

# 國小「酸鹼」與「氧化還原」教學模組 設計及學童科學創造力之實作評量

洪 文 東\*

## 摘 要

本研究設計之教學模組主要依據 Treffinger 和 Isaksen(1992)所提出的創造性問題解決模式(Creative Problem Solving, 簡稱 CPS), 其中「酸鹼」主題依實際教學情境需要加以修正為五個階段：1.產生困惑 2.發現問題 3.產生想法 4.選擇想法以解決問題 5.評鑑結果。「酸鹼」主題包含：「水溶液的性質」、「自己動手做天然指示劑」和「酸鹼溶液的混合」；「氧化還原」主題包含：「神奇變色魔法」與「神秘之火」。藉由 CPS 之教學過程激發學童的科學創造力，並促進其對科學問題解決的能力。本研究之「氧化還原」主題教學，實驗組為高雄縣某國小六年級某班學童 20 人，控制組為另一班學童 23 人；「酸鹼」主題教學，實驗組為屏東縣某國小五年級學童 26 人，控制組為另一班學童 28 人。進行實驗教學後，從教室觀察學童反應進行質性分析研判，並以「等組後測設計」，施以有關「科學創造力」與「問題解決能力」實作評量。研究結果顯示實驗組在科學創造力與問題解決能力上之表現，顯著優於控制組。此結果顯示本研究所開發之教學模組確能激發學童之科學創造力與問題解決能力。

**關鍵詞：**科學創造力、酸鹼、氧化還原、問題解決能力、教學模組

---

\*洪文東：國立屏東師範學院自然科學教育學系教授

## 壹、緒論

### 一、研究緣起

隨著社會的急遽變遷，要適應未來的挑戰，需要的不只是既有知識的累積，更需要有主動學習、創造應變及解決問題的能力。因此，現行九年一貫課程總目標強調的是能力的開拓，而不只是知識的傳授。教育的目的主要在訓練學生如何運用所學得知識以解決問題。因此，一些教育學者乃將「解決問題」視為一種高級思考(High order thinking)，並可藉由問題解決之思考歷程來培養學生的創造力(陳龍安,1995;邱美虹,1993;張玉成,1993;Parnes,1967;Champagne,1988;Sternberg,1987;1995)。Yager(1996)在推展其 STS 科學教育理念時，曾進一步指出科學的核心在科學概念與科學過程，因此必須透過科學過程來理解科學概念，才能發揮科學創造力，進而能應用於日常生活問題之解決。現今國小自然科教學非常鼓勵小朋友經由觀察及實驗活動來探究自然現象及周圍事物，透過實驗活動可以訓練小朋友經由觀察、測量、設計實驗.....等等科學過程，學得科學家之科學過程技能，從而激發其科學創造力表現，並促進其科學問題之解決能力，因此科學實驗活動在國小自然科教學有相當的重要性。所以，教育部(2001)所公佈的九年一貫課程暫行綱要中有關「自然與生活科技」課程目標亦強調「培養獨立思考與解決問題」之基本能力。

從認知心理學的觀點而言，創造力是「解決問題」的關鍵，創造的過程也是一種解決問題的過程。再從科學的邏輯觀點而言，科學的創造力之不同於一般創造力主要在其科學探究過程中強調的邏輯一致性，透過「科學的過程」才能突顯科學創造力之獨特性。曾志朗(1999)在「不同凡想」一書(Sternberg & Lubart 著，洪蘭譯，1999)中指出：「改變歷史以及替人類帶來精神文化遺產的，多半是創造，而不是發現與發明」。可見創造力是二十一世紀最重要的人力資源，值得加以培養。

有鑑於此，本研究乃以化學單元「酸鹼」與「氧化還原」為主題

依「創造性問題解決」(Creative Problem Solving)教學模式設計教學模組，期能從問題解決歷程中培養國小學童之科學創造力，並藉由研究者所發展之實作評量工具，評估國小學童之科學創造力與問題解決能力表現，經由教學實驗處理進行分析批判，探討其中適切可行之培育模式，藉以提供後續實證研究之參考。

## 二、研究目的

根據上述之研究背景與動機，本研究主要係開發國小階段化學單元教學模組及有關學童科學創造力與問題解決能力之評測工具，茲將本研究之目的進一步說明如下：

- 1.設計開發從問題解決能力培養國小學童科學創造力，以化學單元之「酸鹼」與「氧化還原」為主題之教學模組。
- 2.設計與開發國小學童科學問題解決能力與科學創造力之實作評量評測工具，以調查了解國小學童科學創造力與科學問題解決能力之表現情況及其中之關聯性。
- 3.根據所設計之「酸鹼」與「氧化還原」主題教學模組，進行教學實驗處理，期能探討出適合的科學創造力教學模組與教學培育模式。

## 三、研究範圍與限制

本研究藉由教材分析、文獻探討、設計「酸鹼」與「氧化還原」教學模組，並配合自行開發之實作評量評測工具，調查了解學童科學創造力與問題解決能力表現，最後根據所研擬之教學模組，進行準實驗研究法之實驗教學處理，經由定性描述、定量統計及參與觀察等多種途徑進行三角校正(Triangulation)，並加以分析研判，期能從中提出適切可行之由問題解決能力培養科學創造力教學模組與教學模式，以及有效之問題解決能力與科學創造力實作評量評測工具。

### (一)研究範圍

本研究範圍以國小五、六年級中有關「酸鹼」單元、「氧化還原」單元為主題，針對下列概念內容進行教學模組之設計、試教與評估：

- 1.酸與鹼:物質的酸鹼性、酸鹼指示劑、酸鹼中和。

2.氧化與還原:燃燒與滅火、促進氧化還原的環境。

## (二)研究限制

本研究主要嘗試將實作之精神融入教學中，由於實作評量是相當費時的，故選取之研究樣本不大，無法進行前測，因此採用「等組後測」設計。實驗教學時間有限，加上實作歷時約八週，只能以此探討研究評估學童之科學創造力與問題解決能力。

# 貳、研究理論基礎

## 一、科學創造力與問題解決能力之意義

科學是一套組織化與系統化之知識體系。在人類求知活動中表徵著一種思考方式。由於好奇心、與求知慾之驅使，促使他們去思考問題與解決問題。由哲學與認知心理學觀點觀之，此種活動即是一種創造性活動，因為他們的心靈中早已建構出一套觀念去合理的解釋自然現象。(Collette, A. T. & Chiappetta E. L. 1994)。

創造的本意，有「賦予存在」的意思(Gove, 1986)，心理學上則指出創造是一種能力，它包含著敏覺力(Sensitivity)、流暢力(Fluency)、變通力(Flexibility)、獨創力(Originality)、精進力(Elaboration)(Guilford,1986)。科學上的創造，更是具有這些能力。

創造者以個人的科學素養，運用適切的思考方式，經由歸納、演繹進行描述、解釋與預測，然後發現新事實、發明新產品、或創造出新理論，從中表現出獨特的科學創造力。創造之核心在於心智運作，一般人只要能正常的心智運思，便能發揮其創造力，並且在層次上有不同程度的發展與表現(Torrance, 1972;Sternberg & Lubart, 1995；洪文東，1997；2001；2002)。

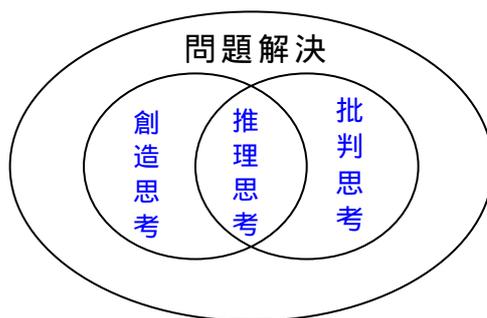
以心智的運作而言，國內學者張春興(1997)認為「問題解決」是個人企圖達到某一目標時，所產生的思考心理歷程。以行為的歷程而言，Kahny(1986)認為「問題解決」是利用個人已學過的知識技能去滿足情境的需要，以獲致解答的過程。Mayer(1992)主張「問題解決」是從已知敘述到目標敘述的移動過程，而問題解決的思考是朝向某種目

標的系列運作。鄭昭明(1993)認為「問題」是指兩個狀態的衝突與差異，一是現在狀態(Presented state)，一是目標狀態(Goal state)，而解決問題的思考歷程就是一個目標導向的歷程。

