如山倒。

14. 此天平如何處理才能「歸零」？ (A) 左盤先放上砝碼 (B) B 校準螺絲向左旋出 (C) A 校準螺絲向右旋出 (D) A 校準螺絲向左旋入



15. 根據圖示，下列何者是精製食鹽的正確步驟？

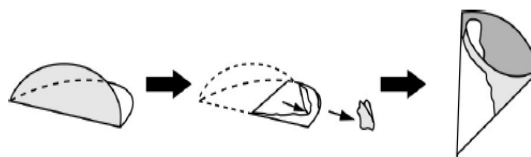
- (A) 甲→乙→丙→丁 (B) 丁→甲→乙→丙 (C) 丁→丙→乙→甲 (D) 甲→丁→丙→乙



25. 附圖為實驗室製氧的裝置，則下列敘述何者錯誤？ (A) 此化學變化的反應物是雙氧水 (B) 此化學變化的生成物是氧氣和水 (C) 收集氣體的方法是排水集氣法 (D) 產生的氣體易溶於水



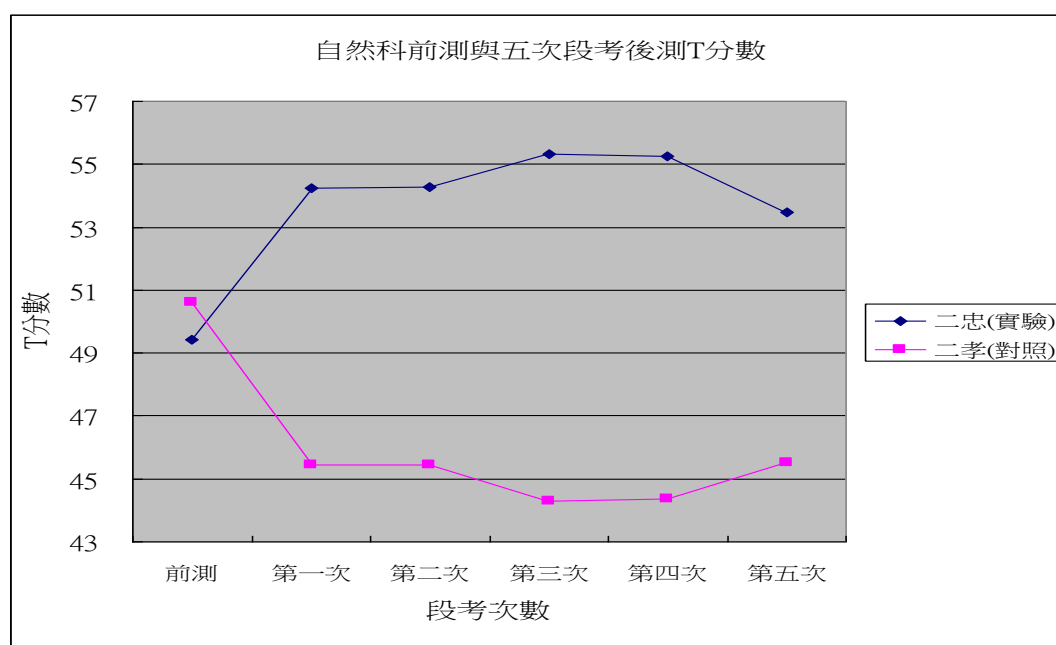
50. 要將濾紙放入漏斗中時，需先進行如附圖步驟，並將濾紙撕去小角落，這是為什麼呢？ (A) 看起來美觀 (B) 可讓濾紙和漏斗較緊密接合 (C) 實驗太無聊 (D) 濾紙太大張



但實驗所帶來的學習優勢，並不會每次都得到很好的成效，這和學生的基礎能力強弱(特別是數學的運算能力及國文的閱讀理解力)有很大的關係，以第二次段考為例，出題的範圍包括：「聲音與波動」、「光與顏色」等章節，與實驗有關的單元有：聲音的傳播、光的折射與透鏡成像、光與顏色等等，多牽涉物理抽象的概念，實驗的內容大幅下降，取而代之的是計算問題與邏輯性問題，對一般學生而言，理化開始有點難度，需要透過想像及推理來得到合理的答案，對本研究的對照組而言，其實並不困難，因為打從一開始他們便是以想像的方式在進行理化科的學習，也習慣沒有「親眼所見、親手所做」的教學方式，計算題對他們來說也不具威脅，然而對實驗組而言，他們所遭遇的困難卻大幅陡升，首先他們要面臨計算題的一大考驗，研究者在上「波的性質」單元時，發現許多學生不太會算「頻率」與「週期」，因二者互為倒數，學生對於「倒數」有計算上的困難，不論是那一組的學生幾乎有半數都會答錯，徒增研究的變數，這樣的情況無關對理化科的喜惡，運算能力不佳的因素，使得段考內容只要遇到較多的計算問題，便有如此的結果。

其次，實驗組要面臨第二個問題便是閱讀理解力的問題，在「光與顏色」的章節中，透鏡成像性質是很重要的單元，也是考試常出現的題型，考題常會問學生：在凸(凹)透鏡前，物體成像的位置、成像大小、成像性質等，課本並沒有明確地教導學生如何

記憶物像間的對應關係，一般學生可能要用背誦的，研究者則認為直接背的效果並不好，故讓實驗組學生親手操作一次後，再行背誦會比較有效，的確經過實驗後，實驗組的學生確實把物像間的對應關係記起來了，但段考後卻發現許多題目仍然還是答錯，仔細探究原因發現：實驗組學生受到文字敘述上的干擾，只要是題目文字敘述越長、非直接敘述型題目(反向題)、符號文字化(譬如： $F \sim 2F$ 間 \rightarrow 介於二倍焦距與一倍焦距之間)等，都會造成作答失誤等現象，這是基礎能力不佳的實驗組學生無法避免的結果，正如研究者前面所述：「本研究雖證明趣味科學實驗可以提升學生的自然科學學習成效，但卻有許多實際上教學面的困難是無法從數據中得知…」光從段考成績斷定學習的成效未免武斷(即便本研究實驗組表現比對照組好)，仍須透過其它的評量工具、觀察學生的表現，才能得到完整的記錄。



圖九十五、實驗組與對照組自然科前測與後測(五次段考)T分數趨勢圖(實際)

經過一年的實驗研究之後，得到了實驗組與對照組在自然科成績表現上的實際變化圖，結果顯示與研究者先前的推估出現落差。在前測的分數上，實驗組與對照組僅有小幅的落差(自然科段考T分數約差1分)，經過趣味實驗教學後，在第一次段考及第二次段考實驗組與對照組的差距擴大至9分(T分數)，二組的差異已明顯拉大，原本預估第三次段考及下學期第一、二次段考實驗組成績應會下滑(回到預估值相差5分以內)或者維持拉距(相差1分以內)就已經相當不錯，結果顯示，在第三次段考，實驗組成績不但沒有下滑，實驗組(二忠)還領先對照組(二孝)約11分(T分數)，至下學

期第一次段考時，實驗組領先對照組亦達到 11 分(T 分數)，出乎原本意料之外，至下學期第二次段考時，實驗組與對照組的差距才又縮小至 8 分，這些變化都顯示，實驗組在自然科 T 分數穩定領先對照組至少 8 分以上，似乎斷定實驗組在自然科的表現上穩定而成長地超過對照組，也證明趣味實驗課程對學生學習有顯著的成效，但仔細分析可以發現幾點現象：

(一)對實驗組(二忠)而言，它的成績變化一直都是向上的趨勢，它的每次後測 T 分數一直都比前測(T=49.43)還要高，證明趣味實驗課程對該班有良好的效果。

(二)對照組而言，它的成績變化一直呈現向下的趨勢，它的每次後測 T 分數一直都比前測(T=50.61)還低，特別是下學期第二次段考滑落的幅度最大(較前測低 11 分左右)，與前測分數相較相有一段差距，其它四次的後測分數皆低於前測分數，也代表該組的自然科成績已不如以往，或者實驗組在自然科的表現較對照組來得突出，使得對照組相對分數降低。

(三)研究者以獨立樣本 t-test(信賴區間 95%)檢驗實驗組與對照組前測與後測的差異，結果顯示實驗組與對照組在前測時，自然科的成績未達顯著差異(p=.591)，代表二組在前測時自然科的實力相當，而從後測的結果顯示，二組在自然科後測(五次段考 t 分數平均)的成績則呈現顯著差異(p=.000)，代表實驗課程拉開二者的差距(表二十、表二十一)，證明實驗組使用趣味實驗教學，達到提升成績的效果。

