
趣味科學實驗融入國中理化課程

楊明獻

苗栗縣立大湖國民中學

壹、前言

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。

貳、科學實驗設計之探討

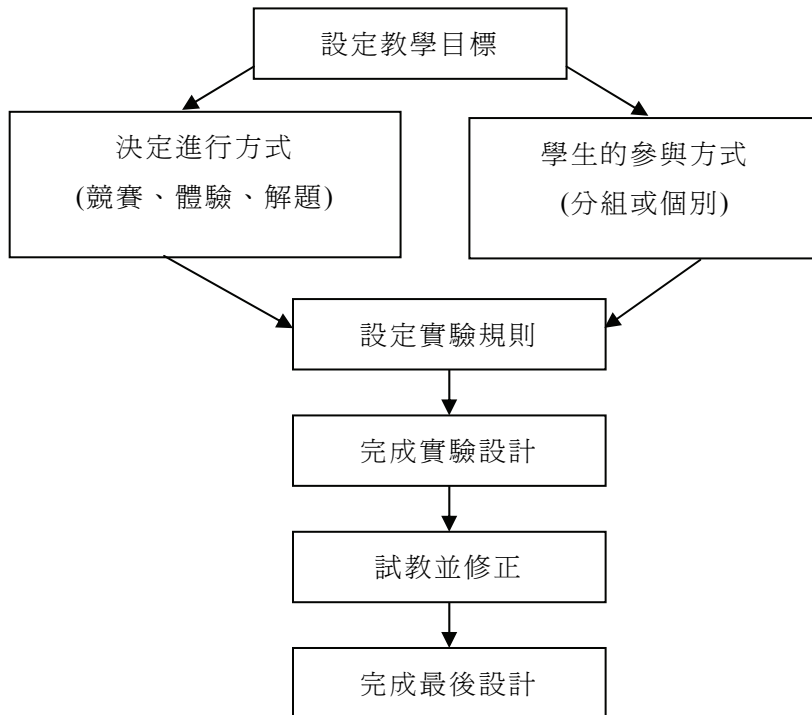
從國內外的研究顯示，將趣味科學實驗應用於自然科的教學有助於提高學生的思考能力及創造力(Trollinger, 1977)，學生透過參與科學實驗的過程能夠了解科學的原理知識。鄧文華(1995)則指出科學實驗通常是先有一個想法，並努力為這個想法找一個答案。陳惠芬(2000)則認為趣味科學實驗便是一種寓教於樂教學方式，同學可從實驗中體會科學原理。郭騰元(2000)則強調趣味科學實驗的重點在於製作與「玩」的過程中，對學生所產生的思考行為。所以對不同年齡層的學童，應設計不同的科學實驗，最好材料取得容易、製作方法簡單、科學原理易懂，且易於改進及創新。由上述的研究得知，趣味科學實驗具有特殊的教育功能，可以跨多元學科的學習，可以結合不同課程的需求，可以在實驗與玩樂中鼓勵學生進行學習，可以增加知識並強化思考智能，故趣味科學實驗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，趣味科學實驗融入理化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，故趣味科學實驗的設計便顯得相當的重要。

市面上的科學實驗叢書甚多，許多的實驗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；亦有許多的科學實驗單純作為競賽之用，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)的科學實驗設計流程進行設計(圖一)，以期能設計符合教學需求的實驗。

參、研究方法

本研究的目的是在於設計趣味科學實驗並融入於理化課程的教學之中，並透過行動研究的模式來解決教學上面臨的問題，進而提昇學生的學習興趣。研究者首先利用內容分析的方式，了解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，有別於一般的實驗，並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，並運用於二、三年級的課程教學之中，以達到教學的目標。研究者根據行動研究的「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