由此可知，所謂「科學問題」是指個人在處理科學有關的情境時所面臨的一種困境。「科學問題解決」是個體根據以往的科學認知經驗與能力，面對科學問題時，運用思考策略提出有效的方法去解決現在問題情境與目標之間差異的過程。

## 二、科學創造力與問題解決能力之關係

晚近一些問題解決的研究者，已開始強調「創造力」也是問題解決的關鍵之一(洪文東，2000；Higgins，1994)。Guilford(1967)認為創造性的問題解決是一種複雜的思考過程，其所必須包含的思考運作包括：認知、記憶、發散性思考、收斂性思考和評鑑，這些都包括在他所提出的智能結構(Structure-of-intellect model)中。以思考特性而言，Guilford 認為與創造力有密切相關的是發散性思考與轉換因素，某些學者甚至把 Guilford 的發散思考能力解釋為創造力(張春興和林清山，1973)。Torrance(1970)曾針對 Guilford 智力結構中的發散思考理念，提出三方面的特質：流暢性、變通性、獨創性。而發散性與轉換因子間交互作用的結果是獨創性的泉源；發散性與應用的交互結果就是精進性(陳龍安，1994；張玉成，1983；Guilford，1977)。除了發散性思考外，問題解決亦須收斂性思考，收斂性思考是指個人利用已知的知識和經驗作為引導，從個人儲存的資料中尋求正確答案的推理性和邏輯思考。此外，在創造或問題解決的過程中，從發現問題開始到結論的核對，都需要評鑑以評定所處理的訊息是否合乎目的(郭有邁，1985)。此種評鑑亦即是一種批判性思考。從創造性問題解決歷程的觀點來看，研究者認為問題解決應不只是一般所認為只運用推理思考而已，也必須運用到創造性思考與批判性思考(Treffinger & Isaksen，1992)。英國牛津技巧教學(The Oxfordshire Skills Programme)中以促進兒童思考能力為目的，其內涵包括批判思考、創造思考、推理思考和問題解決。其間關係如下圖一：

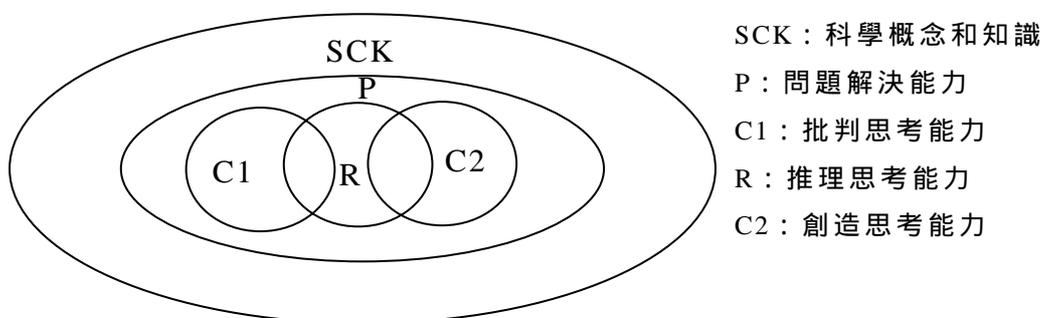


圖一 問題解決與創造力之關係(Coles & Robinson , 1989)

據此，研究者認為「問題解決能力」必須具備三種思考能力：創造思考力、批判思考力和推理思考力，並建議應由學童的問題解決歷程中培養其科學的創造力。

### 三、由問題解決能力培養科學創造力

科學發展的過程可視為不斷進行科學問題解決的歷程。問題解決最根本的問題在於「心智運作」；個人的心智運作才是問題解決的核心所在。創造性問題解決是一種高層次的心理思考活動。由科學發展歷史觀之，科學研究之歷程，其實涉及了很多科學創意在其中，如果沒有這些科學家的創造力，科學上一些研究的問題將無法突破。可見科學上解決問題能力和創造力之關係至為密切，職是之故，我們應可從問題之歷程中去培養學生的科學創造力。Yager(1996)曾指出科學的核心在科學概念與科學過程，必須透過科學探究過程來理解科學概念，才能發揮科學創造力，進而能應用於日常生活之問題解決。因此，研究者將圖一再修改為圖二表示：



SCK：科學概念和知識  
 P：問題解決能力  
 C1：批判思考能力  
 R：推理思考能力  
 C2：創造思考能力

圖二 科學創造力與科學問題解決能力關係圖(改自洪文東，2000)

科學的創造思考能力是植基於既有的科學專門領域之上，進一步的加以創新，想出別人想不到的科學觀念，產生別人所製造不出來的新奇事務的能力(洪文東，1997)。而創造思考依 Guilford(1971)的看法分成流暢、變通、獨創、精進和敏覺等思考能力，以國小學童而言，研究者先前研究「創造型兒童思考特性」(洪文東，1999；2002)發現，前三項表現較為明顯。而科學創造力之所以與一般創造力之不同，除了須具備科學領域的相關知識之外，亦蘊含對於思考產品強烈之邏輯推理的適切性，所以根據上圖，研究者以科學概念知識為基礎，結合創造力中的「流暢」、「變通」、「獨創」思考力來表徵學童的科學創造力。並在科學創造力之基礎上，研究者嘗試以科學概念知識為基礎的「流暢」、「變通」、「獨創」，再結合「推理」、「批判」等思考力來代表學童的「科學問題解決能力」。九年一貫課程「自然與生活科技」的課程綱要中，明白的指出教學的目的在於培養學生「主動探索」、「獨立思考與解決問題」等能力(教育部，2001)。新課程的實施強調的是能力導向，相信更迫切需要有關科學創造力與問題解決能力相關之研究，以提供教師教學與研究之參考，因此學童之科學創造力與學問題解決能力之培養，實值得本研究加以探索。

#### 四、教學模組設計與實作評量

國民中小學九年一貫課程最大的特色是課程保持彈性，由於課程的彈性，因而模組(Module)之教學設計應運而生。所謂「教學模組」係指以同一主題貫穿之一系列教學活動，每個活動皆與主題相關且獨立存在，教師依實際教學需要自行組合有關的教學單元(姚如芬，2001)。模組之設計者根據主題有關概念之知識架構，參酌相關的教學理論，設計出多元化的教學活動；而模組之使用者，可以依自己專業經驗選擇合適之單元與教學策略，並進行教學活動與教學評量，期能達成最好之教學成效(賴慶三和楊繼正，2001)。

以「自然與生活科技」學習領域而言，其課程精神乃與 Yager (1992, 1996)STS 之教學理念相呼應，研究者認為教學模組是一個以探討及解決社會上或生活上有關的問題為主題，由探討及解決相關的子

問題所組成之教學系列活動，其內容是一個主題式教學，包括社會議題、生活事件等有關問題之探討，並因應教學目標與時數而作彈性取捨，其方式也是多元的。例如：實驗設計、動手實作、調查報告、戶外教學、外埠參觀等。因此教學模組是一套以學生為主體，以生活為中心之主題式、生活化、適性化的統整教學活動設計，其內容與方式是多樣化而且符合學生之學習心理的。

所謂實作評量乃指教師編擬與學習成果之應用情境，頗類似的模擬測驗情境，測量學生表現所知、所能的學習結果。藉由學生完成某作業，來評量其學習情況之一種途徑。實作評量的取材大多與實際生活相關，以強調實際操作與解決問題，促進學生運用所學所知去解決真實生活問題，充分學以致用。(余民寧, 1997; 吳鐵雄和洪碧霞, 1998; 陳英豪和吳裕益, 1991; Airasian, 1996; Aschbacher, 1991)。研究者綜合國內學者林月仙(2000)及王寶壟(1995)有關實作評量各種特質整理歸納列成表一。

表一 實作評量特質

	實 作 評 量
例	美國教育成效評鑑(NEAP)、日本的實用英文技能檢定測驗、我國的「全民英語能力認證」、體能測驗。
作答方式	「自作答案」正確答案不只一種。
題目內容的廣度和深度	一個題目所要評量的內容較廣，同時考量多項的知識技能，可以評量高層次的思考、推理以及策略的應用。
時間限制	有一定的時間限制
施測情境	在虛擬情境或人為的工作站中進行。
評量方式	直接觀察行為表現的過程或作品
評分方式	過程與結果並重，計分不易
適用情境	在教學過程中的評量或是強調技能表現的科目評量
優點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.能讓學生在真實或虛擬情境中表現其知識或技能。</li> <li>2.較能要求學生證明其較高層次之思考與問題解決能力。</li> <li>3.不僅重視最後結果或作品的呈現，亦強調獲致最後結果的歷程。</li> <li>4.學生需統整其所學的知識與技能，並以整體的方式表現出來，較能從各種不同的角度反應學生的個別差異。</li> </ol>