表二十、實驗組(二忠 1)與對照組(二孝 2)組別統計量

	班級	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
前測	1	30	49.4331	7.0536	1.2878
	2	28	50.6074	9.4105	1.7784
後測	1	30	54.5135	7.3389	1.3399
	2	28	45.0102	8.6798	1.6403

表二十一、實驗組(二忠 1)與對照組(二孝 2)組別統計量

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定						
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間	
									下界	上界
前測	假設變異數相等	4.367	.041	-.540	56	.591	-1.1744	2.1742	-5.5299	3.1811
	不假設變異數相等			-.535	49.952	.595	-1.1744	2.1957	-5.5848	3.2360
後測	假設變異數相等	1.508	.225	4.513	56	.000	9.5033	2.1057	5.2851	13.7215
	不假設變異數相等			4.487	53.058	.000	9.5033	2.1180	5.2552	13.7514

(四)縱觀實驗組與對照組經過一年的實驗，已使實力差異不大的二組，在自然科的表現上越差越遠，亦間接證明趣味實驗課程對於學習成就不佳的學生具有一定的成效，成效能否延續及擴大也端賴課程更加精進與深化。

第三節 學生自然科學學習態度分析

研究者於趣味實驗課程施行之前，針對實驗組進行「科學態度」問卷調查前測，俟本研究趣味實驗課程教學告一段落之後，再針對實驗組進行本研究第二次「科學態度」問卷調查(後測)，以比較學生在施行趣味科學實驗後，科學態度是否有所改變。

本問卷採用宋秀芬(2008)的科學態度量表(信度係數 Cronbach $\alpha=0.9353$)、林栢裕(2010)的科學態度量表(信度係數 Cronbach $\alpha=0.9361$)為問卷基礎，對研究對象進行問卷調查，以「科學態度量表」前測、後測施測結果，加以數據處理分析，以求量化之資料，而獲得主要的研究結果。為求具體數據，採用量化研究為主，質性研究為輔，故並配合教學流程中訪談等資料收集，以作為質性之資料來源，並藉此了解學生科學態度的轉變。

研究者以參與研究之實驗組學生為問卷調查對象，預計發出 30 份問卷(參與本問卷前後測調查的同學係指上、下學期全程參與的學生，中途轉入或轉出者不在本研究範圍內)。問卷題目採 Likert 五等量表，分為五個等距，1~5 分單級計分，1 代表「非常不同意」、2 代表「不同意」、3 代表「普通」、4 代表「同意」、5 代表「非常同意」，將回收完成的問卷依學號別進行分類整理編碼，依分數統計結果，進行描述性統計分析。有效問卷為 30 份，無效問卷為 0 份，回收率 100%。

將實驗組前後測問卷調查的結果，進行獨立樣本 t-test，結果顯示實驗組(二忠)在「科學態度」的表現上，後測的平均分數皆遠比前測來得高，實驗組皆達到顯著差異($p=.000$)如下表所列：

表二十二、實驗組(二忠)科學態度問卷的統計量

前後測		個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
科學態度	1	30	2.8800	.5054	9.228E-02
	2	30	4.1733	.7515	.1372

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定					
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間
科學態度	假設變異數相等	9.495	.003	-7.822	58	.000	-1.2933	.1654	-1.6243 - .9623
	不假設變異數相等			-7.822	50.778	.000	-1.2933	.1654	-1.6253 - .9613

表二十三、「科學態度」問卷調查結果(前測)

題目	非常 認同	認同	沒意見	不認 同	非常不 認同
我覺得上自然課是很有趣的活動	0	10	36.7	53.3	0
如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他	0	20	33.3	40	6.7
我很想將內心的想法實際動手做做看	13.3	13.3	36.7	36.7	0
上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗	0	23.3	33.3	43.3	0
我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學	0	10	53.3	36.7	0
我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現	10	6.7	36.7	46.7	0
我認為學習自然科對自己很有幫助	20	0	53.3	26.7	0
我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事	10	16.7	36.7	36.7	0
我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究自然是有趣的事	10	10	46.7	26.7	6.7
我上自然課時，常會主動舉手發問	0	10	66.7	23.3	0
如果老師要我們觀察某樣東西，我會細心觀察	10	0	60	30	0
我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因，不可能無緣無故發生	0	23.3	43.3	33.3	0
我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件	10	3.3	43.3	43.3	0
我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的	0	0	80	20	0
當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話	0	23.3	56.7	16.7	3.3
我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不會因為別組的答案和我不同，而更改實驗的結果	0	0	86.7	13.3	0
網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它	0	13.3	56.7	26.7	3.3
我認為經過仔細討論、思考後所得到的知識，才是可以讓人相信的	0	0	86.7	13.3	0
只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再去做實驗或是調查。	0	6.7	80	13.3	0
如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師或自己查資料，可以提昇問題解決的能力	0	3.3	73.3	23.3	0

註：表格內數字代表百分比(%)。

本研究為了解實驗組學生在參與趣味科學課程前後，學生對「科學態度」的變化性，乃針對問卷中的相關問題進行分析，研究者發現，學生在未參與趣味科學課程之前，在科學態度上的表現趨向於「沒意見」或「不認同」，各題的平均分數約落在 2~3 分之間，也就是說，學生在參與趣味科學課程之前，學生的科學態度表現不佳，沒意

見者居多，其中有些題目「不認同」者多於「沒意見」者，例如：「我覺得上自然課是很有趣的活動」、「如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他」、「我很想將內心的想法實際動手做做看」、「上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗」、「我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現」、「我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件」，學生覺得上自然科就是上一門與國文、英文、數學無異的學科科目，不會覺得上課「有趣」、更不覺得上自然科需要「動手作」或「觀察現象」（「我很想將內心的想法實際動手做做看」這題呈現 M 型分佈，仍有一群人是「很想要」動手做做看），只要把書背好記牢就可以得到高分，或許學生從小到大學校也沒太多的時間與機會讓學生學習動手作實驗，學生便不會想做或者認為不可能去做實驗，這樣的因素造成學生在科學態度上的表現不會太好。

表二十四、「科學態度」問卷調查結果(後測)

題目	非常 認同	認同	沒意見	不認 同	非常不 認同
我覺得上自然課是很有趣的活動	60	23.3	16.7	0	0
如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他	46.7	23.3	30	0	0
我很想將內心的想法實際動手做做看	53.3	16.7	30	0	0
上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗	53.3	10	36.7	0	0
我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學	43.3	23.3	33.3	0	0
我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現	53.3	26.7	20	0	0
我認為學習自然科對自己很有幫助	53.3	26.7	20	0	0
我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事	50	33.3	16.7	0	0
我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究自然是有趣的事	50	23.3	26.7	0	0
我上自然課時，常會主動舉手發問	33.3	23.3	33.3	6.7	3.3
如果老師要我們觀察某樣東西，我會細心觀察	36.7	30	33.3	0	0
我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因，不可能無緣無故發生	60	16.7	23.3	0	0
我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件	53.3	26.7	20	0	0
我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的	50	30	20	0	0
當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話	36.7	20	43.3	0	0
我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不	50	13.3	33.3	3.3	0

會因為別組的答案和我不同，而更改實驗的結果					
網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它	30	26.7	36.7	6.7	0
我認為經過仔細討論、思考後所得到的知識，才是可以讓人相信的	50	23.3	23.3	3.3	0
只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再去做實驗或是調查。	36.7	26.7	33.3	3.3	0
如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師或自己查資料，可以提昇問題解決的能力	36.7	26.7	33.3	3.3	0

註：表格內數字代表百分比(%)。

實驗組經過一學年參與「趣味科學課程」之後，再進行科學態度的問卷調查，研究者發現，學生在參與趣味科學課程之後，在科學態度上的表現趨向於「認同」或「非常認同」，各題的平均分數約落在 4 分以上，也就是說，學生在參與趣味科學課程之後，學生的科學態度表現遠比前測進步許多，「認同」及「非常認同」者合計皆達到八成以上，「沒意見」者也大幅下降至 30% 以內，僅少數題目「沒意見」者超過 33% 左右，這些題目包括：「上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗」、「我上自然課時，常會主動舉手發問」、「當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話」、「網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它」、「只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再去做實驗或是調查」、「如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師或自己查資料，可以提昇問題解決的能力」，由這些題目表現可以得知，儘管學生表現出樂於學習自然科的科學態度，但「主動求知求真」仍是學生最大的問題所在。

