

## 教育部九十四年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：以「圖卡及學習環之創意教學」融入國中科學教育成效之表徵

主持人：陳淑華、吳宏達、楊旺祥

執行單位：宜蘭縣員山國中

### 一、計畫目的

#### (一) 研究背景與動機：

培養國民具有科學素養的態度、瞭解科學本質及培養科學創造力等是近代科學教育的目標，美國科學課程改革「Project 2061」(AAAS, 1989)便以培養具有科學素養的國民為其主要目標之一。我國自民國六十四年所公佈的國民小學自然科學課程標準，到今教育部所推動的九年一貫課程，都一直強調要培養國民科學的精神及素養、瞭解科學本質以及培養科學創造力等(教育部, 1975, 1983, 1995, 2000)。

科學知識本身隨著時代的進步，不斷地在改變的同時，科學教科書的內容，也應配合時代的脈動，加以調整才不至於落伍(廖焜熙, 民 90)。在早期教育研究與教育心理都停留在以皮亞傑為主的認知心理學層面，而今日科學教育的重心與理論依據，則以建構理論及 Ausubel 所發展的理論—有意義的學習為主架構，早期與今日的理论基礎上，兩者間存在著相當大的落差。因此當教材內容上及教法上不合乎時代的要求，教材與教法就必須時時更新，且以更有效的教學法及更新的學科中已經更改過的典範理論所取代，如此才不會為時代所淘汰，所以一旦科技內容有了新發明或發現，科學知識有了新的變更之時，各級學校之科學教科書內容，也應適時加以修正及調整(廖焜熙, 民 90)，如此才能有最合乎時宜的教材。近年來教育改革如火如荼地展開，以往教材與教法的單一性是無法滿足現今多元性的社會，其中創意教學更是現今教學的一大主流，依陳淑華

(2004)研究指出創意教學不僅可使學生在科學基本知識之知識力有所提升，還可培養學生問題解決能力、資訊力、以及創意表達力…等多項科學能力。教師所扮演的角色如同化學反應的催化劑一般，我們將教師是作為引發及加速概念改變的主要因素。根據邱美虹(2000)的研究認為，學生在學習自然與生活科技的概念學習所遭遇困難相當的多，因為學生進行科學學習活動前常夾帶一些生活科學的先備知識，當科學教師進行科學教學時，再加上概念本身若是較抽象的、較複雜的、是與生活經驗不一致的，則要學生改變原有的舊科學概念是非常困難的。教師的工作如化學反應的催化劑一般，在於降低重新建構知識所需的活化能。教師及教師所帶進課程上的所有知識及資源，可是作認知連結形成，及再形成所需的活化部位。而其效能可以從教師的主動介入學生的學習中，帶給學生成功的經驗去加以測量(Joel J. Mintzes、James H. Wandersee、Joseph D. Novak, 1998)。因此一個科學教師在科學教育的過程是相當重要的一個主要因素。

對於科學的學習有分為數個類科，包括物理、化學與生物等類科，而化學學科中一個相當重要的部分就是化學式相關概念，這些知識與理論在所有化學知識

中是相當基礎的一個單元。然而此單元的學習成效對於學童往後化學知識的學習，卻有著深遠的影響，如果沒有妥善的處理，將對往後在學習化學的旅途形成斷層，導致學生在學習化學無法銜接，這樣的後果將是相當嚴重的。在化學式學習方面，大多數學童在此單元的學習大部分的理化老師也認為學生只需將課本內的化學式記下就足夠應付考題，因此學生對於化學式的學習只是背，且在往後學習平衡方程式，也只能死背課本的方程式，若遇到課本以外的例子則死路一條，因而導致學習效果低落（陳淑華，民 91），甚至有學生因而放棄學習。此現象對於科學教育的發展是一種警訊，身為從事科學教育的教師面對此現象更應謀求解決之道。過去二十年至新教材（民國八十六學年至民國九十學年的版本）之間，我國中學理化教科書教材內容，普遍均缺乏與日常生活有關的知識；教材及實驗內容份量均太多，致使教師教學時間嫌不足（廖焜熙，民 90）。缺乏與日常生活的知識，會導致學生所學的知識停留在課本的理論層面，無法與實際生活有所結合，教材及實驗內容份量太大，則會使教師在教學上，有進度與詳細教學有所取捨。然而學習是一種國力累積，尤其在社會快速遷下，國力要提升必須國家的自然與生活科技這個學科能夠跟的上時代，而創意教學能養成高創意素質的人才，且創意教學建構而成的知識屬於統合性的知識，這樣才能迎合本世紀所強調之問題解決能力。

