

# 5E 建構式學習環教學與一般教學法探究「生鏽」概念改變成效之

## 研究

陳裕方<sup>1</sup> 李文德<sup>2</sup>

<sup>1</sup>高雄縣忠孝國小 <sup>2</sup>國立屏東師範學院自然科學教育學系

(投稿日期：94年2月4日；修正日期：94年3月17日、4月6日、4月25日；  
接受日期：94年4月27日)

## 摘 要

本研究的目的為比較接受 5E 建構式學習環概念改變教學策略與接受一般教學法，學生在教學後學習成效的差異。本研究採取準實驗研究法，研究對象為國小六年級學童，其中實驗組採取 5E 建構式學習環概念改變教學，控制組採取一般教學法教學，教學前兩組學童均先檢測五年級自然科學期成績 t 考驗，以了解兩組學童間是否有差異，隨後進行四節課的教學，教學後立即進行後測，間隔一個月後再進行延宕測驗。兩組學童依前測成績低、中、高各選取兩名，男女各半，共十二位學童在教學前、教學後、延宕測後共進行三次晤談，並將晤談結果與科學家概念相比較，以了解學童概念是否與科學家概念相符合，最後將學童二階段紙筆測驗成績進行描述性統計分析、成對樣本 T 檢定分析，以了解兩組學童在教學後之學習成效是否達顯著差異，本研究結果如下：

1. 以 SPSS 軟體進行統計分析，比較前、後測，兩組學童皆達顯著水準。
2. 比較前、延宕測，實驗組達到顯著水準，控制組成績未達顯著水準。
3. 比較教學後測、延宕測的晤談結果，發生概念改變符合科學家概念題數，實驗組多於控制組。

關鍵詞：5E 建構式學習環教學法、一般教學法、二階段的紙筆測驗。

# 壹、前言

## 一、研究背景和動機

氧化還原屬於化學的一部分，許多國小自然科教師，每當教完有關單元，發現學童總是存在許多似是而非的觀點，從林哲彥（1992）對於氧化還原概念研究中指出，氧化還原是一個很容易產生迷思概念的科學概念，更應證研究者的疑惑，因此在小學階段能瞭解學童在此方面的概念架構，及有那些迷思概念，進而釐清氧化還原概念，對學生在自然科學方面的學習，將有莫大助益（鄭世興，2001）。

本研究將探究國小六年級學童對於「生鏽」的迷思概念，利用比較兩種不同教學策略，找出適宜教學策略來幫助釐清學童氧化還原概念。

## 二、研究目的與研究假說

研究者探討「生鏽」單元教學，採用兩種不同教學法，比較教學後成效，本研究目的為：

- (一)經 5E 建構式學習環概念改變教學法與一般的教學法後，比較兩組學童氧化還原二階段測驗生鏽部分成績的差異性。
- (二)經 5E 建構式學習環概念改變教學法與一般的教學法後，比較抽樣晤談學童概念轉變情形。

研究假說為：

- (一)經 5E 建構式學習環概念改變教學法與一般的教學法後，兩組學童氧化還原二階段測驗生鏽部分之前、後測成績無顯著差異。
- (二)經 5E 建構式學習環概念改變教學法與一般的教學法後，兩組學童氧化還原二階段測驗生鏽部分之前、延宕測成績無顯著差異。

## 三、研究範圍和限制

本研究的研究對象並非隨機取樣，而是研究者徵詢各個學校後，找出可以配合實驗的學校，六年級兩班級學童進行比較、研究，基於方便取樣做考量，本研究僅作為個案類似研究，不宜過度推論到其他班級或其他年級、年齡學童。

## 四、名詞釋義

(一) 5E 建構式學習環教學法 (5E learning cycle teaching strategies)

是含有建構主義的 5E 學習環教學模式，共分為「投入 (Engagement) → 探索 (Exploration) → 解釋 (Explanation) → 精緻化 (Elaboration) → 評鑑 (Evaluation)」等五階段的教學流程。老師依此階段步驟幫助學童，發展出符合科學家的概念。

(二) 一般教學法 (general teaching)