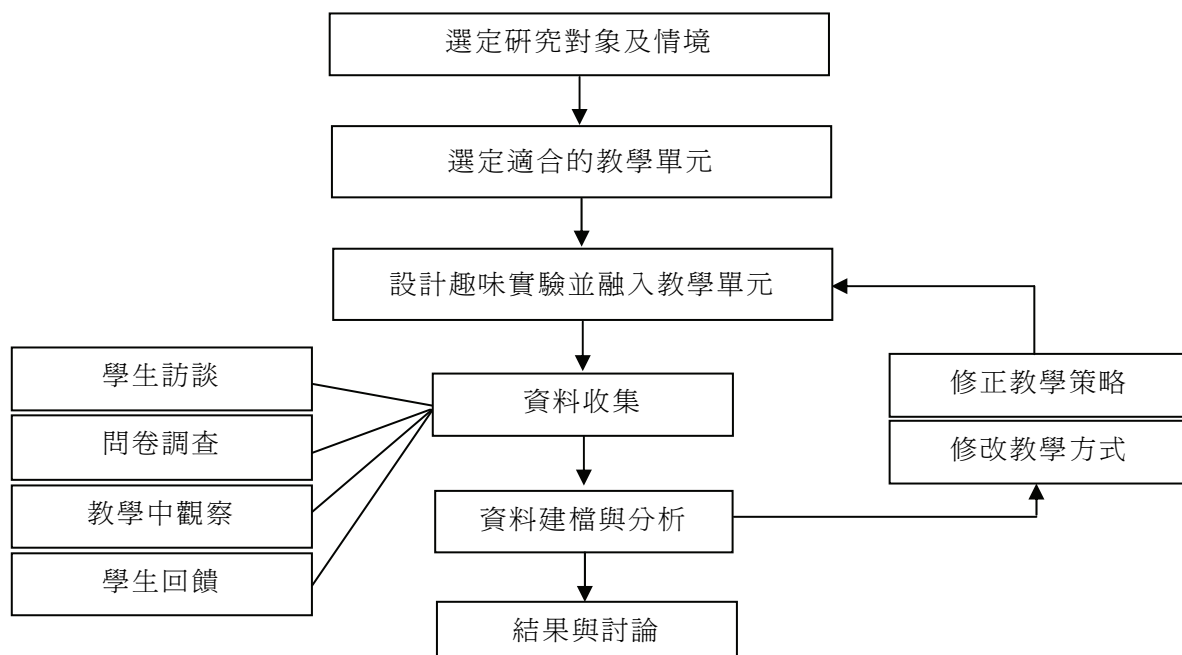
圖一、趣味科學實驗設計流程(Coble & Hounshell, 1982)

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。研究對象選定筆者任教的國二班級(35人)，作為進行教學實施的班級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、收集學生的學習單及問卷，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。

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(圖二)。

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。



圖二、本研究步驟流程圖

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，在收集資料的同時，並運用三角校正法校正事例的確實性(黃瑞琴，1997)，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。

肆、國中理化課程之趣味科學實驗設計

一、密不可分

(一) 適用對象：

國中二年級學生

(二) 融入單元：

「認識物質的世界」—物質的密度(南一版)

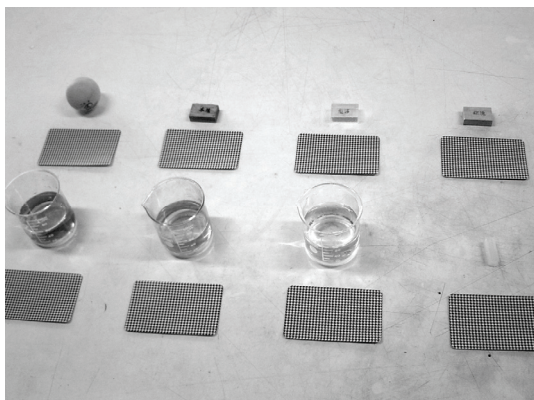
(三) 融入時間點：

在學習國中理化的過程中，學生首先遇到的概念就是「密度」。由於學生剛從一年級升上二年級，剛接觸學科難度僅次於數學的理化科，難免心生恐懼，故教師在教導學生第一個單元時，必須先建立學生的自信心。如何將「密度」講述清楚又能讓學生對學習有信心，考驗著教師的教學能力，各版本的教科書中對於密度的內容非常淺少，以南一版為例，課本僅提及：單位體積內，所含物質的質量稱為密度，再配合一題計算例題及一個「水的密度」實驗，就匆匆帶過該單元教學。通常教師都會針對密度的部份進行延伸教學，至於

