

* 自然與生活科技學習領域之教學活動設計經驗談

許良榮

國立台中師範學院自然科學教育研究所

壹、前言

我國九年一貫課程已於九十學年開始實施，新課程的實施對於教師必然造成某些程度的衝擊與影響，尤其九年一貫課程在課程理念、學科組織、教材來源、教學自主性...等等與舊課程有明顯的差異。面對此種變革，學生家長需要適應，在教學第一線的教師更需要調適或同化新課程的變革。游家政(民 88)指出九年一貫課程對中小學教師的衝擊包括教育觀念的改變、教師角色的調適以及課程與教學專業素養的提昇。而為了呼應並實踐教育改革之課程鬆綁的理念所產生的「學校本位課程」，成為九年一貫課程的主要特色之一，因此相較於以往的課程改革，九年一貫課程更需要(或更期望)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。

除了學校本位課程，九年一貫課程的另一個特色是在學習節數中安排了每週最多有百分之二十的「彈性學習節數」(註：每年級所佔比率略有不同)。此種彈性教學時間更擴大了學校與教師自主空間，但是對於習慣依賴教科書與教學指引的教師而言，也必然造成教學上的壓力與負擔。最近的一項研究，陳宣伯(民 90)調查南部三縣市的國小教師對於九年一貫課程的意見，研究結果顯示雖然有七成五以上的教師表示瞭解九年一貫課程的綱要內容，並有七成多的教師持有正向的態度，但是卻有 91.1%的教師擔心九年一貫課程實施後，是否有足夠的時間準備教學工作。由此顯示教師大多肯定九年一貫課程的變革，但是也擔心課程實施後可能帶來的教學負擔。

為了因應九年一貫課程可能帶給教師的困擾，也期望教師能自我成長與調適，本文不擬討論九年一貫的決策是否忽略了課程評鑑的歷程？是否考慮了教師的準備度？而是以實用主義角度，提出可應用於「自然與生活科技」學習領域之教學的活動，以供教師設計教學時之參考。但是科學教學涵蓋的活動設計相當廣泛，例如 STS 理念、故事型式(科學史)、博物館利用、戶外教學...等等，恐怕不是一位科學專任教師所能完全精通(包括筆者)。因此，本文只專注於動手操作(包括遊戲)的活動設計，期望能帶給教師一些實質上的助益。

* 本文轉載中區九年一貫課程裡念與實例(民 90)，國立台中師範學院 p.209-220。

貳、科學活動之設計原則

我國小學近三十年來科學教育的課程改革深受美國的影響，1957年蘇俄發射人類第一顆人造衛星，引起美國科學教育改革的科學課程，反應在民國六十七學年開始實施的「自然科學」。而八〇年代國際評量美國學生科學學習成就低落以及修讀科學人數降低等因素，造成的科學課程改革風潮(如 project 2061)則反應在我國所謂「八十年代課程」的「自然」課程。雖然從民國六十七學年之後，我國小學科學課程內容經過幾次的修訂、改編，甚至所謂的革新，但是在教學方式或教學方法方面，變化並不大，主要只是因應實際教學問題的改善(例如教具簡化、單元內容增刪或重組)。九年一貫課程的「自然與生活科技」在教學方式或教學方法方面，或許可以更多樣性，但是也不會有太大的變革，同樣強調讓學生進行探究、解決問題、親近自然、進行操作活動、培養創造力.....等等。而主要的變革是教學內容的重整與組合，以及教師選擇教材的自主性增加，此特色尤其反應在學校本位課程以及彈性教學時間的運用。在設計「自然與生活科技」學習領域的教學活動，本文認為至少應把握以下幾個原則。