指傳統教師上課方式，即老師按照課本指示操作步驟操作，學生跟著教師模仿操作，不加入學生自我操作創作部分。

(三) 二階段的紙筆測驗 (two-tier multiple choice test)

本研究採用二階段「封閉、封閉」紙筆測驗，二階段「封閉、封閉」紙筆測驗的第二階段是從科學內容列出二至四問題選擇，科學內容間列出數個可能的理由選項，其中只有一個是與科學界所認同之科學概念有相同之想法，其他都是由學生的迷思概念所組成。

## 貳、文獻探討

### 一、「生鏽」迷思概念之相關研究

黃宰龍 (2001) 研究國小六年級學童，發現學童只能說出鐵生鏽，很少能說出其他會生鏽的金屬，另外有部分學童認為鐵生鏽是因為碰到空氣、鐵生鏽是因為太久沒有使用。鄭世興 (2001) 發現國小六年級學童的迷思概念如下，只能說出鐵生鏽，很少能說出其他會生鏽的金屬、鐵生鏽是因為碰到空氣、鐵生鏽是因為太久沒有使用等。

李銘川(2003)針對國中小學學生對生鏽之迷思概念研究，其中國小四、六年級學童與國中二年級學生，由施測結果顯示三個不同學習階段的學生對於物質是否會生鏽存有多樣的迷思概念。另一方面，對於物質生鏽的概念所持迷思概念有：「空氣中有較多其他的氣體」，使得在空氣中比在純氧中易生鏽，「接觸水的面積較大」和「有較多水」，認為船底較易生鏽。「多了一層來自空氣中的鏽」，是造成生鏽後重量增加的原因。

蕭登峰，郭金美(2003)研究國小六年級學童迷思概念，分成生鏽物質；生鏽的原因；溶液性質對生鏽的影響；生鏽前後的重量變化及防鏽方法方面等五方面如下所示：

- (一) 生鏽物質方面認為只有鐵會生鏽，其他物質不會生鏽。
- (二) 生鏽的原因方面：是因為碰到水；太久沒有保養等原因。
- (三) 溶液性質對生鏽的影響方面：鹼性溶液會加速鐵生鏽，酸、鹼都具腐蝕性所以加速鐵生鏽。
- (四) 生鏽前後的重量變化方面：鐵生鏽後重量會增加，且來自氧氣；鐵生鏽後重量會增加，且來自空氣中的雜質等原因。
- (五) 防鏽方法方面：把鐵泡在醋或檸檬就可以防止鐵生鏽；把鐵製品放在櫃子或抽屜裡，可以避免生鏽；用砂紙磨可以防鏽；利用清潔劑清洗，可以防止鐵生鏽；放在塑膠袋中或保鮮膜中，可以避免鐵生鏽。

Schollum(1982)研究指出，學童認為鐵釘放入水中就會生鏽；水和某些不純的物質形成鏽；鏽只是一層表層所以生鏽後重量會增加；鏽存在鐵釘之內鏽是水侵蝕鐵釘所造成的結果。Driver, Guesne& Tiberghien(1985)發現學童迷思概念如下；鐵釘生鏽後質量增加是因為鏽的質量加到鐵釘上；鐵釘生鏽後質量並未發生變化，因為鏽來自鐵本身；鐵釘生鏽後質量減少，是因為鏽腐蝕了鐵。

## 二、「5E 建構式學習環教學模式」相關研究

1980 年代由美國生物科學課程之小學課程展出來的 BSCS (Biological Science Curriculum Study) 課程，是屬於建構式的教學模式，共分為「投入 (E1) → 探索 (E2) → 解釋 (E3) → 精緻化 (E4) → 評鑑 (E5)」五階段教學活動流程如圖 1 所示。