游美香（民 89）針對國中理化教師實施八十八版國中理化教科書感受程度做過研究，在研究中發現科學教師對教科書最不满意之處為「結構內容缺乏系統性」，尤其是以物理化學為主修背景的教師感受更加明顯，而且科學教師對新課程所感受的缺點，包括教材設計缺乏系統性，內容深度不夠，讓教師擔心學生升上高中職後無法銜接高中職課程等。由此觀之民國八十八年版國中理化教科書的內容過分注重事實的描述與現象的陳述，對於概念上的處理，深度與廣度問題都無詳細說明與探討，使大多數國中學生在理化的學科知識停留在記憶片段資訊，並無法系統學習，成為對學生有意義的知識。使現職理化科教師在使用八十八年版理化教科書時，由於本身的學科背景不同，對非背景學科容易產生若干的困難，無法有效幫助學生作國高中課程的銜接，對於教材內容的拿捏輕重無法得心應手。因此，如何設計良好的科學概念之教學法，讓科學教師能夠輕鬆面對學生的學習，況且九年一貫的課程，教師所傳授給學生的知識不再是統一版本，雖然使很多教師惶恐，然而危機就是轉機，教師在九年一貫的課程中有更多教學自主權，也能展現不同的教學，從近年來創意教學的比賽活絡可得知。

回顧我國理化科教科書的內容，對於「化學式」、「平衡方程式」、「質量守恒」、「原子價」等概念的學習上，王琬菁（民 90）針對「原子價」概念融入科學課本對學生學習化學式與其相關概念研究，在研究中指出以往國中理化科教科書，對於化學式、平衡方程式的學習上，大多採用多看幾次就會熟記的方式，讓學童利用強行記憶的方式，而不採用對學生較有意義的學習方式，只是將課本中出現的化學式背誦起來，化學式的平衡，則更是輕描淡寫，無深入的探討及詳細的說明，只重視課本出現的少數方程式的記憶，並未將所學知識加以編碼整

理，收錄於長期記憶區，極少能靈活運用此觀念，經一段時間後學生便容易遺忘，這對往後學生在化學上定量部分的學習將會造成極大的困擾。國中理化課中除了在課堂講述外，最常見的教學活動-----上實驗室做實驗，整過實驗過程中往往都是老師一個命令或實驗步驟，學生就只是跟著做，學生完全沒有自己去思考，做獨立思考的訓練，在此種情況下學生所學到的知識屬於被動的知識，對於日常生活中遇到的問題是無法解決的，當教學強調學生知識是經由灌輸，而忽略教學歷程，使學生不知如何思考求知？與為什麼要去求知？因此造成教與學變成沒有交集。這些問題引起研究者之動機，若能夠在教授「化學式」、「平衡方程式」、「質量守恆」等概念時，利用卡片讓學生使用操作為媒介，學習「化學式」、「平衡方程式」、「質量守恆」等概念更順利，減少反覆背誦學習方式，同時避免學生因對英文字母的害怕，而產生的排斥學習現象，進而增加有意義的學習機會。再加上動手主動探索的學習環可使學生在此種模式中進行探索的設計並且執行，如此教學是以學生為主體，教師在課堂所扮演的角色為教學引導者而非主導者，讓學生盡量充分參與主題的討論或探索，老師可配合發問的技巧來引導學生的探討與討論，學生能在主動探索之後告訴自己或他人所發現的重要現象，使知識不再是單方向由教師說出而已，而是由學生說出教師所要傳授的知識概念，如此才能達到有意義的學習，使學生能夠更深入瞭解此類觀念，最後能學會解決問題的能力，而非片面的知識。