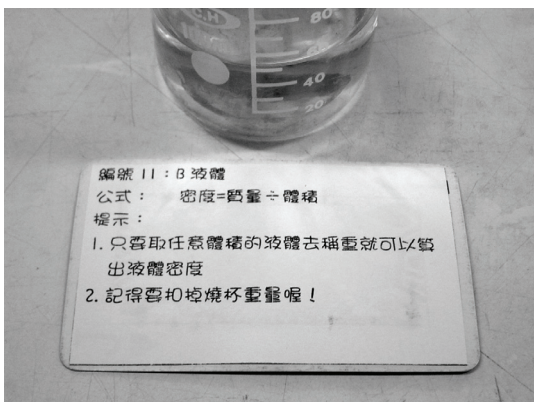
教學的深度則端看教師個人想法而定。本研究設計的趣味科學實驗，讓學生從趣味競賽實驗中熟練「密度」的定義及計算，等實驗完成後，學生不需要死背公式且已經把各類物質的密度算法學會，透過趣味競賽設計的方式，把生硬的課程趣味化，學生就如同偵探般依線索解答所有的問題，也在無意中培養了學生探索科學的態度。

(四) 教學步驟：

1. 本實驗的教學目標是為了解密度的計算方法及密度在生活中的應用。
2. 實驗的進行方式是採分組競賽式的方式，先將全班分為六組，每組六人，並選出一人為小組長。
3. 教師先準備十二種待測物(包括液態及固態)，例如：各類金屬塊、酒精、沙拉油、石頭、乒乓球、軟木塞等，並予以編號(圖三)。
4. 每樣編號物品皆有一個提示，提示中包括：密度公式、測量的注意事項等，使學生可依提示進行解題(圖四)。
5. 教師準備好工作後，請各組派一人上臺抽籤，依籤號取走待測物，並翻開提示牌(只能看一次)，看完後蓋回原處，並回各組進行密度測量，測量結果填於學習單上。
6. 每樣待測物測量時間限時 5 分鐘，時間一到就必須把待測物放回講臺，再重新抽籤換另一物測量，每 5 分鐘輪一次，直到實驗結束，教師收回所有的學習單，答對最多的組別為優勝者。



圖三、十二種待測物體



圖四、待測物體提示牌

(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密度的定義及推算方法，但有少部份程度較差的學生在小組競賽中無法配合小組的步調，無法在競賽中做出有效的貢獻，故學習效果較差，若要每位學生都能夠有效學習，建議以個人競賽取代小組競賽，缺點則是實驗時間恐怕會過長，且教學效率太差，研究者認為可從以下方法進行改進：

1. 情況可以允許下，小組人數不可過多，建議 3~4 人，如此每位組員的參與度會提昇。

2. 每樣待測物指定只能由小組中某一人進行測量，其餘組員只能協助，使每位組員都能真正成為競賽的主導者。
3. 實驗優勝者應得到實質獎勵，學生才会有求取勝利的動力。

二、熱量大考驗

(一) 適用對象：

國中二年級學生

(二) 融入單元：

「冷暖天地」— 熱量與水溫變化(南一版)