缺 點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 評分者信度是否足夠是個問題。所得到的分數可能只代表評分者個人的主觀印象。</li> <li>2. 實作評量由於所需實施時間較長，限制了作業取樣的數量，因而影響其信度。</li> <li>3. 由於其評量項目多元，因此需精心設計符合建構效度的評鑑標準。</li> <li>4. 教師專業智能需配合提昇，否則實作評量的可行性與效果會大打折扣。</li> <li>5. 成本高，題目設計及施測的時間都長，評分也需較多的人力，資料記錄和儲存要花較多的時間和金錢。</li> </ol>
-----	--

由表一可看出，實作評量雖然耗費較高之成本，但較能評量高層次的思考、推理以及策略的應用。故本研究融入「實作評量」之精神，進行預試、評估與修訂，期能評測出學生個別的科學創造力與問題解決能力之表現。

## 參、教學模組及實作評量之設計

### 一、緣由

本研究希望從問題解決的歷程增進國小學童之科學創造力。從文獻上發現各種問題解決的過程中以創造性問題解決之模式(Creative Problem Solving, 簡稱 CPS)較為符合科學問題解決的模式，因此根據主題教學流程之需要將 CPS 流程修正(Revise)為「產生困惑」、「發現問題」、「產生想法」、「選擇想法以解決問題」、「評鑑結果」，稱之為 RCPS。依 RCPS 模式設計「酸鹼」主題教學模組；另依 CPS 模式設計「氧化還原」主題教學模組。

此外對於學童科學創造力的評量而言，目前並沒有標準化的測驗工具，究其原因，除了評量工具發展的困難性之外，有其領域知識的相關性。亦即受試者必須對科學領域有足夠的基本知識，才能發揮其科學創造力。因此本研究擬開發一套有關科學領域的科學創造力及問題解決能力評測工具。

## 二、教學模組設計：

本研究所開發之教學模組依現行國小五、六年級有關之化學教學單元：酸鹼性、氧化還原，分別設計不同單元之教學與學習活動，「酸鹼」主題包含：「水溶液的性質」、「自己動手做天然指示劑」和「酸鹼溶液的混合」三個教學單元。「氧化還原」主題包括「神奇變色魔法」與「神秘之火」二個教學單元。其教學活動目標如下：

酸鹼主題活動一：水溶液的性質(80 分鐘)

- 1.由學習活動，知道日常生活中的水溶液有潛在的危險性，在取用時要先做好保護措施。
- 2.由學習活動中了解水溶液的基本性質。
- 3.知道如何對酸性、中性與鹼性的水溶液下定義。

酸鹼主題活動二：自己動手做天然指示劑(80 分鐘)

- 1.知道日常生活中所見到的幾種植物可以用來做為檢驗水溶液酸鹼性的天然指示劑。
- 2.由討論的過程中，能探討某些植物適合當成指示劑材料的原因。
- 3.能從現有的器材中，找出多種萃取植物汁液的方法。

酸鹼主題活動三：酸鹼溶液的混合(80 分鐘)

- 1.知道生活中的許多水溶液有潛在的危險，尤其是常常用到的醋、鹽酸等。
- 2.從實際的例子中，能討論出生活上酸鹼中和的現象與原理。
- 3.從實驗操作中，知道要如何把危險的強酸、強鹼變成弱酸、弱鹼或中性。

氧化還原主題活動一：神奇變色魔法(120 分鐘)

- 1.觀察到物質在空氣中產生變化。
- 2.能根據自己對相關因素的猜想，設計出可行的實驗去驗證。
- 3.能找出影響物質氧化速率的相關因素。如溫度、水分、酸性環境等。
- 4.能設計出一些促進物質氧化的方法。
- 5.了解不同的環境條件下，物質氧化速度也會不一樣。

6.從活動中激發學童之科學創造力、問題解決能力與團隊合作的精神。

氧化還原主題活動二：神秘之火(120 分鐘)

- 1.能了解燃燒的基本要素。
- 2.能觀察並發現到各種物質燃燒前、燃燒中和燃燒後的特性變化。
- 3.能夠設計出便捷迅速的流程來完成實驗。
- 4.能對物質的燃燒特性加以合理的分類。
- 5.從活動中激發學童之科學創造力、問題解決能力與團隊合作的精神。

本研究為符合研究之要求，儘量依 CPS 之精神設計教學活動，期能由問題解決中培養創造力。然而亦會依主題之內容性質不同而對整個程序略作修正，以提高學生之學習效果。有關於教學活動設計之詳細內容，因限於篇幅，筆者僅舉例酸鹼主題活動三：「酸鹼溶液的混合」及氧化還原主題活動二：「神秘之火」如表二與表三加以說明。

此活動係依創造性問題解決模式的精神加以設計，酸鹼主題教學活動配合主題教學之需要將 CPS 流程修改為「產生困惑」、「發現問題」、「產生想法」、「選擇想法以解決問題」、「評鑑結果」，稱之為 RCPS。氧化還原主題教學活動因時間較長，仍依 CPS 之流程進行。每一階段中都要求學生提出各種想法及歸納出最有可能結論以充分激發其發散性與收斂性思考能力，並依學習活動需要，設計學習單。

表二 科學創造力「水溶液的酸鹼性」單元教學設計  
(活動三：酸鹼溶液的混合)

學習情境	教學過程 ( RCPS )	兒童活動	時間	評量
	產生困惑 ( 引起動機 )			
教師準備自製指示劑的材料、醋酸、蛋、蛋殼，以及一些水溶液。 小朋友，想一想在家裡面可能會用到或喝到哪些水溶液？	學生發表 * 會用到洗潔精、肥皂 水、醋、洗廁劑、鹽水 * 會喝到果汁、糖水、飲料		5	能說出常用的水溶液

<p style="text-align: center;"><b>發現問題</b></p> <p>這些水溶液對我們來說，會不會有什麼安全顧慮？我們學過了水溶液的酸鹼性質了，日常生活中用的水溶液中，有哪些是酸性？哪些是鹼性？</p> <p>教師用燒杯裝醋酸，將蛋殼放進去並蓋上玻璃蓋，並展示之前已弄好的醋酸蛋。（以免醋酸的味道讓人聞了不舒服）</p> <p>小朋友猜猜看燒杯裡的東西會有什麼變化？</p> <p>想一想為什麼蛋和蛋殼放到醋裡面會這樣？醋酸還算是比較不強的酸，都可以讓蛋在短短的時間變成這樣。強酸和強鹼腐蝕性更強、更危險，有沒有辦法能讓強酸或是強鹼變的比較弱，或者成為中性呢？</p>	<p>* 大概還安全吧！</p> <p>* 我們做過一些水溶液（由學生依照真實情境回答）</p> <p>* 哇！蛋變得好奇怪？（學生依照實際的變化回答）</p> <p>* 是醋的關係嗎？</p> <p>* 有什麼辦法呢？（給學生時間思考）</p>	<p>15</p> <p>5</p> <p>5</p>	<p>能說出常用的水溶液之酸鹼性</p> <p>能由觀察到的現象仔細思考</p>
<p style="text-align: center;"><b>產生想法</b></p> <p>想想看，當醫生說你胃酸過多的話，給你吃的藥，是什麼性質的藥，才讓胃酸變少？</p> <p>將胃藥加水溶解，檢驗酸鹼性。（鹼性）</p>	<p>可能鹼性的藥讓胃酸變得比較少了，那我們可以用鹼性的東西讓強酸變弱，甚至到中性；或者用酸性的東西，讓強鹼變弱（由學生自由發表）</p>	<p>10</p> <p>25</p>	<p>能思考推理減弱酸鹼的方法原理</p> <p>能合作做</p>