## (二) 研究目的：

本研究利用操作卡片及動手主動探索的學習環，將創意教學融入科學教學中，探討創意教學相對於傳統教學法上，對於學生學習「元素」、「化學式」、「質量守恆」及「平衡化學反應方程式」等化學式相關概念的成效差異。

依據本研究之研究目的，欲探討的問題如下：

- 1、「創意」教學法與「傳統課本」教學法對於學生在「元素」的學習成效，是否不同？
- 2、「創意」教學法與「傳統課本」教學法對於學生在「化學式」的學習成效，是否不同？
- 3、「創意」教學法與「傳統課本」教學法對於學生在「質量守恆」的學習成效，是否不同？
- 4、「創意」教學法與「傳統課本」教學法對於學生在「平衡化學反應方程式」的學習成效，是否不同？
- 5、學生對本研究所設計的科學教學法與傳統教學法的觀感？

## 二、研究方法

### (一)、研究對象：

本研究的研究對象是來自宜蘭縣郊區某國中一年級學生，共二班（實驗組與對照組），並依據國中一年級第一次月考的數學及自然與生活科技的成績平均分數來分組，使實驗組與控制組均分成高、中、低學習成就者。

### (二)、研究工具：

(1) 前測紙筆測驗：

前測紙筆測驗參考王琬菁（民 90）碩士論文之測量工具作部份修改，以檢驗學生對於「元素」、「化學式」、「質量守恆」及「平衡化學反應方程式」等化學式相關概念，是否有相關知識。

(2) 課程教材

實驗組：採用修改自陳淑華（民 91）科學月刊上刊登之教學策略

探索式學習環：老師設計數個相同主題的不同活動，讓學生藉由觀察與操作數個不同的活動來歸納出老師要傳達的概念，誘導學生自己說出、寫出或畫出概念。

控制組：採用 94 年自然與生活科技課本第三冊(版本與學校相同)。

(3) 後測紙筆測驗：

後測紙筆測驗同前測紙筆測驗方式，以檢驗學生對於「元素」、「化學式」、「質量守恆」及「平衡化學反應方程式」等化學式相關概念，在不同教學活動後，實驗組與控制組是否有明顯差異。

(4) 延宕測紙筆測驗：

延宕紙筆測驗為檢驗學生對於「元素」、「化學式」、「質量守恆」及「平衡化學反應方程式」等化學式相關概念，在教學活動後一週，其間不作任何有關此類概念的教學活動，觀察實驗組與控制組延宕一段時間後兩組在課程上遺忘，或學習成績的進退步是否有明顯差異。

(三)、實施程序：

(1) 以國中一年級第一次月考的數學與自然與生活科技的平均分數，進行高、中、低分組。

(2) 前測紙筆測驗：於教學活動進行前 30 分鐘實施

(3) 教學：各組分別上 10 堂課（450 分鐘課程）

(4) 後測紙筆測驗：於教學活動結束後，馬上進行測驗

(5) 延宕紙筆測驗：於教學活動一週後，無預警抽測

### 三、研究成果

本研究依研究目的設計準實驗研究法與問卷調查其研究結果如下：

(一) 準實驗研究的結果

茲將準實驗研究的結果分成全體受試者與不同學習成就群的學生來說明：

1、全體受試者：

對於全體受試者而言，在整體上、「化學式」、「質量守恆與原子不滅」、「化學反應式」、「知識」、「理解」等概念獲得的學習成效，是「圖卡操作」學習顯著優於「傳統教學」學習。

2、不同學習成就群的受試者

高學習成就群在整體上、「化學式」、「化學反應式」、「理解」、「分

析」與中學習成就群在整體上、「化學式」、「質量守恆與原子不滅」、「化學反應式」、「知識」、「理解」概念獲得的學習成效，都是「圖卡操作」學習顯著優於「傳統教學」學習。

## (二) 問卷調查研究的結果

### 1、學生對學習的喜好程度：

受試者對「圖卡操作」學習的學習方式之喜好比「傳統教學」學習的人數多；不喜好則是對照組較多，有關學生學習喜好程度的半開放性問題，實驗組集中選填在非常喜歡這種上課方式或有時喜歡；對照組則集中選填在有時喜歡。