(三) 融入時間點：

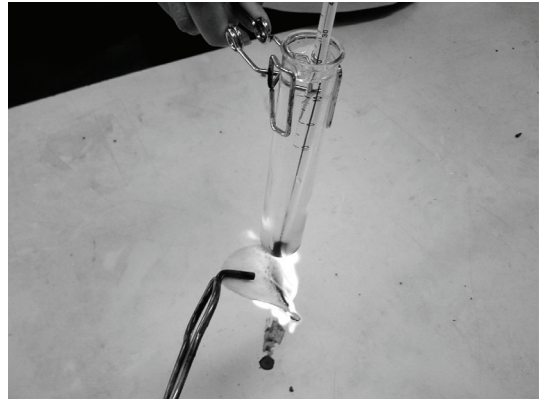
學生在學習「溫度與熱」的章節時，首先遇到的第一個單元是「溫度」，其次則是「熱量」。「熱量」一詞對學生來說並不陌生，學生常聽到廣告中的詞語，並且了解熱量所代表的意義，然而學生卻不清楚食物熱量的多寡及如何推算得到，課本中提及：熱量代表一種傳送或流動的量，所傳遞的能量多寡稱為熱量。…熱量的單位是卡路里，簡稱為卡(cal)。質量 1 克的水溫度上昇 1℃ 所需要的熱量為 1 卡(南一版)。從以上文字敘述，我們可以發現課本對「熱量」的描述相當的精簡扼要，對於程度較佳的學生大概不成問題，但對於程度較差的學生就未必能理解文字的意涵，更遑論將「文字」意涵轉換成可被應用的「公式」，即使把公式死背起來也不知道如何應用在生活上，故研究者認為可以把無趣的公式及定義以趣味科學實驗的方式表現出來。

教師可以先進行講述教學法，把「熱量是一種能量，能量是可以流動傳遞」的概念講述清楚，再者以瘦身減肥的新聞議題引發學生對食物熱量的興趣，教師再引入本研究的趣味實驗，讓學生自己動手研究零食的熱量到底有多少(學生必然會問：熱量怎麼求得?)，而教師可在實驗進行的過程中導入熱量的計算方法，雖然熱量算出來的結果並不精確，但學生卻可從實驗中體會熱量的確實存在及在無形中學會熱量的粗略推算方法。

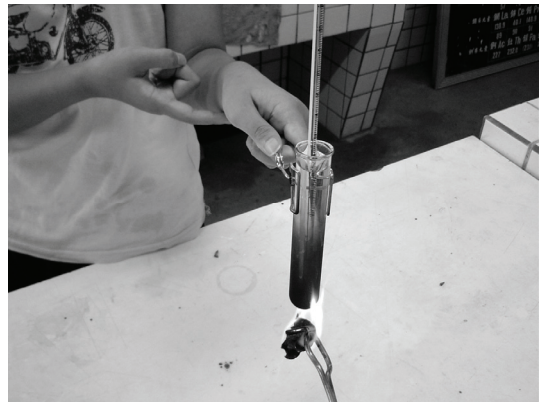
(四) 教學步驟：

1. 本實驗的教學目標是爲了讓學生了解熱量的計算方法及在生活中食物所含的熱量多寡。
2. 實驗的進行方式是採合作學習的方式，先將全班分爲六組，每組六人，並選出一人爲小組長。
3. 教師先請學生準備市售洋芋片、餅乾、花生等三種零食，並予以編號。
4. 每組學生先將洋芋片、餅乾、花生各取一片(粒)進行稱重，並記錄之。
5. 請每組取三根試管，管內分別裝入 50 ml 的水，並放入溫度計測量起始水溫，並記錄之。
6. 以夾子將洋芋片夾起，並以酒精燈點燃，點著後置於某試管下方作爲加熱源，等洋芋片完全燒完後(中途熄滅可再重新點火燃燒)，記錄試管內溫度計末溫(圖五、六)。
7. 重覆上述 5,6 步驟，依序完成餅乾及花生的燃燒。

8. 請學生估算每一片(粒)零食的熱量，並記錄之，教師必須說明以上做法忽略熱量散失不計，只是粗略推估的方法，並請學生發表那一種零食的熱量最高。



圖五、洋芋片燃燒測熱量



圖六、讀取溫度計末溫

(五) 學生反應：

經研究者試教後發現，學生在實驗中學習到熱量的計算方式及了解到各種零食所含的熱量多寡，各小組都能夠正確地推算各類零食的熱量，尤其是洋芋片的效果最好，建議可以將實驗改成「洋芋片熱量大考驗」，也可貼近學生的生活。