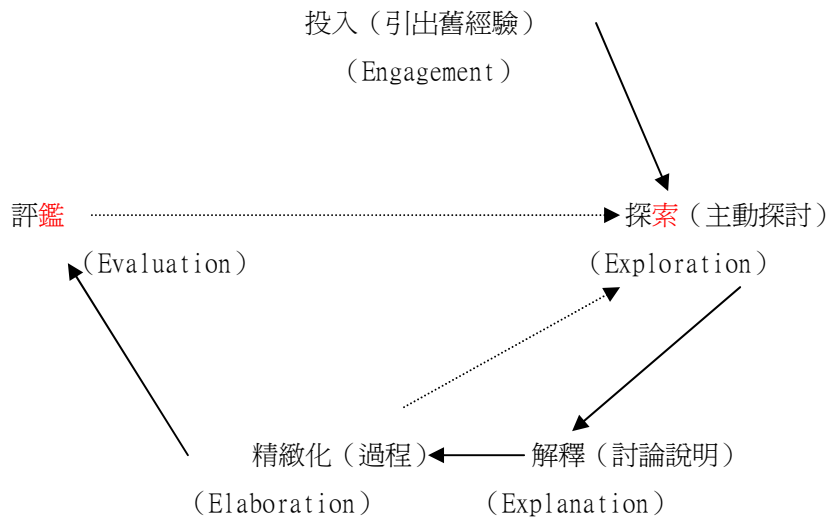


圖 1 BSCS 5E 建構式教學模式

圖 1：資料來源 (游淑媚，1996)

5E 建構式教學模式，在進行投入、探索、解釋、精緻化後過程四個階段後，也可以依需求再次重複進行探索、解釋、精緻化過程等步驟，或評量後再次循環、探索、解釋、精緻化過程等階段，以達成教學目的。其進行的循環模式中，虛線表示教學中如有需要時，可再次進行探索、解釋等過程，來幫助學生進行學習 (黃松源，王美芬，2001)，各個階段老師及學生活動，整理如表 1 所示 (林曉雯 2001)。

表 1：5E 建構式學習環教學模式說明

階段	教師活動	學生活動
投入 (E1) (Engagement)	引起學生好奇心、興趣 引發學生反應，了解學生對概念了解 與想法	將自己知道的概念寫出、說出來。
探索 (E2) (Exploration)	鼓勵學生操作，不直接說明答案。 扮演聆聽、觀察的角色。 必要時，給予更深入的問題重新引導 學生。	以自我為主體，以自我的能力，探 索、思考、解決問題。
解釋 (E3) (Explanation)	鼓勵學生以自己的話說出自己實驗的 結果。 要求學生根據事實做辯證與澄清。 以學生先前經驗為基礎解釋概念。 正式提出定義解釋和新字彙	將自己實驗所得到的結果提出來， 接受同儕或老師的題問，做辯護與 澄清的工作。 接受並且修正自我的觀念。 學習新的定義、解釋和字彙。
精緻化 (E4) (Elaboration)	提供學生使用先前所提出，定義、解 釋和新字彙的機會。 鼓勵學生應用概念於新情境中。	對於老師所提供的新問題能夠運用 所學到的新知識解釋。
評鑑 (E5) (Evaluation)	觀察學生如何應用新的概念和技能， 來解決日常生活中所遭遇的問題。 提出開放性的問題來評量學生。	能將所學習得到的心知識運用於生 活之中，自己來解問題。

## 參、研究方法

### 一、研究人員

#### (一) 教學者及其教學對象

擔任此次教學教師即研究者，教學年資六年，且六年以來一直擔任國小自然科的專任教師，對於教材可說是相當熟稔，且該師目前在師院數理教育研究所進修，對教授本單元方式、內容，可說駕輕就熟，也充分了解本次教學目的。

## (二) 晤談對象

為深入瞭解教學者在進行「生鏽」單元概念改變教學後教學成效，對學童學習的影響及觀念建立情形，兩組學童於教學前、教學後、延宕測後，依其前測成績高、中、低各取兩位，男女各半，共十二位進行三次晤談。希望能藉此瞭解學童所建立的概念中，對「生鏽」單元是否仍存迷思概念，及其概念改變情形。

## (三) 實驗組與控制組基本能力比較

為了解實驗組和控制組基本能力的差異，以減少實驗的誤差，因此將實驗組、控制組學童的五年級自然與生活科技學期總成績，進行獨立樣本 t 檢定分析，看兩組學童間成績是否有顯著差異。