<b>選擇想法以解決問題</b>		15	實驗
現在就讓我們來試驗你們的想法會成功嗎？ 開始進行酸鹼混合的實驗，先利用材料做出酸鹼指示劑，引導學生進行「混合」的實驗	學生依照老師的引導，把一些水溶液分類，再利用指示劑做酸鹼溶液的混合，觀察指示劑顏色變化，記錄下來並討論。		
<b>評鑑結果</b>			
各組發表實驗結果記錄： * 當強酸加上鹼性的東西的時候，會有一些變化，一直到指示劑變顏色，就可以知道它變成鹼性了 * 一直到指示劑回到原來的顏色應該是中性了吧！ （由學生真實看到的情況發表） * 教師統整歸納	學生觀摩發表，得到概念： * 生活中會有一些強酸和強鹼的溶液很危險，要小心使用 * 我們可以把酸和鹼加在一起，改變它們的性質	能說出酸鹼混合的狀況	

表三 創造性問題解決「氧化還原的探討」單元教學設計  
(活動二：神秘之火)

學習情境	教學過程 (CPS)	兒童活動	所需器材	時間 min
<b>發現困難</b>				
小朋友！我們都知道燃燒需要什麼條件呢？ 老師表演一些物質燃燒的結果。 細木頭、酒精...。	兒童發表 · 氧氣。 · 燃燒物。 · 加熱。		小木片、酒精、布片、銅線、湯匙、鋁箔盆、酒精燈	5
<b>尋求資料</b>				
你燒過什麼東西？或人家燒什麼東西嗎？可燃物有哪些型態？	· 烤乳豬、燒金紙、燒稻草 · 固態、液態....			10

<p>燃燒前、燃燒中、燃燒後 有什麼不同? 味道怎樣?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 變黑、變硬。</li> <li>· 臭臭的、香香的。</li> </ul>				
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">發現問題</div>					
<p>老師發下實驗材料: 小朋友!發下去的燃燒實驗材料。 小朋友你知道小量筒裡面裝的是什麼東西嗎?它們在燃燒後會有什麼結果?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 木頭</li> <li>· 棉花</li> <li>· 應該會變黑吧!</li> </ul>	<p>依實驗器材表提供各組器材。</p>	<p>3</p>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">尋求構想產生想法</div>					
<p>小朋友!有些東西是可燃的,有些東西是不可燃的。你們必須要加以燃燒並在紀錄表記錄其特性,越詳細越好。老師桌上的器材都可以用。要怎麼做才會快呢?</p>	<p>思考時間:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· NO.1 有什麼特性呢?</li> <li>· NO.2 有什麼特性呢?</li> <li>· 先做.....再做.....</li> </ul>			<p>活動紀錄表</p>	<p>12</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">尋求解答</div>					
<p>小朋友!開始做,並請你們將特性一一詳細紀錄下來,並請畫一張分類表,將它們的特性加以分類。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 填寫紀錄表</li> <li>· 特性分類。 (全組活動單2)</li> </ul>		<p>40</p>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">尋求接納</div>					
<p>老師請各組將實驗的方法和實驗的結果寫在黑板上,分組報告實驗結果。</p>	<p>兒童按設計的實驗步驟實際操作,並將結果記錄在活動單上。</p>				
<p>小朋友!這些實驗的結果你們覺得哪些是有很道理,哪些是你不同意的?你們覺得哪一個是最好的</p>	<p>兒童觀摩他組的實驗設計和結果。</p>		<p>30</p>		

<p>呢？為什麼？</p> <p>請各組上台發表他們討論的結果。</p> <p>善後工作</p>	<p>各組討論並記錄於投影片上</p> <p>兒童發表及討論。</p>		<p>10</p>
--	-------------------------------------	--	-----------

### 三、實作評量設計

本實作評量設計是以先前「酸鹼」與「氧化還原」教學模組所應用之概念為基礎，用以評量學生在接受模組教學或一般教學後，其科學創造力和科學問題解決能力之表現差異。茲將評量設計說明如下：

(一)適用對象：國小高年級學生。

(二)主題活動：「酸鹼」主題以天然指示劑試驗未知溶液，研判其酸鹼性；「氧化還原」主題以對各種物質燃燒現象的觀察，並對其特性加以描述，進而對其特性進行分類。

(三)時間：每一主題活動以 20 分鐘內完成為原則。

(四)評量方式：分成二部分：第一部份是在實作現場根據評分者對受試者直接觀察，並根據其行為表現加以評分。第二部分是根據其在實驗過程中所做的紀錄加以評分。

(五)器材：需要事先準備實作有關酸鹼指示劑、未知酸鹼性之溶液、燃燒材料及輔助器材等實驗材料。

(六)評量之題目內容：

1.酸鹼主題活動，實作評量題目如下，(實驗操作評量表詳見附錄一)：

- (1)小朋友，桌上有紫色高麗菜汁、各種實驗的器具和三杯已知的水溶液，如標籤所標示，有氨水(鹼性)、果汁(酸性)、水(中性)，請你利用紫色高麗菜汁作為指示劑，瞭解紫色高麗菜汁在酸、鹼和中性的水溶液中的顏色，將你所實驗出的結果放置在提示板上。
- (2)現在，桌上出現三個未知酸鹼性之溶液，請你利用以上的結果，完成下表。
- (3)在實驗過後，如果我們要將剩下的酸鹼溶液(桌上燒杯)拿來澆

花，我們要如何處理才能不傷害植物呢？請你完成這個任務！

在實作後隨即進行筆測，其評量題目如下，(實驗紀錄評量表詳見附錄二)：

- (1)你認為指示劑應該是什麼性質？原因有哪些？
- (2)在實驗過程中，你發現什麼特殊現象嗎？
- (3)你認為這樣的實驗過程，有哪些部分可以應用到生活中？
- (4)你對這個活動有什麼建議嗎？

2.氧化還原部分：實作評量題目內容如下(實驗操作評量表詳見附錄三，實驗紀錄評量表詳見附錄四)：

- (1)「小朋友，請將所提供的材料加以燃燒，並利用相關需要的器材，從中觀察來找出這些東西在燃燒前、中、後到底有什麼特性(活動單一)。寫的越詳細越好喔！
- (2)最後請用你自己的方法將這些物品加以分類(活動單二)。

(七)評量標準：

#### 1.酸鹼主題活動

此評測工具共有三個題目，其功用在於評量學生之流暢性(T)、適切性(P)、獨創性(U)三個部分

- (1)流暢性(T)：依據學童所填寫之答案數給分，一個「完整」的答案給 1 分
- (2)適切性(P)：依據學童所填寫之「適當切題」答案數給分，剔除與題目無關之答案，一個適當切題的答案給 1 分
- (3)獨創性(U)：依據學童所填寫之「獨特」答案數，必須由適切之答案數中進行挑選，依照其獨創比例(U/P)給分。

檢核表之評分分數分為獨創部分與完成部分。獨創部分之評分是評定受試者在實作過程中「獨特」、「特殊」部分，一個給予 1 分。完成部分之評分是評定受試者在實作過程中所完成的項目，分三個層次：完成給 2 分、部分完成給 1 分、未完成給 0 分。

#### 2.氧化還原主題活動

- (1)實驗操作部分(評量表見附錄三)：

將學生在實驗操作過程中的行為表現，在 中打 $\checkmark$ 。各個單項可

得的分數為該項最後( )中所指明的數字。擴散性思考部分僅評獨創性表現。收斂性思考表現各部份的項目分別計分，則為該部分之得分。此部份成績須與實作紀錄部分一起評分；問題解決能力總成績的計算則是以上二部份的得分加總，同時視學生的其他行為特徵或特殊表現予以加減分。此外，學生的特殊表現及其他未列於表中的行為、實驗中學生所發問的問題或觀察者所作的回答皆可重點記錄於後第四大項之補述。獨創性依所採用之方法用來評其獨創性，評分者可依其獨創性特色，或佔所有方式中的比例，未滿 1/5 給 2 分，1/5~1/3 給 1 分，超過 1/3 得 0 分。第二題實驗結論方面，亦視其結論之獨創性給分，評分方式同於第 1 題。觀察者可先紀錄，事後收集所有紀錄之後，再加以評分。

(2)實驗記錄部分(評量表見附錄四)：

擴散性思考部分，流暢性以實作過程中各特性之反應數計分，每個特性一分。變通性以分類時總共的類別數計分，每個類別 1 分。獨創性以實作中發現別人所沒注意到的特性數計分，每個亦計 1 分。

收斂性思考部分針對提出的合理性反應數及分類結構之合理之路徑數計分(每條 1 分)。其餘依實際紀錄情況勾選；所填寫的文字紀錄是否正確清楚有條理，容易瞭解是否繪圖說明。實驗活動紀錄總分是由第一項發散思考總分加上第二項收斂思考總分的總和。