若針對科學態對每一題的平均分數進行分析比對可以發現，第 1、6、7、8、12、13 題後測平均分數皆達到 4.3 分左右，屬於相當高(正向)的分數，題目內容為：「我覺得上自然課是很有趣的活動」、「我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現」、「我認為學習自然科對自己很有幫助」、「我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事」、「我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因，不可能無緣無故發生」、「我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件」等，這些題目的高分皆顯示出，趣味的科學課程已讓學生喜歡上自然科，並將「自然課」與「實驗觀察」做出正向的連結，而扭轉學生原先認知：「自然科與其它科沒甚不同」

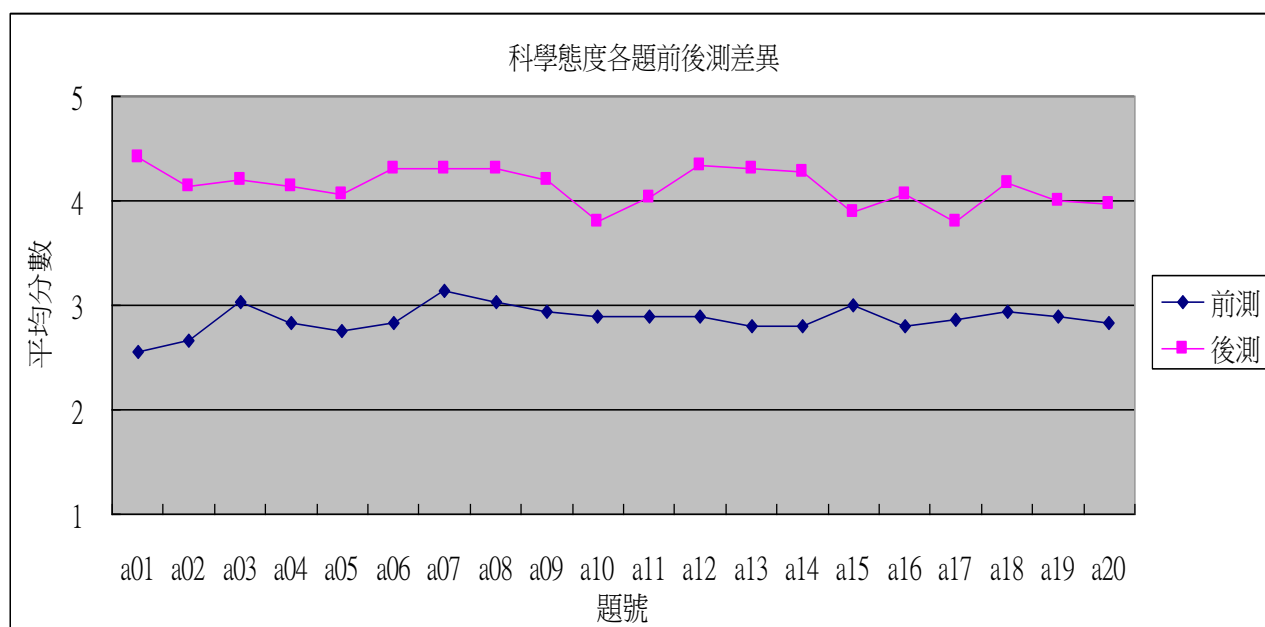
的既有印象。在落差值方面，以第 1 題「我覺得上自然課是很有趣的活動」落差值最大(達 1.86 分)，其次是第 2、6、14 題「如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他」、「我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現」、「我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的」(達 1.48 分)，證明學生已由原先不喜歡自然科到開始接受自然科是門有趣且可動手做的科目，並開始喜歡對自然科學的學問進行研究。

表二十五、「科學態度」各題在前、後測的落差值

題號	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題	第 6 題	第 7 題	第 8 題	第 9 題	第 10 題
前測	2.55	2.66	3.03	2.83	2.76	2.83	3.14	3.03	2.93	2.90
標準差	0.67	0.87	1.02	0.79	0.63	0.95	1.02	0.97	1.01	0.56
後測	4.41	4.14	4.21	4.14	4.07	4.31	4.31	4.31	4.21	3.79
標準差	0.76	0.86	0.88	0.93	0.87	0.79	0.79	0.75	0.84	1.09
落差	1.86	1.48	1.17	1.31	1.31	1.48	1.17	1.28	1.28	0.90
題號	第 11 題	第 12 題	第 13 題	第 14 題	第 15 題	第 16 題	第 17 題	第 18 題	第 19 題	第 20 題
前測	2.90	2.90	2.79	2.79	3.00	2.79	2.86	2.93	2.90	2.83
標準差	0.83	0.75	0.91	0.40	0.73	0.70	0.34	0.44	0.40	0.48
後測	4.03	4.34	4.31	4.28	3.90	4.07	3.79	4.17	4.00	3.97
標準差	0.84	0.84	0.79	0.78	0.89	0.98	0.95	0.91	0.91	0.91
落差	1.14	1.45	1.52	1.48	0.90	1.28	0.93	1.24	1.10	1.14

若觀察後測分數最低的題目，則第 10 題表現最差、前後測的落差值也最小，僅進步 0.9 分，第 10 題「我上自然課時，常會主動舉手發問」顯示出台灣學生不喜歡發問的老毛病，即便再有趣的科目，學生不僅害怕舉手發問，也不知道從何問起，與其說學生不會問問題，倒不如說學生從小並未被教育對自然萬物產生懷疑，都認為課本教的都是真的(或者是理所當然)，久而久之學生就被養成不愛發問的習慣。前後測的落差值次小的題目還有第 17 題「網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它」(進步 0.93 分)、第 15 題「當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕

易相信他的話」(進步 0.9 分)，也驗證研究者前面所述：學生不會對萬物抱持著懷疑的態度，也有沒習慣去檢驗生活中事物是否合理，對課本上的知識只是囫圇吞棗把它記起來，充其量能應用它就很不錯了，更遑論去深入探討，這也是自然科教師在教學上最困難的挑戰。



圖九十六、科學態度各題目在前後測的差異變化

若將本問卷的科學態度分為四個面向，則可細分為「喜歡探索」、「發現樂趣」、「細心切實」、「求真求實」等面向，各面向題目及信度詳如下表所列：

表二十六、科學態度各面向的題號及信度

能力指標	題號	Crombach α
喜歡探索	1-5	0.861
發現樂趣	6-10	0.867
細心切實	11-15	0.721
求真求實	16-20	0.772
合計	20	0.935

研究者將各面向題目進行分類統計，結果如下表所列，數據顯示學生在前測時，各面向的分數皆在 3 分以下，代表學生在前測時的科學態度表現不佳，經過科學實驗教學之後，再進行後測，結果顯示各面向皆達到 4 分以上，代表科學態度已大有進步，從各面來看，「喜歡探索」面向的平均分數最高(4.31 分)、進步的落差值也最大(+1.57