表2：實驗組與控制組五年級自然與生活科技學期總成績，獨立樣本t檢定分析摘要表

	樣本數	平均數	標準差	t值	顯著性(雙尾)
實驗組	32	90.21	4.55	0.54	0.289
控制組	32	91.23	5.02		

由表 2 可得知在  $\alpha = .05$  的水準下， $t=0.54$ ， $P=0.289 > 0.05$  下發現成績並未達顯著性，可見得兩組學童間的成績並無顯著差異性存在。

## 二、研究設計

本研究在探究國小六年級學童，在「生鏽」概念進行 5E 建構式學習環概念改變教學與一般教學的成效比較，因此本實驗採準實驗法進行教學，並透過二階段的紙筆測驗進行前、後及延宕測，以了解「生鏽」概念改變教學策略的立即成效及此策略對概念改變學習效果的持續性，因此本實驗的設計模式如表 3 所列，其中 O 代表測驗處理，X 代表經過教學處理，O1、O3、O5 分別代表實驗組前、後、延宕測，O2、O4、O6 分別代表控制組前、後、延宕測，X1 代表實驗組經過 5E 概念改變教處理，X2 代表控制組經過一般教學處理。

表 3：實驗組、控制組處理設計模式表

教學方式	前測	教學	後測	延宕測驗
5E 概念改變教學 (實驗組)	O1	X1	O3	O5
一般教學(控制 組)	O2	X2	O4	O6

附註：O 代表測驗處理，X 代表經過教學處理。

本研究實驗組依研究者自編的「生鏽」5E 建構式學習環概念改變教學教案教學，時間共分為四節，控制組一般教學法也是研究者自編教材，上課時間也是四節課，兩者教案皆經兩位大專院校教授及兩位國小自然科教師修改審定。

### 三、研究工具

#### (一) 二階段紙筆測驗來源及其信度

本試題取材自行政院國家委員會專題研究成果報告『國小學童氧化還原概念發展與教學策略研究Ⅱ』(氧化還原部分)(李文德, 2002)中的有關「生鏽」方面的相關試題，信度為 0.62332。

#### (二) 二階段紙筆測驗內容分析

本研究之二階段紙筆測驗共分為九題，分為四大主題，依序是「鐵生鏽的條件」、「鐵生鏽後的變化」、「促進鐵生鏽的條件」、「防鏽」，施測時間為三十分鐘，試題涵蓋的概念分析如表 4 所列：



表 4：二階段紙筆測驗分析表

主題	概 念	題 號								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
鐵生鏽的條件	鐵生鏽是因為接觸到空氣和水的關係。	※								
	鏽是鐵和空氣、水接觸後發生氧化作用所產生。				※					
鐵生鏽後的變化	鐵生鏽後重量會增加因為吸收了氧和水分。		※							
	鐵生鏽後顏色變成黃褐色。					※				
促進鐵生鏽的條件	醋酸會腐蝕鐵加速鐵生鏽。			※						
	把鐵一半浸在水中，在水面與水及空氣接觸到的地方最容易生鏽。									※
	海邊的水分、鹽分較多，因此鐵更容易生鏽。									※
防 鏽	鐵的表面塗上油漆可以防止鐵因直接接觸到水和空氣而生鏽。						※			
	鐵的表面塗上油可以防止鐵直接接觸到水和空氣而生鏽。							※		

#### 四、資料蒐集、分析與處理

本研究在整個目標單元的教學期前，先進行小規模的施測無誤後再進行前、後、延宕測，最後將所得資料進行分析、解釋，經晤談十二位樣本學童後，再將晤談內容轉錄成文字資料，進行分析、比較。

##### (一) 統計分析

二階段的紙筆測驗「生鏽概念測驗卷」共分為九題，將每個題目以一分計算，要二階段全答對才給予計分，答對九題得九分為滿分，相同的問卷試題，進行前、後、延宕測驗後，利用 SPSS 軟體進行實驗組與控制組的描述性統計分析後，再進行實驗組與控制組的成對樣本 T 檢定分析，分析受測學童成績是否達到顯著差異性。