全部實作評量之科學問題解決總分，應由實作操作部分總分加上實作紀錄總分而得。科學創造力計算方式是將操作和記錄二部分擴散性總分加總所得。

## 肆、研究方法與進行步驟

本研究藉由教材分析、文獻探討、設計國小自然科化學主題教學模組，並配合自行開發之評測工具，調查了解學童科學創造力與問題解決能力表現，根據所研擬之自然科化學主題教學模組，進行準實驗研究法之實驗教學處理，採用「等組後測」方式，比較處理效果，經由定性描述、定量統計，並加以分析研判，期能從中提出適切可行之

由問題解決能力培養科學創造力教學模組與教學模式，以及有效之國小學童問題解決能力與科學創造力評測工具。

## 一、研究樣本

本研究採立意取樣以高屏地區國小五、六年級學童為研究對象。然而限於實作評量之人力、物力及學校行政之配合等因素，無法大樣本進行實驗。在「氧化還原」部分，控制組選取高雄縣某國小六年級某班學童 20 人，實驗組為六年級另一班學生 19 人(已扣掉無效樣本 4 人)。在「酸鹼」部分，控制組取屏東縣某國小五年級某班學童 28 人，實驗組為五年級另一班學生 26 人，參與實驗教學之教師同為本研究小組之研究人員，均能了解研究之理念、目的與方法。

## 二、研究工具

本研究採實作評量方式，自行開發有關「酸鹼」與「氧化還原」主題之科學創造力與問題解決能力評測工具(如附錄一至四)，並以洪文東(2001)所開發並已效化之問題解決能力及科學創造力之紙筆評量工具進行效標關聯效度考驗。

## 三、研究步驟

(一)依教材分析設計以「酸鹼」與「氧化還原」二單元為主題之教師教學活動方案與學生學習單初稿。

(二)以「實作評量」方式，設計國小學童「科學創造力」與「問題解決能力」之評測工具。

(三)配合「實作評量」精神的評測工具發展，研究小組討論，修正各項教學活動方案及學習活動設計。

(四)依實作活動之需要提出「酸鹼」、「氧化還原」單元評測工具與教學模組之修正(每個單元預計 6 節課完成)，包括：科學創造力與問題解決能力評測工具，及「酸鹼」、「氧化還原」主題教學模組設計。

(五)進行由問題解決能力培養學童科學創造力，「酸鹼」與「氧化還原」主題之預試、評估，經由小組討論修正，並送專家審查修訂

後定稿。

(六)研究小組討論修正科學創造力、問題解決能力評測工具，並送專家審查修訂研究工具內容效度後定稿。

(七)協商實驗學校提供五、六年級個一班學生為實驗組(五年級 26 人，六年級 23 人)進行實驗教學處理。

(八)觀察瞭解學童教學活動中之問題解決能力與科學創造力之表現情形，並以實作評量工具進行後測。

(九)另擇五、六年級各一班學生作為控制組(五年級 28 人，六年級 20 人)，同樣採實作評量進行後測。

(十)進行資料處理統計與分析。

(十一)提出完整之「酸鹼」與「氧化還原」主題教學模組，與適切可行的創造性問題解的教學模式以及科學創造力與問題解決能力具「實作評量」精神之評測工具。

(十二)根據研究發現提出結論與建議。

## 伍、結果分析與討論

本研究將開發之「酸鹼」與「氧化還原」主題教學模組進行實驗教學處理，並以所設計之實作評量及紙筆測驗工具進行「等組後測」之比較，用以評估所設計的「酸鹼」與「氧化還原」主題教學模組之實施是否能激發學童之科學創造力與問題解決能力。茲將研究結果分成施測結果(量化)與實驗教學觀察(質化)兩方面加以討論，分述如下：

### 一、施測結果分析(量的方面)

#### (一)「氧化還原」主題評測工具之信度與效度

在「信度考驗」部分，實作評量所得資料經由二位研究者依據「實驗紀錄評量表」分別評量受試學童實驗紀錄之「發散性思考」表現與「收斂性思考」表現，並依據「實驗操作評量表」評量學童「實際操作」表現。

在「實作評量總分」方面，評分者之相關達.97( $p < .01$ )，顯示二位評分者對於整個實作評量的評分相當一致。進一步對其「發散性思

考」表現部份二位評分者之相關進行分析發現，評分者之相關為.96( $p < .01$ )，達顯著相關，因此評分者對實作評量中「發散性思考」表現之評分亦相當一致。而在實作評量的「收斂性思考」表現部份，評分者之相關為.98( $p < .01$ )，達顯著相關。評分者對於「收斂性思考」表現之相關之所以略高於對「發散性思考」表現之相關，在於「收斂思考」的評分部份較為確定，而在「發散思考」中的獨創性的認定上略有差異。研究者認為這是獨創性的特性之一，獨創性的認定目前仍無法做到完全客觀地步之故。至於實際操作部份，雖也達.87之高相關( $p < .01$ )，但是由於在實驗操作同時，臨場所紀錄之操作行為表現略有不同，有的紀錄的較多，有的紀錄的較少，因此在評分後，顯露出的相關略低於「發散性思考」表現與「收斂性思考」表現所評分數之相關。

在「效度考驗」部分，實作評量與「科學問題解決能力測驗」紙筆測驗之效標關聯效度為.61( $p < .01$ )與其中「科學創造力」之相關為.53( $p < .05$ )，皆具有中度以上之顯著相關。進一步分析實作評量中「發散性與收斂性思考」部份與科學問題解決能力測驗之相關，發現其「擴散性思考」與問題解決能力之相關為.56( $p < .05$ )，而與問題解決能力中的科學創造力相關為.47( $p < .05$ )。而其「收斂性思考」與問題解決能力之相關為.65( $p < .01$ )，而與其中的科學創造力相關為.57( $p < .01$ )。從上述結果中可發現其與問題解決能力皆達中度以上相關，可見實作評量具有相當的效度，亦即實作評量所測量的問題解決能力及科學創造力與紙筆測驗所評量者有其共同性。然而畢竟實作評量與紙筆測驗在形式上是有所不同的，紙筆測驗測不出學童之實驗操作技能、觀念的轉化與應用、熟練度、臨場應變能力，及動作計劃性。因此可能導致兩種不同的評量方式無法達到極高相關。

## (二)「酸鹼」主題評測工具之信度與效度

在「信度考驗」部分，其科學創造力評測工具之內部一致性 Cronbach  $\alpha$ ，實驗組 為.86；控制組 為.91，問題解決評測工具之內部一致性 Cronbach  $\alpha$ ，實驗組 為.77；控制組 為.62，堪稱滿意。

在實作評量之科學創造力評測工具上評分者之間的相關分析，實驗組評分者間之相關係數  $r$  為.94( $p < .01$ )，控制組評分者間之相關係數  $r$  為.96( $p < .01$ )，達極顯著的高相關。在實作評量之問題解決能力評測工具上，實驗組評分者間之相關係數  $r$  為.93( $p < .01$ )，控制組評分者間之相關係數  $r$  為.93( $p < .01$ )，亦達極顯著的高相關。在實作評量之總分上，實驗組評分者間之相關係數  $r$  為.95( $p < .01$ )，控制組評分者間之相關係數  $r$  為.96( $p < .01$ )，亦達極顯著的高相關。由以上結果顯示，評分者對於此評測工具之各個評分項目皆具有相當之一致性。

另外，實作評量與「科學問題解決能力測驗」紙筆測驗之效標關聯效度為.78( $p < .01$ )與其中「科學創造力測驗」之相關為.62( $p < .01$ )。皆具有中度以上之顯著相關。故本實作評量工具可說是具有相當之效度。

### (三)「氧化還原」主題實驗教學處理結果

1. 為了解實驗組與控制組在其組成學生樣本之學習程度上是否有所差異，研究者取二組學生上學期自然科成績及智育總成績進行  $t$  考驗比較如表四。

表四 智育總成績組別統計量

組別	實驗組 (n = 20)		控制組 (n = 19)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
項目						
智育	83.53	11.21	85.21	9.46	.51	.62

從表四中發現二組並無顯著差異( $p > .05$ )。因此大致上而言，二組在一般學習表現上具有同質性。進一步以  $t$  考驗分析二組在自然科的學習表現上是否有明顯的差異，如表五。