分)，其次「發現樂趣」、「求真求實」二面向低於平均值，其中以「求真求實」在各面向中後測平均分數最低(4.04 分)、進步的落差值也最小(+1.26 分)。

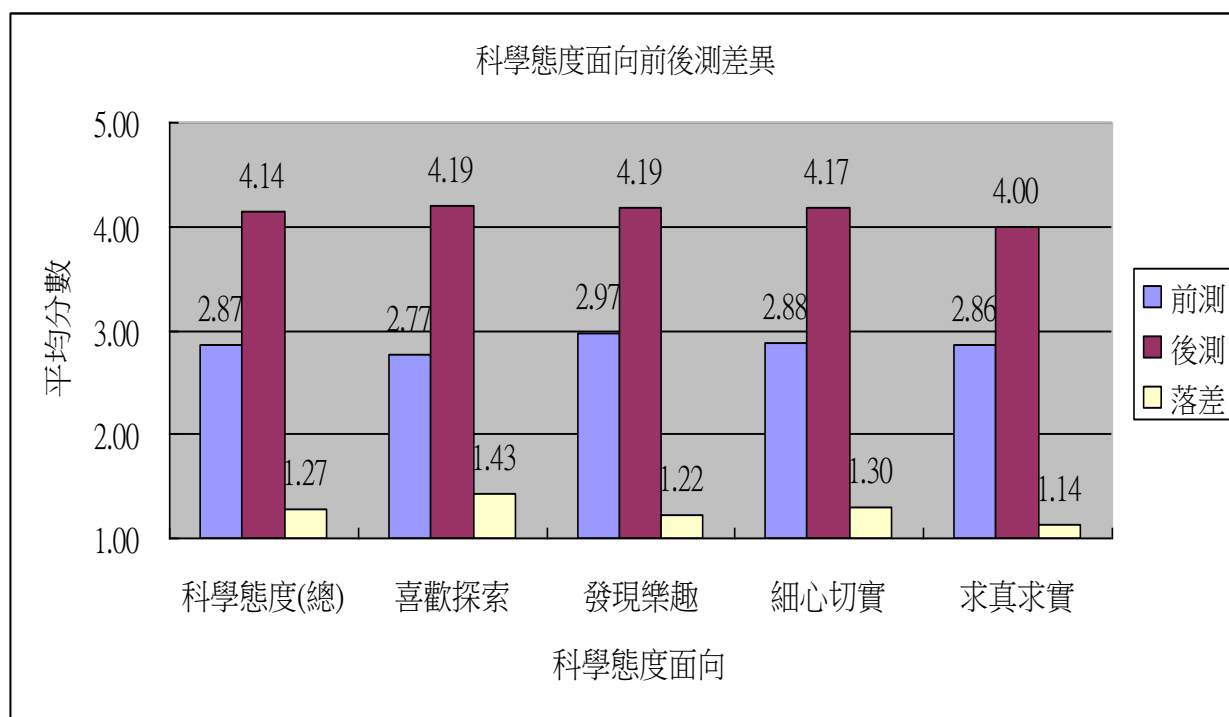
表二十七、科學態度各面向前後測平均分數差異比較

面向	科學態度(總)	喜歡探索	發現樂趣	細心切實	求真求實
前測	2.87	2.77	2.97	2.88	2.86
標準差	0.50	0.64	0.69	0.53	0.38
後測	4.14	4.19	4.19	4.17	4.00
標準差	0.74	0.78	0.78	0.75	0.83
落差	1.27	1.43	1.22	1.30	1.14

探究其原因，研究者認為趣味科學課程的確可以提升學生對科學探索的喜愛程度，但「喜愛探索」與「認真研究」是二回事，舉例來說，本研究中「全能估量王」的實驗，是讓學生以趣味遊戲讀方式學會操作天平，以二個固定的砝碼，想辦法量出不同重量的黏土塊，學生對本實驗都感到相當有興趣，每組也都量出指定的黏土重量，不過量測方法卻只有少數一二種，當老師要求同學試著寫出更多的方法時，學生卻感到興趣缺缺，並認為能解出一種方法就好了，幹麻要多餘想出其它方法？當然，這個實驗初步的目的已達到(讓學生熟悉天平的使用方法)，但更深層的學習意義卻引不起學生的學習動力，這也是我們學生在問卷表現出來的況狀，「探索」與「樂趣」容易達成，但「求真求實」的態度與想法卻相當欠缺，筆者認為這是「無動力世代」的通病，現在的學生喜歡簡單而直接的學習，一但學習遇到超過自己預期的困難便會立刻退縮、甚至放棄，更遑論去挑戰困難，久而久之，學生的學習內容就會越來越簡單，老師也不敢出太困難的題目，怕學生好不容易建立起來的學習信心與樂趣一下子又被摧毀殆盡，教學者與學習者的惡性循環就此展開，終難以培養一位勇於探究真相與真理的學生。

倘若研究場域是都會型學校或許可以透過各種方法或手段，使學生增進其「求真求實」的態度及能力，但是研究者所處的學校又為偏遠小校，學生本來對學科的興趣就不大，特別是數理科，加上計算與邏輯能力又差，學生即使能透過趣味實驗對科學產生興趣，成績也獲得提昇，但在實質面上的「追根究底」態度，卻很難在一時間改

變，除了上述原因(學生挫折容忍力低)之外，因學生學科素質不佳，故遇到問題沒有解決的能力(包括計算、閱讀、推理等能力)，還有學生長期以來養成不良的學習習慣(包括：學習以考試範圍取向、片段學習、不愛整理筆記、不愛思考與探索、速食學習等)，都使得科學教育無法深化學生的研究能力，甚為可惜，不過從另一個角度看，偏鄉的教育本來就有一定的難度，學生素質也不如都會區，倘若目標設定只是要讓學生喜歡上科學、學會如何動手做實驗、學會探索的樂趣，不會排斥這門學科，相信我們已達到此目標，至於能不能培養出有研究能力的學生(能培養最好，但研究力的深度仍然有限)，對偏鄉來說便不是當務之急。



圖九十七、科學態度各面向前後測平均分數差異比較

研究者除了針對實驗組的科學態度進行調查之外，還針對實驗組進行「學習態度」及「學習自信」的前後測調查，「學習態度」共八題、「學習自信」共十題，調查結果統計如下，將實驗組前後測問卷調查的結果，進行獨立樣本 t-test，結果顯示實驗組(二忠)在「學習態度」的表現上，後測的平均分數皆遠比前測來得高，實驗組達到顯著差異($p=.000$)如下表所列：

表二十八、實驗組(二忠)學習態度問卷的統計量

	前後測	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
學習態度	1	30	2.8500	.2801	5.114E-02
	2	30	4.1233	.7210	.1316

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定					
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異	差異的 95% 信賴區間
學習態度	假設變異數相等	41.815	.000	-9.017	58	.000	-1.2733	.1412	-1.5560 - .9907
	不假設變異數相等			-9.017	37.559	.000	-1.2733	.1412	-1.5593 - .9874

表二十九、學習態度問卷調查結果(前測)

題目	非常認同	認同	沒意見	不認同	非常不認同
我能自動自發學習自然科	0	0	90	10	0
我在上自然課時能專心聽講	0	13.3	73.3	10	3.3
我喜歡和同學討論自然科的內容	0	0	73.3	23.3	3.3
我喜歡解決自然科的難題	0	0	73.3	26.7	0
我喜歡和同學一起作實驗	0	3.3	86.7	10	0
我喜歡參各項自然科學活動	0	3.3	73.3	23.3	0
我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力	0	6.7	73.3	16.7	3.3
我認為自然課程能訓練自己動手做的能力	0	10	73.3	10	6.7

註：表格內數字代表百分比(%)。

本研究為了解實驗組學生在參與趣味科學課程前後，學生對「學習態度」的變化性，乃針對問卷中的相關問題進行分析，研究者發現，學生在未參與趣味科學課程之前，在學習態度上的表現趨向於「沒意見」或「不認同」，各題的平均分數約落在 2~3 分之間，也就是說，學生在參與趣味科學課程之前，學生的學習態度表現不佳，沒意見者居多，「沒意見」者高達 73% 以上，其中「我能自動自發學習自然科」(90%)、「我喜歡和同學一起作實驗」(86.7%) 更高達 85% 以上，足見學生對學習的漠視，此外，「不認同」及「非常不認同」總和高的題目包括：「我喜歡和同學討論自然科的內容」(26.6%)、「我喜歡解決自然科的難題」(26.7%)、「我喜歡參各項自然科學活動」(23.3%)、「我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力」(23%)、「我認為自然課程能訓練自己動手做的能力」(16.7%)，都有皆近二成的學生表示不喜歡討論和解決自然科

的問題，也不喜歡參與自然科的活動，更不覺得學自然科可以培養自己的思考能力，由前測問卷結果得知，學生認為自然科並不有趣(甚至覺得無聊)，也不想多花時間深入學習，這樣的學習態度必然造成學生對該科的不滿與不耐煩，間接影響學生往後的學習意願。

表三十一、學習態度問卷調查結果(後測)

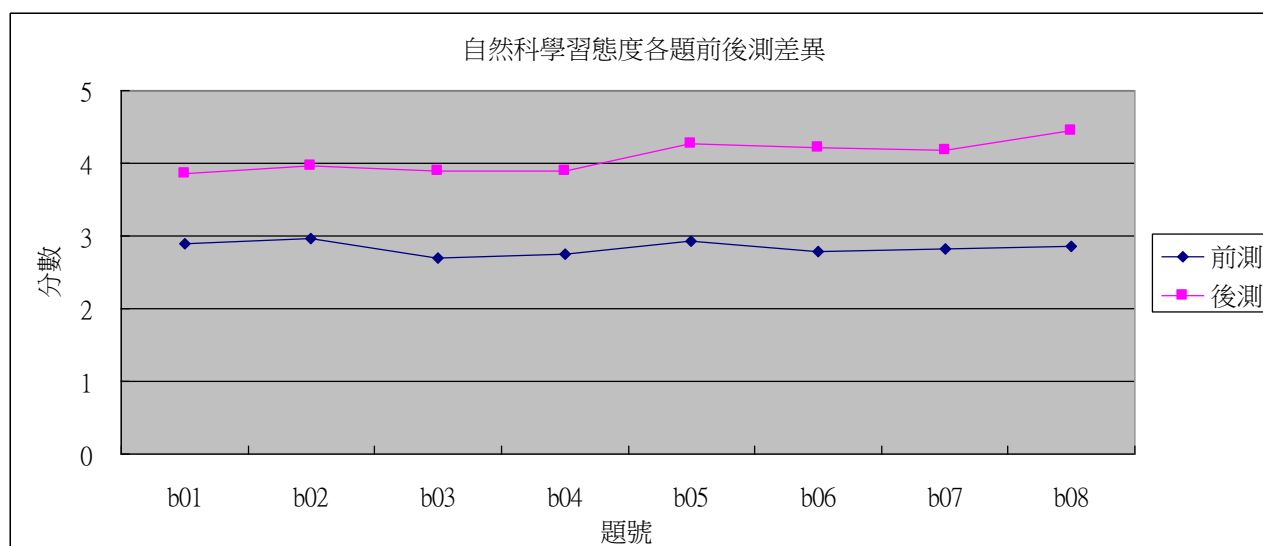
題目	非常 認同	認同	沒意 見	不認 同	非常不 認同
我能自動自發學習自然科	36.7	16.7	46.7	0	0
我在上自然課時能專心聽講	43.3	16.7	36.7	3.3	0
我喜歡和同學討論自然科的內容	40	13.3	46.7	0	0
我喜歡解決自然科的難題	40	13.3	46.7	0	0
我喜歡和同學一起作實驗	56.7	16.7	26.7	0	0
我喜歡參各項自然科學活動	53.3	20	23.3	3.3	0
我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力	46.7	26.7	23.3	3.3	0
我認為自然課程能訓練自己動手做的能力	53.3	40	3.3	3.3	0