## (二) 晤談分析

晤談資料的分析，在徵得受訪學童同意之下進行全程的錄音，錄完音之後，再將全程資料分析如下：

1. 轉錄：將十二位學童晤談錄音，轉錄晤談逐字書面稿資料，並排除不相關用語，如社交與重複的話外，盡可能保留學童原來的字句。
2. 分類：將學童的晤談資料，轉錄成文字資料之後，進行編號代號碼，分別是 SA1~SA6 代表實驗組學童，SB1~SB6 代表控制組學童，共有十二位學童接受晤談
3. 比較：依照主題類別分類條列，對照本研究「生鏽」科學家概念命題敘述，比較學童與科家的概念異同處？及其改變情形。

## 五、教學過程說明

以下為教案過程簡要說明，詳細教案內容見附錄一、二所列。

### (一) 5E 建構式學習環教學法

本研究設計5E建構式學習環概念改變教學，時間為一百六十分鐘計四節課，教學活動區分為投入 (E1)，探索 (E2)，解釋 (E3)，精緻化 (E4)，評鑑 (E5)」五階段教學活動，而活動共分為四項分別是，生鏽條件、加快鐵生鏽條件、鐵生鏽條件、防鏽條件，以下將教學概念及5E建構式學習環學習活動流程做簡要說明：

#### 1. 生鏽條件探討：E1→E2→E3→E2 (第一節)

E1 階段：老師拿出插在泥土中生鏽的鐵釘、生鏽鍋子等真實情境引起學童學習動機動機，並要學童找出校園中生鏽器材。

E2 階段：老師拿出鋼棉讓各組操作，在與空氣、水接觸條件下，找出最快生鏽的條件。

E3 階段：老師提出停在戶外車子易生鏽問題，讓各組討論後提出意見。

E2 階段：老師請各組提出的酸雨導致易生鏽建議再加以實驗輔佐，證明是加快生鏽的原因。

#### 2. 加快鐵生鏽條件探討：E1→E2 (第二節)

E1 階段：老師讓學童比較浸過醋酸與只有浸水的鋼棉哪個容易生鏽。

E2 階段：老師釐清學童水量多並非會加快生鏽條件觀念，還得加上氧氣。

#### 3. 鐵生鏽條件探討：E1→E2→E3 (第三節)

E1 階段：老師提出水中的鋼棉生鏽緩慢事實，讓學童眼見為憑破除憑空異想。

E2 階段：老師請各組提出意見，找出水中鋼棉生鏽緩慢的原因。

E3 階段：老師將水煮沸去除氧氣後，讓學童操作是否能減緩水中鋼棉生鏽速

度，證明學童的假設。

#### 4. 防鏽條件探討：E3→E4→E5（第四節）

E4 階段：老師提出如何防鏽問題，讓各組討論後將意見提出。

E5 階段：防鏽大挑戰，各組討論將討論後的意見進行實際操作。

簡要節次活動流程說明如表5所列。

表 5：5E 建構式學習環學習流程教學節次說明表

教學活動	5E 建構式學習環學習流程	節次
生鏽條件探討	E1→E2→E3→E2	第一節
加快鐵生鏽條件探討	E1→E2	第二節
鐵生鏽條件探討	E1→E2→E3	第三節
防鏽條件探討	E3→E4→E5	第四節