### 2、輔助學生學習：

「圖卡操作」學習的受試者覺得這樣的學習方式對相關概念的學習是有幫助的人數是多於「傳統教學」學習；而持反對意見則是「傳統教學」學習較多。

### 3、學生的學習心得或學習困難處：

全體受試者少數填寫的學習心得，有較多數填寫學習困難。

綜上所述，就全體受試者而言，「圖卡操作」學習在整體上、「化學式」、「質量守恆與原子不滅」、「化學反應式」、「知識」、「理解」等層面上是有顯著幫助。而針對不同科學學習成就的學生，發現高、中學習成就群的學習成效大多是有顯的幫助；然而對低學習成就群的學生其學習成效卻沒有什麼幫助。

## 四、討論與建議：

- 1、因本校屬於教育優先區，隔代教養的情況非常嚴重，故學生的學習屬於較被動。
- 2、本研究對象為國中1年級生，所以學習較緩慢，教師應給予時間適應，尤其圖卡操作學習更應給予時間適應，否則學生的學習則會大打折扣。
- 3、因化學式的組合有牽涉到最小公倍數，為了避免學生因數學的懼怕而影響學習，故教師在初期盡量不要提及專有名詞，而先給予示範如何實施的步驟即可。
- 4、就全體受試者而言，「圖卡操作」學習不論在整份試卷、各概念以及各認知層面上幾乎都有幫助，尤其在整體上、「化學式」、「質量守恆與原子不滅」、「化學反應式」、「知識」、「理解」等層面上更是有顯著幫助，所以本研究所使用的圖卡兼具具體操作與圖像的功效，研究指出圖形表徵比文字表徵更利於問題解決 (Larkin& Simon, 1980)，因此「圖卡操作」

學習可幫助學生將抽象概念具體化，先利用理解來協助，甚至理解後能夠更近一層到分析層面。因此建議未來教授「化學式相關概念」時，可加入「圖卡操作」學習以提升學生學習此概念的成效。

- 5、而在「元素的特性與分類」的概念，「圖卡操作」學習是無法幫助概念獲得的學習，因「元素的特性與分類」的概念本來比較簡易，屬於偏記憶的概念，加上在「化學式相關概念」成就測驗上也屬於知識的層面，所以「圖卡操作」在此概念無法幫助學習；然而由學習態度問卷的回應，發現學生有八成以上的學生喜歡以支援前線的活動方式來學元素的特性與分類的概念。
- 6、中學習成就群在整份試卷、各概念以及各認知層面上幾乎都有幫助，尤其是在整體上、「化學式」、「質量守恆與原子不減」、「化學反應式」概念與「知識」、「理解」等認知層面表現上，都有顯著的幫助，很明顯本研究對中學習成就群的影響最大，這是因化學帝國身分証的卡片剛好可幫助理解較抽象的概念 (Dechsri & Jones & Heikkinen, 1997)，由具體到抽象，由簡單到複雜，由動作表徵經影像表徵，本研究的「圖卡操作」學習，既有動作表徵（學生操作圖卡）又兼具影像表徵（利用卡片組出化學式或化學反應式等概念），所以當然對中學習成就群的幫助最大。
- 7、高學習成就群本來就比其他群的學生有較高的思考層次或認知發展有些已到達形式操作期，但是因該樣本學校的學生屬於近郊的學生，較優秀的學生常會跨區就讀市區學校，導致本研究雖屬高學習成就群，但實際上是偏向中高學習成就群，因此圖卡對其學習的影響與中學習成效相似。
- 8、低學習成就群整體上不論是各概念或認知層面上幾乎幫助都不大，這是因科學概念難學的原因包括受到個人經驗影響、概念本身是抽象的、概念本身是複雜的、概念本身是微觀等四大原因 (邱美虹, 2000)，而「化學式相關概念」兼具「抽象」、「複雜」與「微觀」 (Friedel & Maloney, 1992; Gabel, Sherwood & Enochs, 1984)，對低學習成就群的學生而言化學式相關概念仍太抽象，以致無法幫助低學習成就群的學習。
- 9、發現本研究對對低學習成就群的學習成效不彰，因此建議對這群認知發展較慢的學生若引入更多更具體的分子模型方式，應可輔助這群低學習成就的學生。