1. 趣味性：選擇的教學主題或是探究主題，應能夠讓生感到有趣好玩，或是好奇生動。如果能引起學生學習的興趣，我們才能期望學生能投入(engage)學習活動。雖然趣味性不是引起學習動機的唯一或必然要素，但是在小學階段，如果能培養出學生對於科學探究的興趣，至少我們可以期望增加學生喜歡上科學課程的驅力。
2. 生活化：科學活動基本上是對自然現象進行探究，以瞭解各種自然現象的多樣性，並加以探求其原因。因此小學的科學教學不應獨立於生活、社會(社區文化)之外，只要我們多加留意，生活周遭有許多值得留意與探究的自然現象。另一方面，教學與生活結合是近年來科學教學相當重視的一環，例如 STS 理念的教學以及環境教育的快速發展，顯示了人與自然之關係的重建已經反映在課程的革新。
3. 配合學生學習階層：任何教學基本上都應考慮教學對象對於教學內容或教學方法的接受程度，因此在選擇了教學主題之後，必須思考教學對象的認知發展階段與學習能力。例如低年級學生不適合進行因果推理、操弄變因等等較高層次的過程技能，高年級學生不適合只包含單純的觀察。而在教學主題上，低年級學生不適宜探討過於複雜、抽象的問題(例如核四廠、水循環、生物複製)。設計教學活動時，教師可以參考「自然與生活科技」課程綱要中附錄的課題、主題、次主題的建議，再配合「分段能力指標」，做為決定是否適合學生學習階段的參考。

- 4.釐清學習目標：教學應具備目標導向，因此有了教學素材之後，必須思考欲達成的教學目標為何？例如是否希望學生由教學過程瞭解某些科學概念？學習哪些過程技能？或是培養哪些科學態度？因此教師在設計教學時，應詳細參考「十大基本能力」以及「分段能力指標」，釐清自己的教學設計所能達成的目標。
- 5.安全性：科學活動經常需要進行操作，因此安全性是必須仔細考量的問題之一。讓學生進行操作前，教師必須先留意操作過程是否有哪些安全顧慮或是應該做哪些防患措施。例如低年級學生應避免使用酒精燈以及玻璃器皿，而強酸強鹼、毒性物質也都應該避免使用。如果是戶外教學，則需留意戶外環境的安全問題以及班級秩序的維持。
- 6.問題解決：科學教學的活動設計應多採用讓學生主動探究的方式進行，而「問題解決」是相當值得運用的教學策略之一。讓學生進行問題解決的方式有多種形式，例如「創意競賽」：如何設計由高處丟雞蛋不會破的裝置(適合中高年級)。「科學遊戲」：如何摺出漂亮的紙飛機或玩具(低年級適用)。「腦力激盪解題」：如何將回收的保特瓶製作成實用物品或裝飾品。「科學研究」：較高層次的問題解決，類似中小學科學展覽的作品，針對特定的問題進行較為完整的科學探討。以上各項的問題解決只是筆者大略的分類，並未涵蓋「問題解決」的所有意涵，例如在教學進行當中以口頭方式發問，讓學生動腦筋思考，也是問題解決的形式之一。
- 7.小組合作：由於科學教學活動經常要求學生進行操作或進行討論，採用小組合作方式，除了可以讓學生分享彼此的經驗或意見，也可以由同儕互動中學習相互協助與尊重他人意見的科學態度。因此除非特別需要，應避免讓學生個別獨自進行操作。
- 8.多元評量：學習是一種多層面的成長，因此九年一貫課程綱要也敘及評量方法應採多元化方式實施，在教學過程應以觀察、測驗、口頭發問、實作、檔案評量等多元方式評量學生的學習狀況，以做為改進教學的依據。值得注意的是多元評量不只包括不同的「評量方式」，也包括「評量內容」的多元性，例如過程技能、科學認知(概念)、科學本質、科學態度....等等，也是設計科學教學活動時應詳加思考的方向。

參、教學活動取材 - 以紙為例

設計科學教學活動首先面對的是應該如何擬定主題？在九年一貫課程中強調學習領域之間橫向的統整以及不同年級之間縱的聯繫，因此教學主題應儘量以能夠涵蓋各種層面之教學目標為佳。尤其低年級的「生活」涵蓋藝術與人文、社會以及自然與生活科技學習領域，更不宜設計只包含自然科學的教學活動。為了能達成課程統整的目標，教學主題如果能與日常生活結合，也就是由日常生活中擷取教學素材，將可以設計出有趣、生動而且可以達成課程統整之目標的教學活動。例如日常生活中經常使用紙張，而一張紙就可以提供我們設計出相當豐富的科學活動。以下提出幾項活動，是筆者之經驗累積，有些來自參考書籍，有些來自與小孩的互動，有些則來自兒時記憶。