表五 兩組自然科成績獨立樣本檢定

組別	實驗組 (n = 20)		控制組 (n = 19)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
項目						
自然科	84.79	10.09	87.89	5.05	1.22	.23

經由分析發現，二組在自然科學習的表現上並無顯著差異( $p > .05$ )。因此大致上而言，二組在自然科學習表現上具有同質性。

2.實驗組與控制組經由實驗教學後，二組經由實作評量其表現，依其表現轉換成數據後,針對其表現比較如下表六。

表六 實驗和控制組獨立樣本檢定

組別	實驗組 (n = 20)		控制組 (n = 19)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
實作	51.95	19.69	27.70	12.69	-4.60	.000

\*\*在顯著水準為 0.01 時 (雙尾), 相關顯著

從描述性統計上可看出，在平均分數上實驗組高於控制組。進一步運用獨立變數 t 考驗比較其差異，如表七，發現二組在平均分數上的差異達顯著水準( $p < .05$ )。也就是說實驗組在經過主題式教學後，在實作評量的表現上比未受主題式教學之控制組學生還要好。至於在與創造力有極密切關係的發散性思考的表現上，實驗組仍表現的比控制組好，且達到顯著差異( $p < .05$ )。

表七 發散性思考部分獨立樣本檢定

組別	實驗組 (n = 20)		控制組 (n = 19)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
發散思考	30.4737	12.3305	15.15	7.922	-4.64	.00

\*\*在顯著水準為 0.01 時 (雙尾), 相關顯著

### 3.男女學生表現之差異性

從男女整體表現上來看，男女生表現平均數的差異不大。進一步分析考驗其差異，如表八，發現二者在實作評量的表現上及其中的發散性思考上並沒有顯著的差異。

表八 男女表現獨立樣本檢定

組別	男生 (n = 8)		女生 (n = 11)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
發散思考	31.13	9.69	30.00	14.40	.19	.85
實作	53.75	14.96	50.64	23.16	.33	.74

#### (四)「酸鹼」主題實驗教學處理結果：

##### 1.實驗組與控制組科學創造力之差異比較

本研究對實驗組與控制組在教學後以科學創造力評測工具與實作方式進行評量。針對學童之作答與實作表現，分別比較其平均值、標準差，並進行 t 考驗，分析實驗組與控制組表現之差異，結果整理分析如表九：

表九 實驗組與控制組科學創造力之差異比較

組別	實驗組 (n = 26)		控制組 (n = 28)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
科學創造力	12.038	6.478	10.821	6.72	.677	.502

由實驗結果發現，教學前後學童之科學創造力並無顯著差異( $p > .05$ )，但由平均數顯示其結果是有進步的。研究小組探討其原因，可能是因為樣本數不大，因實作評量所需之人力、物力以及時間都是相當多的，又因受限於實作評量無法進行前、後測，故僅能以等組後測之方式進行研究。

##### 2.實驗組與控制組問題解決能力之差異比較

本研究針對兩組學童之作答與實作表現，分別比較其平均值、標準差，並進行 t 考驗，分析實驗組與控制組表現之差異，結果整理分析如表十：

表十 實驗組與控制組問題解決能力之差異比較

組別	實驗組 (n = 26)		控制組 (n = 28)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
問題解決能力	24.404	7.507	11	1.179	9.331	.000

\*\*\* $p < .001$

由實驗結果發現，教學前後學童之問題解決能力為達顯著差異( $p < .001$ )，顯示本研究所開發之教學模組，對於學童之問題解決能力能有所提升。

##### 3.男女學生表現之差異性

茲將全體樣本以男、女分組，根據其施測結果進行統計分析，比

較其差異，t 考驗分析結果如下表十一：

表十一 男、女生之差異比較

組別 項目	男生 (n = 21)		女生 (n = 33)		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
科學創造力	12.524	7.1	10.697	6.217	.967	.324
問題解決能力	20.405	10.433	15.576	6.597	1.894	.068
總分	32.929	16.318	26.273	9.992	1.679	.104

由表十一顯示，研究樣本之男、女生之間的差異，在科學創造力之平均數，男生略高於女生；在問題解決能力之平均數男生亦高於女生；而在總分之平均數表現，男生亦高於女生，但經 t 考驗顯示，男女生之間，無論在科學創造力、問題解決能力抑或是總分方面皆無顯著之差異。

限於人力及物力有限及實作評量測驗之不可重複性因素，因此本研究只能進行小樣本「等組後測」的實驗處理，然而從研究中亦發現本研究所開發之「酸鹼」與「氧化還原」主題式教學效果確比一般單元之教學效果好，因此本研究實值得進一步進行實證性探討研究。

## 二、實驗教學觀察(質的方面)

本研究經由觀察學生在實驗操作活動過程中之表現，研究者將觀察所得之結果以文字陳述方式描述之，詳述如下：

### (一)「氧化還原」主題教學之發現與省思

1.在教學活動一「神奇的變色魔法」中，全班實驗分組五組中有三組在實驗設計中有設立對照組，而有二組沒有設立對照組(第一組和第二組)。各組分別設計了 7、2、3、7、3 項實驗，顯示某些學生急於經過實驗去驗證其想法，但在一般教育訓練下往往對於實驗變因的控制及邏輯性不足。有某些實驗設計重複了，如第三組接觸空氣組和對照組實在一樣的。此外大部份在時間的監測上似乎是有點問題的;如蘋果在空氣中、酒精中竟然是比蘋果塗上醋中還快(第一、三、四組)，塗上氨水的反應也有比醋快的(第一、五組)，然而大體而言，大部份的實驗組都很認真的想盡辦法，探求不同的變項，並且紀錄

上儘量詳盡充實，並且大部份上合乎邏輯。整個實驗中，學童有考慮到空氣、水分和酸類對於氧化反應的加速作用，但是沒有考慮到增加蘋果與空氣接觸的面積的方式來增加其氧化速率。各組的記錄以第二組最為詳細。

2. 在活動二「神秘之火」單元中，對於燃燒物的特性觀察和紀錄皆非常充實，可見小學生的「觀察能力」不容忽視，然而對於燃燒物品的分類上，所用的方式及措辭並不是都非常的好。例如：第二組：粉狀、不粉狀；紙狀、不紙狀；絲狀、不絲狀；第三組：結晶、不結晶；木製、不木製；很硬、較不硬。毛絨、不毛絨；第四組：液體、非液體；燒了變小、燒了不小。第五組：固體、不是固體，長條、不長條。從其措詞中可觀察到學生對於物體特性正確的描述與「傳達」仍有一段距離，這可能是平常所涉略的科學領域相關詞彙較少有關，建議教學者應從語言措辭及「傳達」能力這一方面加以加強。此外，各項特性中，橫向的的連結缺乏，例如：紙是黃色的，沙拉油也是黃色的，然而紙被歸類為固體，由於被歸類為固體之後，其顏色的特性就被分開了。因此，有必要給予「概念圖」的教學，使其能建立較為完整的科學觀念脈絡。
3. 在實作評量中少數個人對於不明物質之特性分類仍感到困難，因此，在實驗組成員 23 人中，有 4 人因為無法畫出特性分類表而成為無效樣本，佔總樣本約 1/6，而其它有畫出特性分類表之學生，仍無法針對其燃燒前、燃燒中和燃燒後之特性「分類」詳細加以描述，大部分只針對燃燒前、燃燒後部分特性加以簡單皮毛的描述。而控制組也是如此，一般而言不會超過三個階層。如果這是反映出一個常態班級的現象的話，那麼「分類能力」仍需要多加強。
4. 從整個教學實驗及實作過程中，研究者亦發現，學生在「小組合作」時之表現，遠優於學生「個人實作」的表現。其缺點部份在於實驗實作的機會減少導致個人能力不足，尤其是在實驗控制、實驗安全、時間控制、及邏輯上較為欠缺，這是往後需要多加強的。