## （二）一般教學法

本研究設計傳統教學法，時間為一百六十分鐘計四節課，而活動共分為四項分別是，鐵生鏽條件、加快鐵生鏽條件、鐵生鏽條件、防鏽條件，以下將教學概念及活動流程做簡要說明：

### 1. 生鏽條件探討（第一節）

老師拿出插在泥土中生鏽的鐵釘、生鏽鍋子等真實情境引起學童學習動機，並要學童找出校園中生鏽器材。

老師拿出鋼棉讓各組操作，在與空氣、水接觸條件下，能觀察出生鏽情形。

老師提出停在戶外車子易生鏽是酸雨導致易，且加以實驗輔佐，證明是加快生鏽的原因，並請學童模仿操作。

### 2. 加快鐵生鏽條件探討：（第二節）

老師讓學童比較浸過醋酸與只有浸水的鋼棉哪個容易生鏽。

老師釐清學童水量多並非會加快生鏽條件觀念，還得加上氧氣。

### 3. 鐵生鏽條件探討：（第三節）

老師提出水中的鋼棉生鏽緩慢事實，讓學童觀察。

老師將水煮沸去除氧氣後，讓學童觀察是否能減緩水中鋼棉生鏽速度，證明實驗的假設。

### 4. 防鏽條件探討：（第四節）

老師提出如何防鏽，讓各組模仿操作防鏽實驗—塗油、上漆。

## 肆、研究結果與討論

### 一、問卷結果與討論

#### (一) 實驗組與控制組描述性統計分析

將資料進行描述性統計分析，其結果如表 6 所列，由表 6 中發現經後測後，兩組成績都提昇，可見兩種教學法都顯現出成效。

表 6：實驗、控制組前、後測描述性統計比較表

	個數	平均數	標準差
實驗組前測	32	5.2813	1.7053
控制組前測	32	5.1875	1.9250
實驗組後測	32	6.8438	2.0178
控制組後測	32	6.1250	1.5187

經過延宕測兩組分數都提昇，但是實驗組成績提高量比控制組高，其描述性統計比較摘要如表 7 所列。

表 7：實驗、控制組前、延宕測描述性統計比較表

	個數	平均數	標準差
實驗組前測	32	5.2813	1.7053
控制組前測	32	5.1875	1.9250
實驗組延宕測	32	6.8438	1.7060
控制組延宕測	32	6.0313	1.5551

比較後測、延宕測成績發現，控制組成績下降，這是經過一段時間後學習已遺忘，但是實驗組成績並沒有下降呈現持平，可見學童並無遺忘，已將知識內化在心中，其描述性統計比較摘要如表 8 所列。

表8：實驗、控制組後、延宕測描述性統計比較表

	個數	平均數	標準差
實驗組後測	32	6.8438	2.0178
控制組後測	32	6.1250	1.5187
實驗組延宕測	32	6.8438	1.7060
控制組延宕測	32	6.0313	1.5551

## (二) 實驗組與控制組的 SPSS 成對樣本 T 檢定分析：

為了了解教學後測驗是否達到顯著性，將資料再經過成對樣本 T 檢定分析，比較前、後測，兩組都達到顯著水準，兩種教學法都顯示出成效，成對樣本 T 檢定摘要如表 9 所列。

表9：實驗、控制組（前-後測）成對樣本T檢定摘要

	T值	自由度	顯著性（雙尾）
實驗組（前-後）	-4.020	31	0.000**
控制組（前-後）	-2.321	31	0.027*

比較前測、延宕測，實驗組成績達到顯著效果，顯示學童經過 5E 建構式學習環教學法後，間隔一段時間仍然具有正確觀點並無遺忘，學童已將知識內化於心中。控制組成績未達顯著水準，顯示學童有些部分已經遺忘，兩者相比，5E 建構式學習環教學法成效顯著，成對樣本 T 檢定摘要如表 10 所列。

表10：實驗、控制組（前-延宕測）成對樣本T檢定摘要

	T值	自由度	顯著性（雙尾）
實驗組（前-延宕）	-3.732	31	0.001**
控制組（前-延宕）	-1.897	31	0.067

## 二、 晤談結果分析

比較科學家概念與學童學習前、後測後的晤談概念，由表 11、12 整理如表 13 所列，由表 13 得知，實驗組總計有 10 題概念由不符合科學家概念，轉變為符合科學概念，8 題由符合科學家概念，轉變為不符合科學概念；控制組，總計有 10 題概念由不符合科學家概念，轉變為符合科學概念，6 題由符

合科學家概念，轉變為不符合科學概念，由此可發現實驗、控制組晤談學童概念轉變為符合科學家的比率相當。

比較科學家概念與學童學習後、延宕測後的晤談概念，如表 11、12 所列，由表 11、12 整理如表 14 所列，由表 14 得知，實驗組總計有 11 題概念由不符合科學家概念，轉變為符合科學概念，3 題由符合科學家概念，轉變為不符合科學概念；控制組，總計有 7 題概念由不符合科學家概念，轉變為符合科學概念，6 題由符合科學家概念，轉變為不符合科學概念，由此可發現，實驗組概念改變符合科學家概念總數較多，概念變不符合數量也較少。