研究者認爲這個實驗的目的並非透過各小組間的競賽來達到教學目標，而是

冀望學生在實驗的過程中體會熱量的意涵，並知道生活中零食含有相當多的熱量，過度攝取零食可能會造成身體上的負擔，進而在學習理化的同時也學習如何健康過生活。

本實驗最大的缺點在於無法精準推算零食的熱量(各組數據差異頗大)，因為在燃燒的過程中熱量散失無法估計，如果教師只是希望學生熟練熱量的推算方法及各類零食熱量多寡的性質比較，此單元不失為一個有趣又實用的科學實驗。

三、誰是大力士？

(一) 適用對象：

國中二年級學生

(二) 融入單元：

「力與壓力」—大氣壓力

(三) 融入時間點：

在國中理化課程中，「壓力」單元闡述的內容包括了固體壓力、水壓力與大氣壓力，該單元的內容相當多且繁雜，而且是排在「力與壓力」章節中得最後一個單元，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，學生總是會產生混淆及吸收不良等問題，在「壓力」單元中，又以「大氣壓力」最抽象且現象最不易觀察。

在課本中介紹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做到，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)，故研究者發展

了一組趣味科學實驗，該組實驗中有三小項的科學實驗，每項科學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，了解大氣壓力的本質，並思考生活中是否有其它使用大氣壓力的實例。

在教學的安排上，研究者認為教師應先施行科學實驗後，再進行講述教學。換言之，教師在介紹「大氣壓力」的內容之前，可以先分組進行三項科學實驗，讓學生在實驗中分組討論其中的科學原理，俟實驗完成後，請各組學生發表意見及想法，最後教師再針對學的意見提出正確的說明，教師在解答學生問題的過程中導入「大氣壓力」的內容，如此一來，學生便對此章節印象深刻，教師也在無形中達到教學的目標。

(四) 教學步驟：

1. 本實驗的教學目標是爲了讓學生體驗大氣壓力確實存在及大氣壓力在生活中的應用。
2. 實驗的進行方式是採分組合作學習的方式，先將全班分爲六組，每組六人，每位學生都必須動手體驗實驗。
3. 「報紙大力士」實驗：
 - (1)取一支冰棒棍放在桌子上，一端突出桌緣(圖七)。
 - (2)在冰棒棍上先蓋上一張鋁箔紙，鋁箔紙一邊與桌緣切齊。
 - (3)將鋁箔紙延著冰棒棍邊緣壓緊，讓鋁箔紙與冰棒棍間沒有空隙。
 - (4)在鋁箔紙上蓋上二張全開的報紙，並