## (二)「酸鹼」主題教學之發現與省思

1. 酸鹼單元向來是國小自然科教學中，不易引起學生興趣之主題，在學習過程中均會以列表整理之方式，方便學生記憶酸鹼性質，忽略了在技能與情意方面之學習。
2. 一般國小老師只重視對酸鹼的認識，強調酸鹼在生活中有何重要性，以及如何應用。導致目前國小「酸鹼教學」之學習動機不足、偏重記憶、忽略學習過程與實驗的操作技巧。基於此，本研究選定「酸鹼單元」進行實驗教學之處理，並與研究小組之國小教師溝通有關創造性問題解決之教學模式與教學模組設計理念。
3. 學生反應情況看來，使用創造性問題解決的教學模式，學生無論是學習興趣或在實驗操作上，都比以往表現反應熱烈一些。由於事前並未將溶液的性質告知學生，學生依自己的方式將溶液分類，比起以前直接告知學生，各種酸鹼溶液與指示劑交互作用要好。經由創造性問題解決教學模式學生會自行發展出「分類」的能力，主動探索出分類的方法，並從中了解到如何利用指示劑鑑別酸鹼性質。
4. 「溶液的酸鹼性」主題模組，教學活動上是分成了「水溶液的性質」、「自己做天然指示劑」和「酸鹼溶液的混合」三個單元活動，首先以介紹「如何分類」為基礎，再銜接到酸鹼性質，學習的過程乃以「分類」為主軸，漸進地引導學生分類的方式，逐步地建構酸鹼概念。研究者參與觀察發現學生對紫色高麗菜汁加入無色溶液後，變成黃綠色或紅色感到好奇，無形中增加了學習的興趣。由各組學生之學習單中，發現學生會激盪出各式各樣分類的點子，也可以清楚地察覺到學生參與感增加和興趣的提昇，分組報告的表現也比起以前有明顯進步。由這些學生之表現，研究者認為創造性問題解決教學模式的確是一項可以激發國小學生經由觀察、探究、尋求問題解決之過程，培養其科學創造力與問題解決能力適切可行的教學模式。

## 陸、結論與建議

### 一、結論

#### (一)在研究方法上

- 1.採用實作評量的方式來評測學生的科學創造力及問題解決能力具有相當的效果，可評測出學童實際面臨科學問題時所反應出的創意思法及解決問題方法。
- 2.由於實作評量費時及人力物力限制，所採用研究樣本數不多，因此，對於教學後之表現，較易受樣本個別因素之干擾，後續研究應儘可能增加更多的研究樣本，以提高研究之可靠性。
- 3.本研究發現適切而不違背教學主題架構之濃縮與修正，有助於課程之緊湊性，並符合短期科學營活動之行政的需求。
- 4.雖然實作評量並不適合用來做前、後測，但將來若能採用雙組前、後測的方式，並對樣本施以「延宕測驗」，將更能突顯本研究之實驗處理效果。

#### (二)評測工具之編製方面

本研究根據主題式教學模組所編製之「實作評量」，不管是「氧化還原」或是「酸鹼」，對於科學創造力及問題解決能力之評量，皆能達到相當水準之信度和效度的要求。因此，可提供相關研究者突破傳統評量方式從另一個角度評量相關主題或能力之參考。

#### (三)在研究成果方面

- 1.在「氧化還原」主題模組的教學中，經由準實驗教學處理的實驗組，在實作評量的表現上顯著優於接受一般氧化還原課程的控制組。
- 2.在「酸鹼」主題模組的教學中，經由準實驗教學處理的實驗組，在實作評量的表現上顯著優於接受一般酸鹼課程的控制組。
- 3.由團體中分組的表現對照比較到實作評量中個別實作的表現，研究者發現團體的表現平均優於個人，個人實作表現的好壞跟其在小組實驗中投入的程度有關。

- 4.不管是「酸鹼」主題或「氧化還原」主題教學實驗之處理結果顯示，男、女生在實作評量科學創造力與問題解決能力的表現上並無明顯差異。

## 二、建議

### (一)關於教學過程方面

本研究主要是在開發教學模組及其相關的實作評量評測工具，限於人力與物力僅以五、六年級各一個班級的人數來進行實驗教學，透過小樣本的實驗教學及測試，將所得的數據資料進行仔細的分析，以做為修改之依據，故無法得知本研究之教學模組在其他地區學童或是透過大樣本實施測試是否會有相同的結果或更好的效果出現。建議於後續的研究中，再透過更完整的研究設計，進行更大樣本的施測，以探求是否有更顯著的效果出現。

### (二)關於評測工具方面

國小學童除了培養其觀察能力之外，其實驗操作及科學過程技能也是相當重要的。此關乎其科學創造力及問題解決能力之表現，因此本研究對於相關科學智能之評測，希望能以更多元的評分方式來進行。本研究開發有關學童科學創造力與問題解決能力之實作評量工具，將來若能配合所開發成熟之紙筆測驗組合成一套完整評測工具，在對於學童之科學創造力及問題解決能力的評量上，將能獲得更具體的成果。因此建議往後的研究能嘗試以更多元化的評量方式，以期能洞悉國小學童科學創造力與問題解決能力之全貌。

### (三)關於教學模組設計方面

根據研究結果顯示，實驗組之國小學童透過本研究所設計開發之「酸鹼」與「氧化還原」主題教學模組經實驗教學處理後，在科學創造力及問題解決能力的表現上都比控制組來得好，尤其在問題解決能力的表現上確實更是明顯。因此本研究建議國小教師可應用本研究所開發之「酸鹼」與「氧化還原」教學模組及有關的創造性問題解決教學模式提升學童之科學創造力及問題解決能力。

## 誌 謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會專題研究計畫(編號：NSC-90-2511-S-153-013)補助經費，特此致謝。由衷感謝李震甌老師、黃俊偉老師、張福峰老師、林沂昇先生、李秋英小姐參與討論設計，協助實驗教學與施測，使本研究得以順利完成。

## 附錄一 「酸鹼主題活動」實驗操作實作評量表

班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 性別：\_\_\_\_\_

小朋友，桌上有紫色高麗菜汁、各種實驗的器具和三杯已知的水溶液，如標籤所標示，有氨水(鹼性)、果汁(酸性)、水(中性)，請你利用紫色高麗菜汁作為指示劑，瞭解紫色高麗菜汁在酸、鹼、中性的水溶液中的顏色，將你所實驗出的結果放置在提示板上。

實作結果：

酸性		中性		鹼性	
名稱	顏色	名稱	顏色	名稱	顏色

現在，桌上出現三個未知溶液，請你利用以上的結果，完成下表。  
(請先填上溶液編號)

溶液編號			
溶液顏色			
溶液酸鹼性 (請圈選)	酸 中 鹼	酸 中 鹼	酸 中 鹼

在實驗過後，如果我們要將剩下的酸鹼溶液(桌上燒杯)拿來澆花，我們要如何處理才能不傷害植物呢？請你完成這個任務！

溶液酸鹼性 (請圈選)	酸 中 鹼
----------------	-------

## 附錄二 「酸鹼主題活動」實驗紀錄實作評量表

班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 性別：\_\_\_\_\_

(如果不夠寫可以寫在空白處或背面，記得要標上「題號」喔！)

1.你認為指示劑應該是什麼性質(酸、鹼、中)的？原因有哪些？

(1)\_\_\_\_\_

(2)\_\_\_\_\_

(3)\_\_\_\_\_

(4)\_\_\_\_\_

(5)\_\_\_\_\_

2.在實驗過程中，你有發現什麼「特殊的現象」嗎？

(1)\_\_\_\_\_

(2)\_\_\_\_\_

(3)\_\_\_\_\_

(4)\_\_\_\_\_

(5)\_\_\_\_\_

3.你認為這樣的實驗過程有哪些部分可以「應用到生活中」？

(1)\_\_\_\_\_

(2)\_\_\_\_\_

(3)\_\_\_\_\_

(4)\_\_\_\_\_

(5)\_\_\_\_\_

4.你對這個活動有什麼「建議」嗎？

--

## 附錄三 「氧化還原主題活動」實驗操作實作評量表

學生\_\_\_\_\_座號\_\_\_\_\_日期\_\_\_\_\_

觀察者\_\_\_\_\_總成績\_\_\_\_\_實驗時間\_\_\_\_\_分鐘

### 一、擴散性思考表現 合計-----分

活動過程中之表現(須與操作之過程之條件或概念有關)

思考特性	評分	反應紀錄
獨創性		1.液體燃燒所採用之方法  2.口述結論(針對實作結果做一總結):

### 二、收斂性思考表現 合計-----分

實驗時 所有的項目都能一次完成(2) 有完成,但部分項目重做

(1) 部分項目漏做(0)