註：表格內數字代表百分比(%)。

實驗組經過一學年參與「趣味科學課程」之後，再進行學習態度的問卷調查，研究者發現，學生在參與趣味科學課程之後，在學習態度上的表現趨向於「認同」或「非常認同」，各題的平均分數約落在4分以上，也就是說，學生在參與趣味科學課程之後，學生的學習態度較前測進步，「認同」及「非常認同」者合計皆達到五成以上，「沒意見」者也大幅下降至40%以內，其中以「我喜歡和同學一起作實驗」(73.4%)、「我喜歡參各項自然科學活動」(73.3%)、「我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力」(73.4%)、「我認為自然課程能訓練自己動手做的能力」(93.3%)等題目表現最佳，證明實驗課能讓學生訓練動手作的能力，其中實作的課程更讓學生認為實驗課有助於提升本身思考及創造的能力，儘管學生表現出樂於學習自然科的學習態度，但在「我能自動自發學習自然科」、「我喜歡解決自然科的難題」、「我喜歡和同學討論自然科的內容」的題目中，僅53.4%的學生表示認同，代表半數的學生仍缺乏自動自發學習、與同學合作解決問題的習慣，這將是學生學習上的隱憂。

表三十二、「學習態度」各題在前、後測的落差值

題號	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題	第 6 題	第 7 題	第 8 題
前測	2.90	2.97	2.69	2.76	2.93	2.79	2.83	2.86
標準差	0.30	0.60	0.53	0.44	0.36	0.48	0.58	0.67
後測	3.86	3.97	3.90	3.90	4.28	4.21	4.17	4.45
標準差	0.91	0.97	0.93	0.93	0.86	0.92	0.90	0.72
落差	0.97	1.00	1.21	1.14	1.34	1.41	1.34	1.59



圖九十八、自然科「學習態度」各題前後測的差異變化

若針對學習態度每一題的平均分數進行分析比對可以發現，第 5、6、7、8 題後測平均分數皆達到 4.0 分左右，屬於相當高(正向)的分數，題目內容為：我喜歡和同學一起作實驗、我喜歡參各項自然科學活動、我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力、我認為自然課程能訓練自己動手做的能力等，這些題目的高分皆顯示出，學生喜歡學校安排的實驗程，而且認為自然課可以訓練學生思考及創作的的能力。在落差值方面，以第 8 題「我認為自然課程能訓練自己動手做的能力」落差值最大(達 1.5 分以上)，證明學生認為學習自然科可從動手作實驗中培養獨立思考能力。

若觀察後測分數最低的題目，則第 1 題表現最差(3.86 分)、前後測的落差值也最小，僅進步 0.97 分，第 1 題「我能自動自發學習自然科」顯示出台灣學生沒有主動學習學科知識的習慣，這當然包括自然科及其它科目，應該說不愛主動學習是大部份國中學生的毛病，或許是台灣教育從小就使用填鴨式的教育模式，致使學生認為學習的目的是為了家人、為了盡義務而已，沒把學習當成自己的事，一但沒人去要求，必然不會主動去求知，故問卷中的第 1 題分數才會偏低，這也反映出我們學生對於上學求

知的「無感」。

若我們將問卷中「學習自信」面向進行分析，實驗組前後測問卷調查的結果，進行獨立樣本 t-test，結果顯示實驗組(二忠)在「學習自信」的表現上，後測的平均分數皆遠比前測來得高，二實驗組皆達到顯著差異($p=.000$ 及 $p=.000$)，證明趣味實驗課程可以提高學生的學習興趣，檢定結果如下表所列：

表三十四、實驗組(二忠)學習自信問卷的統計量

前後測	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
學習自信 1	30	2.8233	.3070	5.605E-02
2	30	4.4767	.7079	.1292

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定						差異的 95% 信賴區間	
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性(雙尾)	平均差異	標準誤差異		下界	上界
學習自信	假設變異數相等	20.839	.000	-11.736	58	.000	-1.6533	.1409		-1.9353	-1.3713
	不假設變異數相等			-11.736	39.537	.000	-1.6533	.1409		-1.9382	-1.3685

表三十六、學習自信問卷調查結果(前測)

題目	非常認同	認同	沒意見	不認同	非常不認同
上自然課時，我能不緊張回答老師問題	0	0	90	10	0
上自然課時，我覺得能與其它同學合作	0	13.3	73.3	10	3.3
對於自然科問題，我能充份思考並解題	0	0	73.3	23.3	3.3
對於自然科學的活動，我能參與樂在其中	0	0	73.3	26.7	0
我能以愉快的心情來面對實驗課程	0	3.3	86.7	10	0
當我遇到不會的單元，我會努力把它學會	0	0	73.3	23.3	3.3
我看到同學學習成功，會使我更努力去學習	0	0	73.3	26.7	0
同學與老師對我的鼓勵，會讓我更努力學習	0	3.3	86.7	10	0
我認為只要不斷地努力，對學業一定會有幫助	0	3.3	73.3	23.3	0
透過實驗小組的協助，可以讓大家課業一起提升	0	6.7	73.3	16.7	3.3

註：表格內數字代表百分比(%)。

本研究為了解實驗組學生在參與趣味科學課程前後，學生對「學習自信」的變化性，乃針對問卷中的相關問題進行分析，研究者發現，學生在未參與趣味科學課程之

前，在學習自信上的表現趨向於「沒意見」或「不認同」，各題的平均分數約落在 2~3 分之間，也就是說，學生在參與趣味科學課程之前，學生的學習自信是不足的，沒意見者居多，「沒意見」者多達 70%以上，其中「上自然課時，我能不緊張回答老師問題」(90%)、「我能以愉快的心情來面對實驗課程」(86.7%)、「同學與老師對我的鼓勵，會讓我更努力學習」(86.7%)更高達 85%以上，可觀察到二個現象：(一)學生對回答老師這件事來說，保持著觀望的態度，就訪談得知老師平常不太問問題，就算老師問問題也都「自問自答」，沒空等學生表達意見就急著公佈答案，就算學生沒回答也不會怎樣，故學生呈現「沒意見」的態度。(二)學生對「實驗課程」早已放棄，許多的自然科老師根本不做實驗或者說實驗本身並無法引起學生的興趣此外，「不認同」及「非常不認同」的比例也相當高，其總和高的題目包括：「對於自然科問題，我能充份思考並解題」(26.7%)、「對於自然科學的活動，我能參與樂在其中」(26.7%)、「當我遇到不會的單元，我會努力把它學會」(26.7%)、「我看到同學學習成功，會使我更努力去學習」(26.7%)，都有皆近三成的學生表示不期待在自然科上努力，也覺得努力並不會得到效果，此外，偏鄉學生對解題並不感興趣，一來是本身的基礎能力無法解題，二來學生無心參與解題，更不想要思考問題的價值，只想要直接得到答案即可，故由前測問卷結果得知，學生對自己學習自然科並無特殊感，也對學習自然科並不樂觀，學習的自信心顯然不足。

表三十七、學習自信問卷調查結果(後測)