用力壓緊。

(5)用手或硬物敲擊冰棒棍突出的部份。

(6)請學生觀察結果，冰棒棍是否斷裂？
報紙是否移動？

4. 「吸管大力士」實驗：

(1)取一支吸管，將吸管剪成適當長度，
吸管二端皆剪為平口。

(2)取一種硬質水果，譬如：西瓜、芭樂、
柳丁等。

(3)用手握住吸管向水果刺下去，觀察吸
管是否插入水果中(圖八)。

(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？

5. 「試管火箭」實驗：

(1)取二支試管，一支口徑稍大，一支口
徑稍小(口徑大小應相近)。

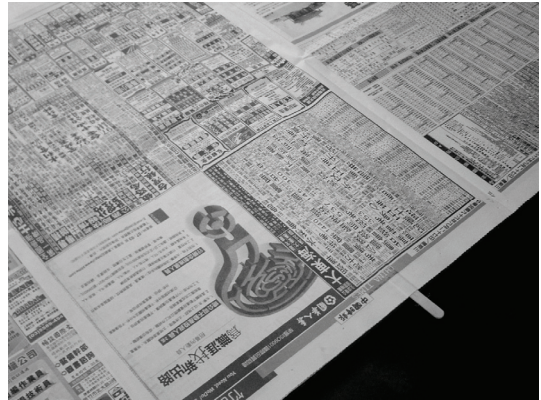
(2)將口徑大的試管裝滿水。

(3)將小試管管口朝上放入口徑大的試
管中。

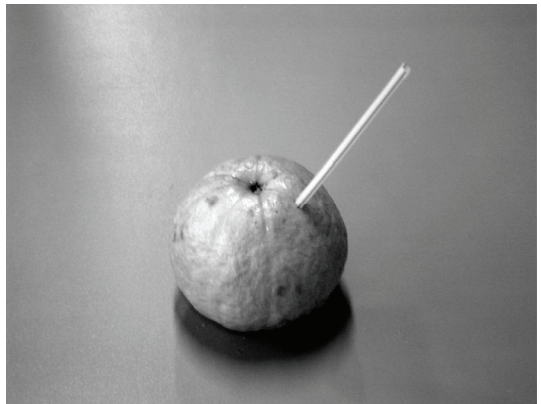
(4)大試管中的水會溢出無妨，小試管會
半沉浮在大試管中(圖九)。

(5)此時將持試管的手反轉，將大、小試
管管口全部朝下(圖十)。

(6)大試管中的水會流出來，但是小試管
會如何？



圖七、「報紙大力士」實驗



圖八、「吸管大力士」實驗



圖九、大、小試管反轉之前



圖十、大、小試管反轉之後

(五) 學生反應：

經研究者試教後訪談學生的結果顯示，大部份學生對研究者所安排的三項「大氣壓力」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：

1. 在「報紙大力士」實驗中，因為冰棒棍不易與報紙緊密貼合，如果不先蓋上一張鋁箔紙，在蓋上報紙，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，教師可於實驗完畢後加以說明及探討。

2. 「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，在正常的情况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。
3. 「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。
4. 本研究「大氣壓力」科學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教學，但是學生會因為忙於實驗而沒把重要的觀念聽進去，教師的教學負擔會因分組講解而相對增加。

四、跑跑卡丁車

(一) 適用對象：

國中三年級學生

(二) 融入單元：

「力與運動」—牛頓第三運動定律

(三) 融入時間點：

在國中「力學」的課程中，讓學生最感到困惑的章節便是「牛頓第三運動定律」與「兩力平衡」概念的迷思，二者之所以不同，是在於作用力的「對象」不同，「兩力平衡」中二作用力是作用在「相同物體」上，但是「牛頓第三運動定律」中的作用力是分別作用在「不同物體」上，所以造成「兩力平衡」的結果是物體平衡靜止，而「牛頓第三運動定律」的結果則是物體以反方向移動。教師可藉由本研究的科學實驗讓學生體驗「牛頓第三運動定律」的威力，教師也可在實驗中澄清「牛頓第三運動定律」的迷思概念，讓學生思考作用力的對象是誰？反作用力的對象又是誰？二者所承受的力量是否相同？同時也培養學生對事物的觀察力及創造力。

(四) 教學步驟：

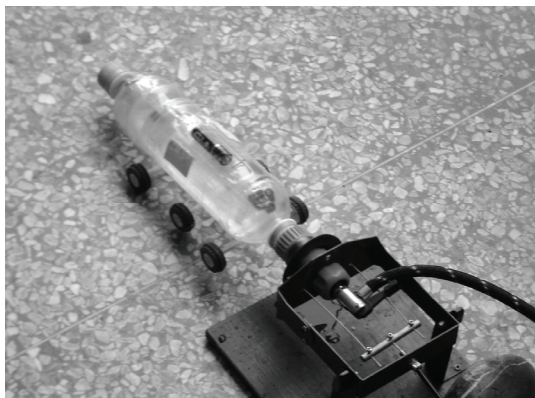
1. 本實驗的教學目標是爲了讓學生了解牛頓第三運動定律及作用力與反作用力在生活中的應用。
2. 實驗的進行方式是採分組競賽式的方式，先將全班分爲六組，每組六人，並選出一人爲小組長。
3. 教師請每組學生準備 2~3 個 600ml 保特瓶及數個瓶蓋、光碟片、筷子、吸管、竹籤、重物、膠帶、美工刀、鑽孔器及