### 三、其他行為特徵

- \_\_\_\_\_ 1.實驗操作能於規定時間內達成,並完成記錄。( +2)
- \_\_\_\_\_ 2.實驗操作能於規定時間內達成,但未完成記錄。( + 1)
- \_\_\_\_\_ 3.實驗操作未能於規定時間內達成。( 0)
- \_\_\_\_\_ 4.實驗操作時,動作小心謹慎、安全確實。( +1)
- \_\_\_\_\_ 5.實驗操作時,動作散漫或過於粗魯危險。( -1)
- \_\_\_\_\_ 6 未認真操作實驗。( -1)
- \_\_\_\_\_ 7.即時發問( + 1)。

實驗活動操作總分=一+二+三=\_\_\_\_\_

四、學生的特殊表現及其他(未列於表中的行為、實驗中學生所發問的問題、對觀察者提出的問題所作的回答)

## 附錄四 「氧化還原主題活動」實驗紀錄實作評量表

學生\_\_\_\_\_座號\_\_\_\_\_日期\_\_\_\_\_

觀察者\_\_\_\_\_總成績\_\_\_\_\_實驗時間\_\_\_\_\_分鐘

### 一、擴散性思考表現 合計-----分

活動過程中所發現的物質燃燒特性(須能具體描述)

思考特性	說明	反應次數
流暢性	實驗中各項特性的反應數。	
變通性	分類時總共的類別數(由最後之分類表加以統計)	
獨創性	實驗活動中發現別人所沒有注意到的特性數	

### 二、收斂性思考表現 合計-----分

- 1.提出的物質燃燒特性具合理性的反應數 \_\_\_\_\_(每項 1 分)
- 2.分類結構之合理性。就合理之路徑數計分(每條 1 分)\_\_\_\_\_
- 3.操作者所完成之項目數:\_\_\_\_\_。
- 4.過程中有無計時 全部計時(2) 有部份忘了計時(1) 完全沒計時(0)
- 5.進行燃燒實驗時, 燃燒之順序 有一定的類別先進行, 例如:從固體開始(2) 按照編號的次序(1) 沒按類別, 也沒按順序(0)

實驗活動記錄總分=一+二=\_\_\_\_\_

### 三、學生的特殊表現及或特殊的反應。

## 參考文獻

- 王寶壙(1995)*現代測驗理論*。台北市：心理出版社。
- 林月仙(2000)*教學評量的新趨勢與實作評量*。高雄市：國立高雄師範大學。
- 林清山譯，梅爾(Mayer, R. E.)著(1991)*教育心理學—認知取向*。台北市：遠流出版公司。
- 余民寧 (1997)*教育測驗與評量*。台北市：心理出版社。
- 吳鐵雄和洪碧霞(1998)實作評量問與答。 *測驗與輔導雙月刊*，149，12-20。
- 邱美虹(1993)類比與科學概念的學習。 *教育研究資訊*，1(6)，79-90。
- 洪文東(2002)創造型兒童之思考特性與科學創造力的關聯性。 *國立屏東師範學院學報*，16，355-394。
- 洪文東(2001)*從問題解決能力培養學生的科學創造力:化學學習活動模組與教學活動設計*。行政院國家科學委員會專題研究成果報告: NSC87-2511-S-153-006。
- 洪文東(2000)從問題解決的過程培養學生的科學創造力。 *屏師科學教育*，11，52-62。
- 洪文東(1999)國小學童科學創造力特性及開發之研究子計畫一：創造型兒童之思考特性研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告： NSC87-2511-S-153-015。
- 洪文東(1997)創造性思考與科學創造力的培養。 *國教天地*，123，10-14。
- 洪文東(1996)*典範式思考與敘述式思考在科學文章閱讀中之關聯性*。台北市：國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文(未出版)。
- 洪蘭譯，Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. 著(1999)*不同凡想*。台北市：遠流出版公司。
- 姚如芬(2001)從學校本位教學模組之發展協助小學數學教師專業成長之研究。 *2001年海峽兩岸小學教育學術研討會論文集*，2001，9，185-208。國立嘉義大學教育學院主編。
- 教育部(2001)*國民教育九年一貫課程暫行綱要，自然與生活科技學習*

- 領域。台北市：教育部。
- 郭有適(1985)*創造心理學*。台北市：中正書局。
- 張玉成(1993)*思考技巧與教學*。台北市：心理出版社。
- 張玉成(1983)*教師發問技巧與其對學生創造思考能力影響之研究*。台北市：教育部教育計畫小組編印。
- 張春興(1997)*現代心理學*。台北市：東華書局。
- 張春興和林清山(1973)*教育心理學*。台北市：東華書局。
- 郭有適(1993)*創造性的問題解決法*。台北市：心理出版社。
- 陳昭儀(1993)*二十位傑出發明家的生涯路*。台北市：心理出版社。
- 陳英豪和吳裕益(1991)*測驗與評量(修訂一版)*。高雄：復文書局。
- 陳英豪、吳鐵雄和簡真真編著(1980)*創造思考與情意的教學*。高雄市：復文圖書出版社。
- 陳龍安(1994)*創造思考教學的理論與實際*。台北市：心理出版社。
- 項退結編譯，布魯格編著(1992)*西洋哲學辭典*。台北市：華香園出版社。
- 賈馥茗主編，杜威(John Dewey)著(1992)*我們如何思維*。台北市：五南圖書出版公司。
- 賴慶三和楊繼正(2001)國小自然資源教學模組的發展研究。*國立北師範學院學報*，14，673-704。
- 鄭昭明(1993)*認知心理學*。台北市：桂冠書局。
- Airasian P. W. (1996). *Assessment in the classroom*. New York: McGraw-Hall.
- Aschbacher, P. R. (1991). Performance assessment: state activity, interest, and concerns. *Applied measurement in Education*, 4(4)275-288.
- Champagne, A. B. (1988). *Definition and Assessment of The High-order Cognitive Skills*. National Association for Research in Science Teaching, Research Matter... To the Science Teacher.
- Coles, M.. & Robinson, W. D. (1989). *Teaching thinking, Bristol: The Bristol Press*.
- Collette, A. T. & Chiappetta E. L. (1994). *Science Instruction in the Middle & Secondary Schools*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Gove, P. B. (1986). *Webster's 3rd International Dictionary of the English Language*.

- Springfield Massachusetts : G. & C. Berrian Company Publishers.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1971). *Creative and its Cultivation*. New York : Haper and Row.
- Guilford, J. P. (1977). *Way beyond the IQ*. Buffalo, New York : Creative Education Foundation.
- Higgins, J. M. (1994). *101 Creative problem solving techniques: The handbook of new ideas for business*. New Management publishing Co, Inc.
- Kahny, H. (1986). *Problemsolving : A cognitive approach*. Open University Press., Miton Key.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Parns, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York : Scribers.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd : cultivating creativity in a culture of conformity*. New York : The Free Press, A Division of Simon & Schuster Inc.
- Torrance, E. P. (1972). Can we teach children to think creatively? *Journal of Creative Behavior*, **6**, 114-143.
- Torrance, E.P. (1970). Individual Differences in Creativity among Secondary School Students. *Journal of High School*; **53**, 8, 429-439.
- Treffinger D. J., & Isaksen, S. G. (1992). *Creative problem Solving: An Introduction*. Center for Creative Learning, Inc.
- Yager, R. E. (1996). *Science/Technology/Society As Reform in Science Education*. New York: State University of New York Press.

# **A Study of "Acid-Base" and "Oxidation-Reduction" Teaching Modules Design and Performance Assessment in Students' Scientific Creativity**

**Wen-Tung Hung\***

## **Abstract**

This study tried to develop "acid-base"(abbrev.AB) and "oxidation-reduction" (abbrev.OR)by creative problem solving model(abbrev.CPS), the subjects included 54 of 5th grades, and 43 of 6th grades. The AB module includes three units, they are (1)acid-base properties of aqueous solutions,(2)making natural indicator,and(3)mixtures of acids and bases. OR module includes two units, they are (1)magic of color change,and(2)mystery of fire. By participant observation of CPS instruction in an elementary classroom and data analysis of performance test, the researcher found that AB and OR modules could increase students' scientific creativity and problem-solving skills. Based on the findings of this study, the researcher proposed the AB and OR modules and CPS teaching model for cultivation of students' scientific creativity and problem-solving skills.

**Key words : acid-base , oxidation-reduction , problem-solving skills , scientific creativity , teaching module**

---

\*Wen-Tung Hung: Professor, Department of Natural Science Education, National Pingtung Teachers College.