1. 誰疊得最高：以創意競賽方式，每一組將一張 A4 紙任意裁剪後，比賽疊高。但是不可使用任何黏膠或支撐物，且必須站立 30 秒以上(可視情況調整)，高度以垂直高度量測。本活動適合中年級以上，筆者在師院進行教學的最高紀錄為 121 公分，小學生應可達 90 公分以上。比賽結束之後，可進行小組討論「要疊得高必須有哪些特徵或條件？」---底面積要大、重心保持在中央。
2. 紙蜻蜓：紙蜻蜓的特色是自由落下時會快速旋轉，能引起小朋友相當高的興趣。有數種紙蜻蜓的設計，如圖 1、圖 2。圖 1 的設計是筆者所知旋轉效果最好的一種。在教學上，如果在低年級可結合「玩玩具」單元，讓小朋友自己玩。而在中高年級，可以進一步讓學生討論尾翼的角度、長短、箭頭大小、中間箭身長短等等，是否影響紙蜻蜓的旋轉？甚至可以利用碼錶測量落地時間有何變化？

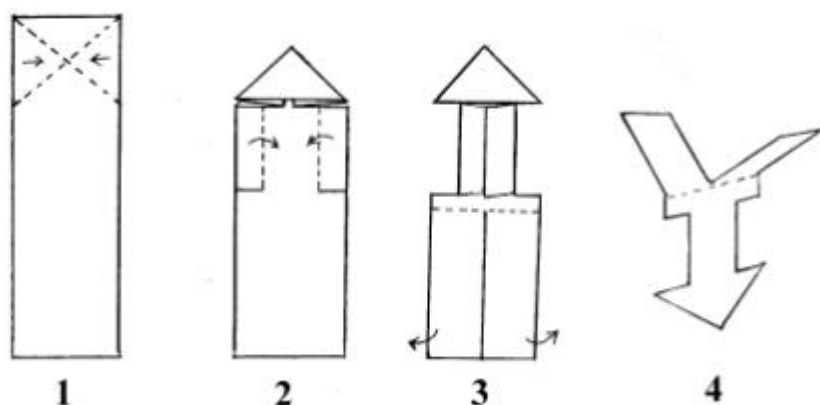


圖 1 紙蜻蜓(一)

圖 2 的設計對低年級學生可能比較不易完成，在步驟 2 三張紙條互相貫穿後，再由尾部拉緊，完成後成為上翹的三尾狀，特色是落地後還會在原地短時間旋轉。在教學上同樣可以讓學生討論尾翼的長短、寬度，對於紙蜻蜓的旋轉有何影響？

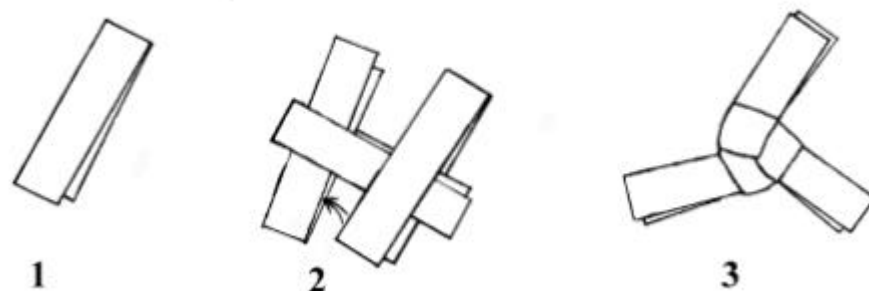


圖 2 紙蜻蜓(二)

3.紙花：將報紙剪一個半徑約 5 公分的圓形(如圖 3)，再將圓分為八等分，沿等分線剪小於二分之一半徑的長度，剪好後將「花瓣」往圓心內摺，成為 8 個花瓣的紙花。將紙花輕輕平放於水槽中，可以看到花瓣依序張開，類似開花的模樣。在教學上此活動可以分為幾個不同的層次，例如結合「無孔不入的水」單元，可以讓學生瞭解水經由毛細作用所產生的特有現象，也可以讓學生探討「不同的紙張開花速度有何差異？(報紙比影印紙開花快)」、「相同的紙張但是花瓣數目不同的紙花，開花速度有何差異？」。或者進行創意遊戲「設計不同樣式的紙花」---例如將一層的紙花設計為二層、改變花瓣形狀等等。