熱融膠條(槍)等物品。

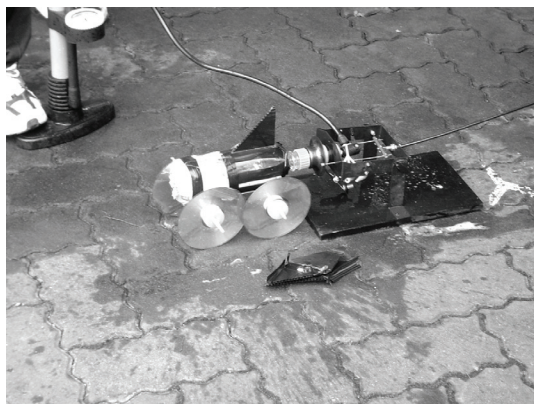
4. 教師首先講述「牛頓第三運動定律」的基本概念，並請學生利用保特瓶等材料設計一個能夠跑得最遠的車，並將設計圖畫在紙上。
5. 車子設計要求：
 - (1)僅能以一個 600ml 保特瓶作爲可供打氣的完整車身，車身的裝飾或加長可利用其餘保特瓶組合(數目不拘)。
 - (2)車子必須要有輪子(數目不拘)，製作輪子的材料及型式不限(不可拿市面販賣的半成品)，車輪必須要能夠轉動。
 - (3)可於車身上加裝重物(重物形式不拘)，以利車子能平衡行駛。
 - (4)車子 90%必須是自行創作或製作，不可拿市售半成品組合。
6. 學生依照設計圖及所提供的材料進行車子製作，並於完成後進行車輛測試，學生再依測試後的結果進行小組討論並加以修正(圖十一)。
7. 競賽規則：
 - (1)每組有二次發射的機會，可以使用二台車或者同一台發射二次。
 - (2)每台車內先裝入水(水的多寡自行控制)，並在車尾鎖上發射頭，再將車子扣入發射架上(發射頭及發射架與水火箭裝置相同)。
 - (3)調整發射架的角度，並使車輪著地，發射後，車子必須在規定內範圍移動(圖十二)。
 - (4)每組取二次發射中最好的一次距離

作比較，距離最遠者為優勝。

- (5)車子偏離規定範圍者，其距離以起點至出界點距離為準；車子離地飄起者，則重新發射一次，若車子再次離地，則以起點至離地點大約距離為準。



圖十一、車輛測試及修正



圖十二、車子與發射架組合

8. 每組學生參與競賽後，教師可給予每組不同的意見，學生再依教師所給的建議，進行改造及修正。
9. 實驗進行完畢後，請學生回到課堂上發表意見。

(五) 學生反應：

經研究者訪談學生的結果顯示，學生對「跑跑卡丁車」的實驗充滿期待，透過學生動手製作與競賽的過程，學生不僅了解「作用力」與「反作用力」的意義，對於「牛頓第三運動定律」也有更深入的體會。

大部份學生認為該實驗的趣味性及娛樂性十足，學生對於學習理化並不會感到無趣，但也有少部份學生認為該實驗雖然立意很好，但是有點浪費時間，恐怕會擔誤學生的課程進度。研究者認為課程進度壓力，長期以往都是教師及學生無法克服的現實問題，本實驗因為有創作歷程之故，的確需要花費較多的課堂時間，如果教師欲順利進行本實驗，則必須挪用其它課堂時間進行教學或擠壓其它理化單元的實驗課程，否則進度將大受影響。不過整體而言，大多數學生仍正向肯定該實驗對學習的成效提昇的功能性。