題目	非常 認同	認同	沒意 見	不認 同	非常不 認同
上自然課時，我能不緊張回答老師問題	53.3	16.7	23.3	3.3	3.3
上自然課時，我覺得能與其它同學合作	63.3	20	16.7	0	0
對於自然科問題，我能充份思考並解題	66.7	13.3	20	0	0
對於自然科學的活動，我能參與樂在其中	70	16.7	13.3	0	0
我能以愉快的心情來面對實驗課程	70	13.3	16.7	0	0
當我遇到不會的單元，我會努力把它學會	63.3	23.3	13.3	0	0
我看到同學學習成功，會使我更努力去學習	70	13.3	16.7	0	0
同學與老師對我的鼓勵，會讓我更努力學習	66.7	20	13.3	0	0

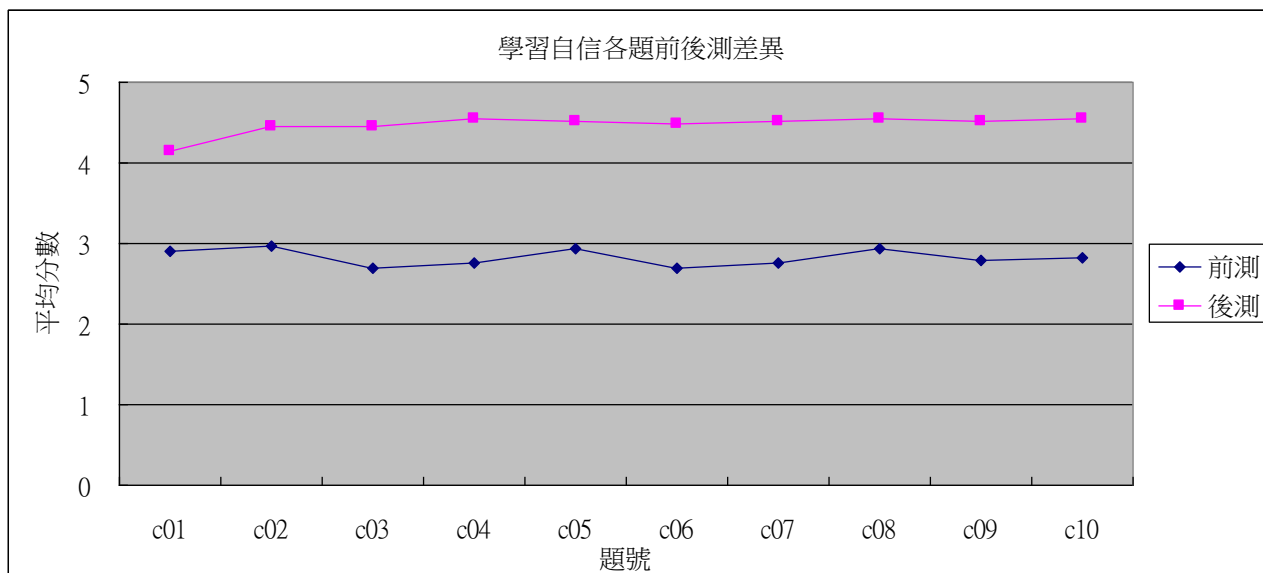
我認為只要不斷地努力，對學業一定會有幫助	63.3	23.3	13.3	0	0
透過實驗小組的協助，可以讓大家課業一起提升	66.7	20	13.3	0	0

註：表格內數字代表百分比(%)。

實驗組經過一學年參與「趣味科學課程」之後，再進行學習自信的問卷調查，研究者發現，學生在參與趣味科學課程之後，在學習信心上的表現趨向於「認同」或「非常認同」，各題的平均分數約落在4分以上，也就是說，學生在參與趣味科學課程之後，學生的學習態度較前測進步，「認同」及「非常認同」者合計皆達到八成以上(最高達到86.7%)，「沒意見」者也大幅下降至13%以內，其中以「對於自然科學的活動，我能參與樂在其中」(86.7%)、「透過實驗小組的協助，可以讓大家課業一起提升」(86.7%)題目表現最佳，證明實驗課讓學生期待上自然課且樂在其中，並讓學生培養互助合作的能力，學會與其它同學分工完成一項任務(實驗)，故趣味實驗課有助於提升學生團體運作能力。儘管學生在學習自然科的自信上有所提昇，但在「上自然課時，我能不緊張回答老師問題」的題目中，僅70%的學生表示認同，代表仍有部份的學生缺乏回答問題的自信心，偏鄉學生表達能力畢竟不如都會區，想要在短時間改變學生論述的能力，確實有很高的難度。

表三十八、「學習自信」各題在前、後測的落差值

題號	第1題	第2題	第3題	第4題	第5題	第6題	第7題	第8題	第9題	第10題
前測	2.90	2.97	2.69	2.76	2.93	2.69	2.76	2.93	2.79	2.83
標準差	0.30	0.60	0.53	0.44	0.36	0.53	0.44	0.36	0.48	0.58
後測	4.14	4.45	4.45	4.55	4.52	4.48	4.52	4.55	4.52	4.55
標準差	1.09	0.76	0.81	0.72	0.76	0.72	0.76	0.72	0.72	0.72
落差	1.24	1.48	1.76	1.79	1.59	1.79	1.76	1.62	1.72	1.72



圖九十九、自然科「學習自信」各題前後測的差異變化

若針對學習自信每一題的平均分數進行分析比對可以發現，第 4、8、10 題後測平均分數皆達到 4.55 分左右，屬於相當高(正向)的分數，題目內容為：「對於自然科學的活動，我能參與樂在其中」、「同學與老師對我的鼓勵，會讓我更努力學習」、「透過實驗小組的協助，可以讓大家課業一起提升」等，這些題目的高分皆顯示出，學生喜歡(期待)上自然科的實驗課程，並樂於和同學一起做實驗，而且認為自然課可以培養學生互助合作的精神。在落差值方面，以第 4、6 題「對於自然科學的活動，我能參與樂在其中」、「當我遇到不會的單元，我會努力把它學會」落差值最大(達 1.79 分)，證明學生從前測原本不喜歡或不期待上自然課，轉變為後測時呈現愛上自然課，並且能夠享受上課的過程，趣味實驗課程是影響轉變中最大的關鍵點。

若觀察後測分數最低的題目，則第 1 題表現最差(4.14 分)、前後測的落差值也最小，僅進步 1.24 分，第 1 題「上自然課時，我能不緊張回答老師問題」的結果顯示出偏鄉學生與教師的應答不如都會地區訓練有素，學生常常聽不懂問題或者回答內容空泛、辭不達意，最大的問題可能在於學生語文能力不足(與閱讀量太少有關)或者對於回應問題的背景常識薄弱(老師問的問題通常是基本常識或與課程有關之內容)有關，這與前段的論述結果相符，故問卷中的第 1 題分數偏低，也反映出偏鄉學生對於在語言的表達上仍有加強的空間。

偏鄉學生語言表達能力訓練不足，詞不達意，邏輯思考能力差，很難將一件事做有系統的分析，更遑論將問題做條列式的呈現與探討，想要改善這樣的問題，並非參加一年的趣味科學活動可以解決的，就如同研究者前面的論述，加強閱讀，強化基礎能力，方為長期解決之道。或許趣味實驗課程可以增強學生學習科學的態度與自信心，讓學生對科學有不一樣的想法，引導學生發展無限的夢想與創造力，但畢竟偏鄉學生長期學科基礎能力不足，加上課程時間有限(每科的老師都有課程及考試的壓力)，想要讓學生的學習態度與自信更加強化，唯有長時間的深化、普及科學課程，才能將「改變」的力量永續地發展下去。

伍、結論與建議

本研究主要目的在於設計趣味科學實驗課程，融入於理化課程的教學之中，進而提昇學生的學習成效與科學態度。研究者首先分析理化課程中可進行那些科學實驗，而這些科學實驗如何增加趣味化、競賽化，且如何融入現行的理化課程之中。挑選可實施的理化單元後，再進行實驗的設計與改良，並運用於課程教學之中，以達到教學的目標，最後研究者再透過課程問卷的方式探討學生對自然科科學態度、學習態度、學習自信是否有所提昇，最後根據資料作出歸納分析以做為後續趣味科學課程改良的依據。

研究結果顯示，本研究所採行的教學策略：趣味科學實驗課程融入教學之中，對於本校的實驗組學生學習自然科的成績有顯著的提昇，此外，實驗組學生所表現的科學度、學習態度與學習自信都呈現正向良好的方面發展，而參與研究的實驗組學生經過一年的改變則對上自然科充滿了期待及興趣，並表示參與活動後能夠提昇對自然科的成績與學習信心。故整體而言，本研究的教學策略對學生的學習態度影響仍趨於正向的，但在實施的過程中仍遇到許多困境亟待克服，研究者針對問題點提出幾點看法幾建議，以作為其它教師教學之參考：