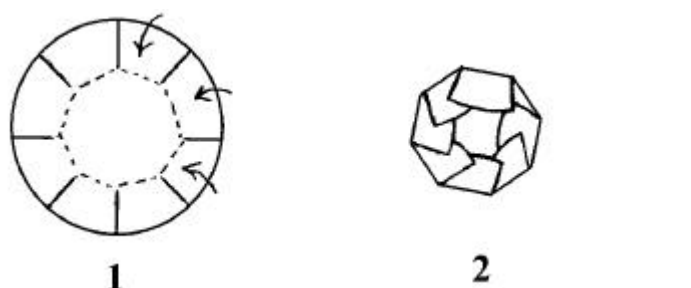


圖 3 紙花

其他還有很多有關紙的遊戲或活動，例如紙爆竹、紙橋承重、紙吸管毛毛蟲、紙火鍋....等等。只要用心留意生活周遭事物，可當為科學教學素材的主題相當多。例如紙花是筆者家犬讀小學三年級，上美勞課時老師教的，回家展示給筆者看了之後，筆者將其擴展為科學教學活動。

以上舉的例子僅止於活動素材的構思，如果要達成九年一貫課程統整的理念，仍必須思考這些活動如何整合不同的學習領域，使教學設計更為豐富。而上述各項的操作活動可以整合出一個有關紙的教學主題，例如納入「紙蜻蜓彩繪(藝術與人文)」、「紙對文明的貢獻(社會)」、「紙的資源回收(環境教育)」...等等，如果學校社區有造紙廠或博物館，也可以進行戶外參觀教學。而除了紙以外，還有一項極為豐富的教學活動素材 - 遊戲！

相信很多人都玩過的一個遊戲：塑膠片（或投影片）剪成像「|」的船形，在尾部塗上一點肥皂或牙膏，輕放在水面上後，會向前運動。這個遊戲如何擴展為一個科學教學活動？首先老師可以先展示或示範一次，再讓學生自己玩一玩熟悉之後，老師提出問題：「為什麼塑膠片會運動？(清潔劑使表面張力變小；高年級學生可進行小組討論，提出解釋。如果為中年級學生，老師可講解其原理)」，或是「如果要讓塑膠片原地轉動，如何設計？(適合中高年級)」，也可以比賽「誰的設計轉動得最快」。雖然讓學生自由設計，但是教師本身必須有解決方案，以免學生無法解決時成為懸而未決的問題。另一方面，教師也應熟悉操作過程，瞭解可能出現的狀況或注意事項，例如試驗 2-3 次之後，水槽已經溶解某量的些肥皂或牙膏，會影響塑膠片的運動，必須更換水槽的水。

上述幾項活動或遊戲的共同特徵是操作簡便、材料取得容易、現象明顯，頗為符合生活化、趣味化的原則。但是將遊戲轉化為教學，仍需要經過事前的計畫，避免直覺的、試錯性的或是過度開放性的玩耍，畢竟我們的課程設計或教學具有目標導向的特性！

肆、教學活動設計 - 以遊戲為例

雖然何謂「遊戲(game)」目前文獻並未有一致性的看法或界定，但是由 Piaget 的研究可顯示遊戲對於兒童的認知發展具有相當重要的角色。陳忠照（民 89）指出「科學」可以啟發兒童的智慧，「遊戲」則帶來心靈的歡樂。陳惠芬（民 89）則指出，科學遊戲就是把科學活動和遊戲結合，寓教於樂，讓學生可以從遊戲中體會科學原理。Coble & Hounshell(1982)也指出為了引導小孩基本原理和提供機會練習多樣技巧，教育遊戲（education games）是有效的策略，而絕大部分的教育遊戲，都有某些共同的特徵：遊戲者(player)將面對確切的目標、完成任務、或者克服挑戰。因此將遊戲融入科學教學，是相當值得嚐試與努力的方向之一。但是如何思考將遊戲設計為教學活動？圖 4 是 Coble & Hounshell(1982)提出的「設計科學遊戲」的流程圖，首先思考教學目標(可參考十大基本能力與分段能力指標)以及教學對象具備的技能或能力，例如低年級學生操作技能有限，不適合作複雜的操作(例如紙的疊高比賽)，也不適合探討較為抽象的科學概念之遊戲(例如表面張力)。其次要思考的是遊戲的參與方式以及進行的方式，例如「找偵探(猜猜看)」是適合全班進行的解謎遊戲，「紙花」則適合小組進行的解題遊戲。接著我們必須思考遊戲進行時的規則並準備器材，例如「找偵探(猜猜看)」只能發問是/不是、對/不對等的二分法問題，玩「紙蜻蜓」時不可以往上拋。初步設計之後，教師必須先行嘗試操作，一方面熟悉操作過程，另一方面可以發現是否有事先未注意到的問題，以便修飾遊戲的進行方式或規則。