教師談到「牛頓第三運動定律」時，第一個想到科學實驗必然是「水火箭」，「水火箭」的確能夠清楚地表現作用力與反作用力的一項活動，然而水火箭運用到的原理或技巧卻不多，學生通常只要把氣打到滿就可以獲得很好的競賽分數，如此一來便失去讓學生思考問題的機會，研究者認為本趣味實驗有別於以往的「水火箭」實驗，其差別在於實驗規定車子不可騰空飛起，且必須在一定的路徑範圍內行駛，故增加的競賽的難度，除了運用到「牛頓第三運動定律」之外，仍須考慮摩擦力、車

輪的對稱性與滾動的順暢性、車子的重心及重量等，把之前在「力與壓力」章節學過的概念應用在此項實驗之中，故一個成功的實驗除了要有主要的科學概念之外，更要能夠引入其它次要的科學概念，如此對學生科學概念的統整才會有所助益。

伍、結論與建議

研究者在課室中觀察學生從事趣味科學實驗的過程中發現，每組參與實驗的學生雖然對實驗充滿的高度興趣，但由於學生程度不同，每個人對小組的貢獻度也有差異，程度好的學生能夠主動找出問題並與課本內容作連結，程度中等的學生只能夠從實驗中獲得片段、瑣碎的科學原理，程度差的同學至多只能依指示操作實驗而已，譬如：「密不可分(密度的測量)」及「熱量大考驗(熱量的計算)」的實驗，絕大多數的學生都能夠完成實驗，但在實際計算密度及熱量部份，卻只能依賴組內數學程度好的同學負責計算，其實這部份的計算並不困難，只是許多學生自認為無法辦到，便放棄學習的機會，頗為可惜，反觀「誰是大力士」及「跑跑卡丁車」單元無關計算能力問題，反倒能引起大多數同學的認同，但是科學仍舊須重視基本能力的訓練，故部份程度差的同學便只願意在某些單元中進行學習，故趣味實驗雖然提高了學生在課堂上對自然科學學習的興趣，但卻未必會反映在課業的學習上，尤其是我們的教科書仍讓許多學生不得其門而入，故教科書的改革仍是學生學習的關

鍵。此外學生能夠持續維持積極的學習態度，有很大因素在於學生「期待」下一次課堂的驚喜，若這樣的「驚喜」不能轉換為長期且正向的知識學習動力，一但驚喜感消退，學習態度將變得消極。

研究者認為趣味科學實驗對增進學生的科學知識、提高學習興趣及態度仍有正面的幫助，但是部份學生對趣味實驗的科學意涵並不是十分了解(雖然認為有幫助，卻說不出所以然)，趣味實驗只能被當成「遊戲」看待，只有少數學生會認真思考活動背後的科學意義，這是值得研究者注意的地方，如果趣味實驗不能帶給多數學生較深刻的教育意義，那活動本身的存在性就會備受質疑，尤其現今學校及家長講求升學及效益，若趣味實驗不能發揮應有的實質成效，而只是嘩眾取寵，最後恐怕只會無疾而終。要解決學生在理化科中學習成效的問題，必須從教科書改革、教師專業能力再提昇著手，然而礙於學校的升學導向與課程壓力，頗為滯礙難行，這是有待教育單位探討與解決之處。

最後，研究者針對在教學上遇到的難題提出以下建議：

- (一) 研究發展新的教學方式或趣味科學實驗，需要花費相當的多的時間，各校或各縣最好能責成研究團隊(或是自然科輔導團)，定期研發新的趣味課程，供老師學習應用，並鼓勵教師從事此方面的研究與討論。
- (二) 科學實驗融入理化課程教學，最大的難題仍在於課程時間不夠，教師可能

礙於進度壓力而心有餘力不足，建議學校以彈性課程增加自然科的授課時數，挑選部份單元進行融入教學。

參考文獻

- 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。
- 施雯黛譯(2001)。77 個簡易好玩的科學魔術。台北市：方智出版社。
- 郭騰元(2000)。創意的科學玩具。台北市：牛頓開發有限公司。
- 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。
- 黃瑞琴(1997)。質的教育研究方法。台北：心理出版社。
- 鄧文華譯(1995)。孩子的第一本科學書。台北市：及幼文化出版。
- 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.