(一)趣味實驗教材的研發，除了取材於坊間的趣味實驗書籍、輔導團資料、科教月刊、科學研究計畫等，還須要考慮到實驗對偏鄉學生的適合度，大多要靠研究者重新改編或自行設計，加上許多實驗仍需要筆者一再的測試以確保實驗能夠成功，故花費時間甚巨，經過三年努力，終於在今年完成開發，儘管實驗還有許多未盡之處，倘若將來還要繼續研發，勢必要與其它教師合作才能縮短研究時程。

(二)偏遠國中學生原本就對學科的學習低落，許多偏鄉學校發展的重心本來就不在學科的成就上，大多以學生的天賦技能為發展重點項目，想要強化學生學科能力的計畫或研究無異是吃力不討好，即使計畫稍有成效，若不能持續推動，今時的成果恐怕只是曇花一現，故偏鄉小校的發展仍有賴政府及有心的教師通力合作，方能翻轉學生的未來。

(三)偏遠地區學生的基礎能力不佳、閱讀量不足、家庭背景又多為弱勢族群，想要

在短時間內讓學生的成績獲得提昇有相當大的困難，本研究能使實驗組學生成績獲得進步，實屬幸運，更證明趣味實驗的確是有效的教學，若要讓偏鄉學生獲得一輩子受用的能力，仍須長期的投入研究與發展課程，並強化其它科目的基礎能力(特別是閱讀)，才能深化學生的科學內涵。

(四)研究者在研究的過程中，雖然強調趣味實驗教學的重要性，但對於學生的成績仍有一定的關注，並非只要實驗課程就拋棄了傳統教學，我們希望學生在學習自然科能用一種輕鬆又愉快的心情去對待它，最重要的是培養學生的好奇心及探索未知的能力，當學生對學習有信心及興趣時，就能達到學生自我設定的目標，至於最後成績好壞與否便不是那麼重要，誠如台大教授葉丙成所說：「老師的價值不只是講課，而是啟動每位學生的學習動機」，唯有強烈信念的教師才能帶給學生翻轉的希望。

參考文獻

- 方金祥(1996)。可回收低污染化學實驗器具組合。**化學**，54(2)，19-26。
- 方金祥(1997)。減量減廢低污染簡易化學實驗之設計研究—簡易安全氧氣製備裝置。**化學**，55(1)，51-55。
- 方金祥(2002)。化學教學資源：微型化學實驗教學之理論與實務。台北：國立編譯館。
- 宋秀芬(2008)。趣味科學活動對國中生科學態度與對科學的態度之研究。國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文，臺北市。
- 沈永嘉譯(2000)。有趣的科學實驗 100。台北縣：世茂出版社。
- 林堂麗(2003)。科學遊戲融入自然與生活科技課程之行動研究。國立台中師範學院自然科學教育研究所碩士論文。
- 邱博文(2010)。物體在任意夾角 θ 的兩平面鏡之間會成幾個像。**科學教育月刊**，335，2-20。
- 施雯黛譯(2001)。77 個簡易好玩的科學魔術。台北市：方智出版社。
- 張淑慧(2003)。科學玩具遊戲教學之成效研究。臺北市立教育大學科學教育研究所碩士論文，臺北市。
- 張惠博(1993)。邁向科學探究的實驗教學。**教師天地**，62，12-20。
- 許良榮(2004)。從科學遊戲到科學教學。**國教輔導**，44(2)，6-11。
- 許良榮(2009)。科學遊戲。**科學教育月刊**，316，43-48。
- 許榮富、趙金祁(1988)。科學實驗在科學教育的本質之分析研究。國科會報告 NSC77-0111-S-003-23。
- 郭騰元(2000)。創意的科學玩具。台北市：牛頓開發有限公司。
- 陳忠照(2003)。科學遊戲創意教學：致勝鮮師 VS 至聖先師。臺北市：心理。
- 陳美玉(1997)。超越疏離的師生關係—做一個有能力了解學生的專業教師。**教學輔導季刊**，3，35-47。
- 陳惠芬(2000)。「科學趣味實驗」引入國小教學活動成效研究---以水火箭之學習環模組為例。國立台中師範學院自然科學教育研究所碩士論文。台中市。

- 游詩蒂(2001)。兒童創造性問題解決歷程及影響因素之研究－以科學創意競賽活動為例。臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文。
- 黃瑞琴(1997)。質的教育研究方法。台北：心理出版社。
- 黃鴻博(2000)。臺灣中部地區國小學生科學創意競賽活動。行政院國科會八十九年度專題研究計劃成果報告。台中市：國立台中教育大學科教中心。
- 葉富源(2003)。教學演示用肥皂泡、肥皂膜的製作研究。國立高師範大學物理系碩士論文，高雄市。
- 鄧文華譯(1995)。孩子的第一本科學書。台北市：及幼文化出版。
- 蕭次融(1993)。從環保意識談高中化學實驗的設計。科學教育，164，38-40。
- 蕭次融、羅芳晁、房漢彬、施建輝(2000)。動手玩科學。台北：遠哲科學教育基金會。
- 魏蘊聰(1993)。國中化學實驗廢棄物的回收或處理方法之研究。國科會報告 NSC82-0111-S-003-006-Z。
- 魏蘊聰(1994)。國中化學實驗廢棄物的回收或處理方法之研究(II)。國科會報告 NSC83-0111-S-003-014-Z。
- 羅時成(2002)。綠色導向之高中以下化學實驗課程改進。國科會報告， NSC89-2511-S-005-006-X3。
- Coble, C. R. & Hounshell, P. B. (1982). Teacher-made science games. *American Biology Teacher*, 44(5), 270-277.
- Coker, D. R. & White, J. (1993). Selecting and applying learning Theory to classroom teaching strategie. *Education* , 114(1), 77-80.
- Trollinger, I. R. (1977). *A study of the use of simulation games as a teaching technique with varying achievement groups in a high school biology classroom*. Unpublished doctoral dissertation. Chapel Hill: The University of North Carolina.

一〇三學年度苗栗縣立大湖國民中學
中小學科學教育計畫

趣味科學實驗及活動集錦



主辦單位：教育部

承辦單位：苗栗縣立大湖國民中學

民 國 一 〇 四 年 七 月 三 十 日

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—全能估量王



學生將黏土秤重



找出黏土的重量



黏土與 50 克的砝碼平衡



將黏土均分成二塊(各 25 克)