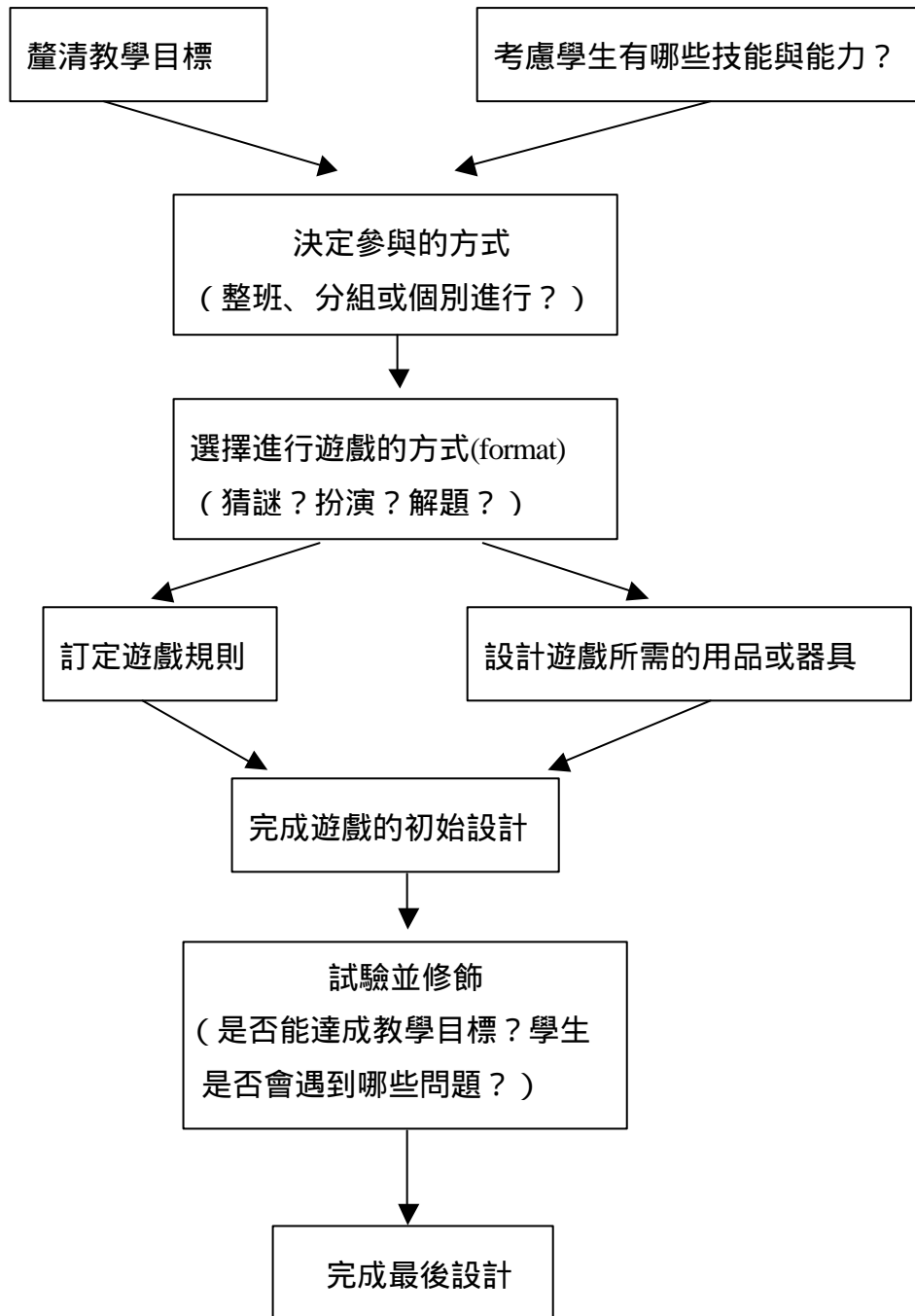


圖 4 科學遊戲之設計 (取自 Coble & Hounshell, 1982)

除此之外，將遊戲或是童玩擴展為科學教學活動，必須把握讓學生動腦筋的原則，亦即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。例如「水中蠟燭」的科學遊戲：將蠟燭置於水槽中，固定底部(以蠟油黏住底部)，加水加到蠟燭只露出水面一點點，點燃蠟燭後，觀察蠟燭燃燒，可以發現蠟燭持續燃燒至低於水面。這個活動如何擴展為科學教學？如果只是單純的進行操作，讓學生發現有趣的現象，教學價值將極為有限。

如果進一步讓學生解釋現象，瞭解其原理，因而獲得某些科學概念 - 「蠟燭可以繼續燃燒是因為水使蠟油凝固，形成保護膜」，則能提高活動的教學意義。但是我們的教學可以更豐富、更為深入。例如由於蠟燭仍然會熄滅，我們可以設計一個適合高年級學生的科學探究(scientific enquiry)活動，整個教學程序簡述如下：

- 1.將長度相同、粗細不同的蠟燭各一隻，固定於水槽。再將水槽注入水，直至蠟燭只露出水面約 0.5cm。
- 2.將蠟燭點燃，靜靜觀察蠟燭燃燒至水面以下，蠟燭燃燒至某個程度仍然會熄滅。(視教學時間許可，以示範方式或者小組操作皆可)
- 3.小組討論：「蠟燭可以燃燒至水面以下的原因？」，討論後教師歸納指導。值得注意的是，教師引導討論時，須注意等待時間(wait time)、多發問開放性問題的原則。
- 4.教師拋出問題：「粗細不同的蠟燭是否有差別？」，學生應可發現較粗的蠟燭燒得越低於水面(深度)，亦即較細的蠟燭比較容易熄掉。
- 5.教師再拋出問題，以小組討論方式思考：「還有哪些因素會影響蠟燭燃燒低於水面之深度差異(避免使用燃燒時間差異)？」，我們期望學生能說出影響因素除了蠟燭粗細以外，還包括蠟燭點燃前露出水面的高度、點燃前燭蕊的長短、環境或人為因素(風吹、水面晃動)等等。
- 6.教師說明「變因」的分類(如控制的變因、操縱的變因)，以及應變變因的測量方法(測量蠟燭低於水面的深度)。
- 7.各小組決定要探究的變因(每組只選一個變因)，但是環境或人為因素不包含在內---因為具有變動性或個別差異(此問題也可做為討論問題之一)。
- 8.各小組討論如何進行實驗操作，以解決要探究的問題。在教師指導與確認後各小組進行實驗。
- 9.各小組成果報告。

以上所述是筆者由日常生活與教學經驗累積的部分活動設計，這些活動原本都是單純的遊戲，甚至是來自其他學科(如紙花)，筆者只是注意到這些活動的潛在教學價值。而對於科學教學的素材如何取得的問題，除了多留意日常生活的各種現象，也可以參考坊間出版的有關「有趣的科學遊戲」的書籍，或是利用網路資源，以科學活動、科學遊戲或科學實驗為關鍵字蒐尋，可以找到不少相關網站。只要用點心，相信每位老師都能設計出有趣、豐富並且滿足學習需求的自然與生活科技教學活動。

參考文獻

- 林家蓉譯(民 89)：365 個簡單有趣的科學遊戲。台北：方智出版社。
- 施雯黛譯(民 89)：77 個簡易好玩的科學魔術。台北：方智出版社。
- 陳忠照(民 89)：圓一個快樂童年的夢---親子科學遊戲的實施。國民教育,5,26-32。
- 陳宣伯(民 90)：國民小學教師對九年一貫課程的意見調查研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文(未出版)。
- 陳惠芬(民 89)：「科學趣味競賽」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。
- 游家政(民 88)：再造「國民教育九年一貫課程」的圖像---課程綱要的規劃構想與可能問題。教育資料與研究, 26 期, 14-18。
- Coble, C. R., & Hounshell, P. B. (1982). Teacher-Made Science Games. *American Biology Teacher*, 44(5), 270-77.