學生認真討論方法



學生仔細測量

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—空氣砲滅燭 & 共振高腳杯



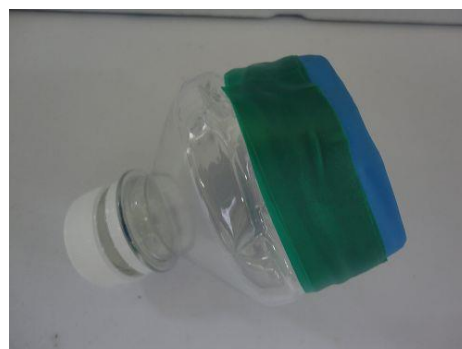
玻璃杯音階



用手發出共振



我也來試看看



保特瓶空氣砲



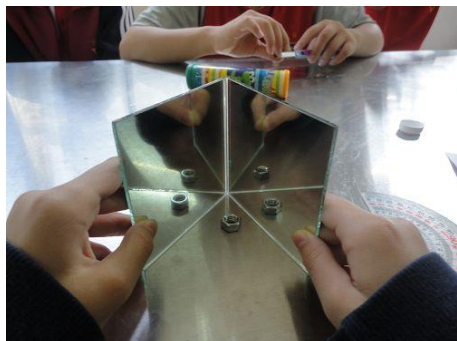
不要對我發砲



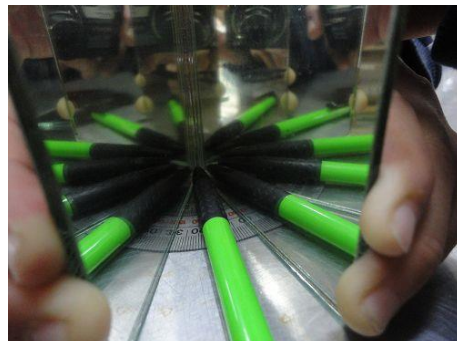
一次能滅幾個蠟燭

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—鏡子多角度實驗 & 潛望鏡



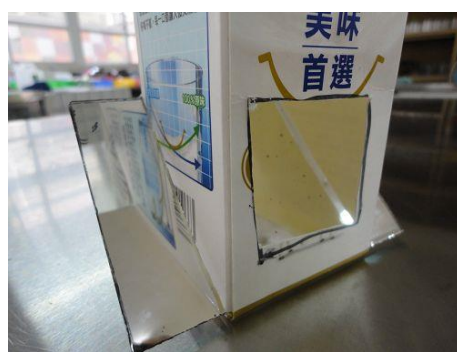
60 度角鏡子成像



30 度角鏡子成像



三面鏡成像



裝設潛望鏡的下鏡



裝設潛望鏡的上鏡



觀察潛望鏡的成像

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

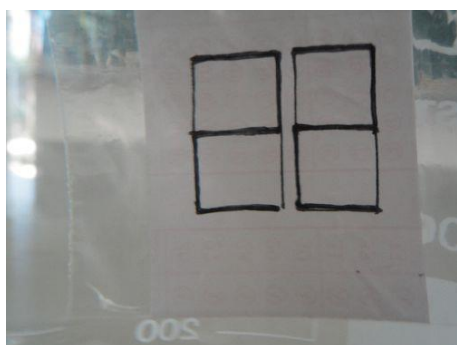
—折射實驗組



折射前的圖像



折射後的數字



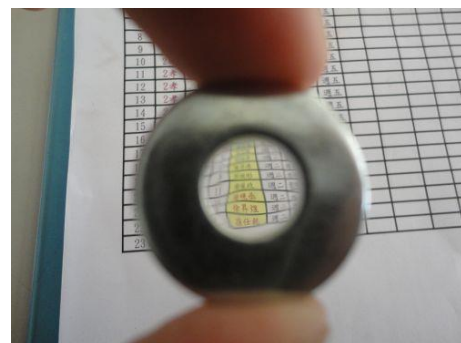
折射前的數字



折射後的數字



水珠凸透鏡



水珠凹透鏡

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—走馬燈



頂開式走馬燈設計



頂開式走馬燈裝置



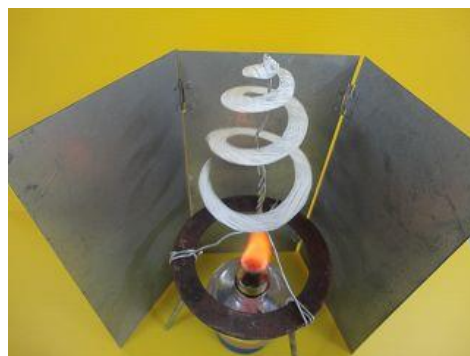
側開式走馬燈設計



側開式走馬燈裝置



環香式走馬燈設計



環香式走馬燈裝置

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—石板烤肉



走路到溪邊檢石頭



學生認真挑選石頭



以熱水及醋酸殺菌



進行石頭加熱



將肉片放到石頭上烤



學生開始享用

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—碘液變色實驗



學生利用維它命C塗鴉



學生利用氫氧化鈉溶液塗鴉



學生展示實驗成果



碘液變色成果(一)



碘液變色成果(二)



碘液變色成果(三)

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—酸鹼大考驗



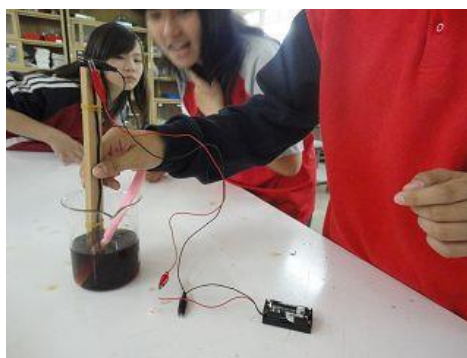
學生以導電度檢驗是否為電解質



學生檢驗硫酸銅的導電性



學生認真進行實驗



學生檢驗未知液體的導電度



學生確認未知液體為汽水

	一	二	三	四	五	六
A	碳酸	碳酸	碳酸	碳酸	碳酸	碳酸
B	鹽	鹽	鹽	鹽	鹽	鹽
C	鹼	鹼	鹼	鹼	鹼	鹼
D	醋	醋	醋	醋	醋	醋
E	酒精	酒精	酒精	酒精	酒精	酒精
F	汽水	汽水	汽水	汽水	汽水	汽水
G	酸	酸	酸	酸	酸	酸

各組學生將結果寫在黑板上

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

— 凸糖



觀察小蘇打粉遇熱的情況



加熱融化紅糖



紅糖變黏稠狀



小蘇打粉加入糖液中



凸糖製作完成



倒蓋取出凸糖

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—手工肥皂



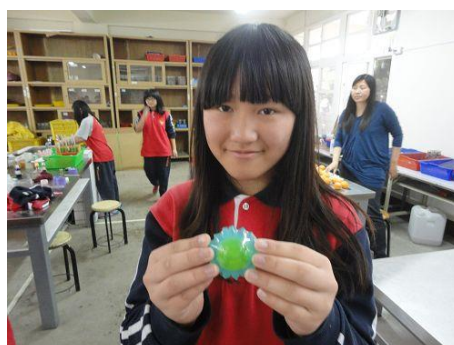
學生討論肥皂製作流程



學生快樂地進行實作



學生將皂液灌模



學生展示個人成果



學生成品展示—向日葵肥皂



學生成品展示—玫瑰造型肥皂

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—電土炮



竹筒炮架設



竹筒炮發射



改良版鐵罐炮



改良版塑膠筒炮



學生前往山上鋸竹



學生在竹子上打洞

苗栗縣大湖國民中學趣味科學實驗及活動集錦

—大氣壓力實驗組



保利綸大力士



報紙大力士



吸管大力士



書本大力士



試管大力士實驗



水瓶呼吸實驗

附件一：

苗栗縣立大湖國民中學「趣味科學實驗課程」學生問卷

各位同學你好：

本份問卷的目的是為了解你參與「趣味科學實驗課程」前後的對自然科的科學態度，對於本身的學習態度與學習自信是否提昇，所以本份問卷沒有標準答案，請依照個人想法誠實填答。

一、科學態度調查

題目	非常認同	認同	沒意見	不認同	非常不認同
我覺得上自然課是很有趣的活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
如果我發現一個奇怪的現象，我會很想去研究他	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我很想將內心的想法實際動手做做看	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
上自然課時，我喜歡自己動手實際操作實驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我上自然課時，我有不懂得地方就會問老師或同學	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我相信自然科的探討活動，可以幫助我獲得新發現	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為學習自然科對自己很有幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我相信自然科可以讓我獲得新知識，讓我有信心去處理日常生活的事	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我能從探討自然現象中獲得知識，這讓我覺得研究自然是有趣的事	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我上自然課時，常會主動舉手發問	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
如果老師要我們觀察某樣東西，我會細心觀察	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為自然界各種現象的產生都有它一定的原因，不可能無緣無故發生	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我覺得觀察自然現象，是學好自然科的必備條件	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為做實驗就是要細心、不馬虎，得到的實驗結果才是正確的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
當同學跟我說實驗做不出來時，我會自己去試試看，而不會輕易相信他的話	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我做實驗紀錄時，會確實將實驗結果紀錄下來，不會因為別組的答案和我不同，而更改實驗的結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
網路上流傳說某個謠言，我會透過實驗去證實它	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為經過仔細討論、思考後所得到的知識，才是可以讓人相信的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
只要是書上寫的知識，就應該抱持懷疑的態度，我應該再去做實驗或是調查。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
如果在上課時有不懂得地方，我認為想辦法問老師或自己查資料，可以提昇問題解決的能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

二、學習態度與學習自信問卷調查

題目	非常認同	認同	沒意見	不認同	非常不認同
我能自動自發學習自然科	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我在上自然課時能專心聽講	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡和同學討論自然科的內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡解決自然科的難題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡和同學一起作實驗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我喜歡參各項自然科學活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為自然課程能培養自己獨立思考的能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我認為自然課程能訓練自己動手做的能力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
上自然課時，我能不緊張回答老師問題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
上自然課時，我能融入老師的教學之中	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
上自然課時，我覺得能與其它同學合作	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
我會期待上自然課	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
對於自然科問題，我能充份思考並解題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
對於自然科討論，我能充份發表想法	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
對於自然科學的活動，我能參與樂在其中	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

題型一：

能力指標	題號	Crombach α
喜歡探索	1-5	0.861
發現樂趣	6-10	0.867
細心切實	11-15	0.721
求真求實	16-20	0.772
合計	20	0.935

題型二：

能力指標	題號	Crombach α
學習態度	1-8	0.875
學習自信	9-15	0.896
合計	15	0.943