綜合上述可得以下結論：

1. 比較教學前、教學後測後的晤談，發現實驗組與控制組概念改變符合科學家概念題數兩者相差不多，可見兩者效果相去不遠。
2. 比較教學後、延宕測後的晤談，發現實驗組概念改變符合科學家概念題數較多，概念不符合題數也較少，控制組概念改變符合科學家概念題數較少，概念不符合題數也較多。

表 11：實驗組晤談概念與科學家概念比較表

編號	SA1			SA2			SA3			SA4			SA5			SA6		
	前	後	延	前	後	延	前	後	延	前	後	延	前	後	延	前	後	延
1	X	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	X	X	X	X	X	X	X	0	0	X	X	0	X	X	X	X	0	X
3	0	X	0	X	X	X	0	0	0	0	X	0	0	0	X	0	0	0
4	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	X	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	X
6	X	X	X	X	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0
7	X	X	X	X	X	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	X	X	0	X	X	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0

附註：0 代表觀念符合科學家概念，X 代表觀念不符合科學家概念。

表 12：控制組晤談概念與科學家概念比較表

編號	SB1			SB2			SB3			SB4			SB5			SB6		
	前	後	延	前	後	延	前	後	延	前	後	延	前	後	延	前	後	延
1	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0
2	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	X
3	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	X	X	X	X	0	0	X	X	0	X	0	0	0	X	0	0	0	0
7	X	X	0	X	X	0	X	0	X	0	0	0	X	0	0	0	0	0
8	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
9	X	X	X	X	0	0	X	X	X	0	X	X	X	0	X	0	0	0

附註：0代表觀念符合科學家概念，X代表觀念不符合科學家概念。

表13：教學前測與教學後測兩組學童概念轉變題數表

組別	實驗組							控制組						
	前→後	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	總計	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6
X→O	1	0	4	3	0	2	10	2	4	1	2	1	0	10
O→X	2	1	1	1	2	1	8	1	0	1	1	2	1	6

附註：X→O代表原觀念不符合科學家概念轉變為符合科學家概念。

O→X代表原觀念符合科學家概念轉變為不符合科學家概念。

表14：教學後測與延宕測兩組學童概念轉變題數表

組別	實驗組							控制組						
	後→延	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	總計	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6
X→O	3	5	1	1	1	0	11	2	1	2	0	2	0	7
O→X	0	0	0	1	1	1	3	1	0	1	0	3	1	6

附註：X→O代表原觀念不符合科學家概念轉變為符合科學家概念。

O→X代表原觀念符合科學家概念轉變為不符合科學家概念。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

綜合問卷、晤談資料整理出，國小學童在「生鏽」方面的結論，如下所述：

## （一）統計分析

1. 利用 SPSS 軟體進行統計資料分析，比較前、後測兩組皆達顯著水準。
2. 比較前、延宕測，實驗組達顯著水準，控制組未達顯著水準。

## （二）晤談分析

1. 比較教學前、教學後測的晤談，發現實驗組與控制組概念改變符合科學家概念題數兩者相差不多。
2. 比較教學後、延宕測後的晤談，發現實驗組概念改變符合科學家概念題數較多，概念變不符合題數也較少，控制組概念改變符合科學家概念題數較少，概念變不符合題數也較多。

## 二、建議

（一）由本研究結果得知，5E建構式學習環教學法對於學童學習後具有加強延長記憶效果，學童學習後能夠長久記憶而不易遺忘，但是相對的在進行5E學習環教學法事先必須花費多的時間備課、準備教材、器具等..。且學生學習後並非立即顯現成效，因此教師必須對此學習法具有正確觀點，切莫急於一時，想要立即預見學童學習成效，在一段時間後必能見其顯著成效性。

（二）5E 建構式學習環教學最大的成效在於學生的保留概念可具有較長時間，但是往往家長們認為這方面並不重要，他們只要求能夠在短時間內看到學生成績的提昇，在此建議可以將 5E 教學成功的模式推廣給社會各界，藉由不斷宣導溝通，化解家長們心中的疑慮，讓家長們知道學習是要能持久於內心中，如此一來不但在未來的求學路上或是以後讀書做研究都相當佔有優勢，相信家長社會大眾必能支持 5E 學習環的教學理念。



## 參考文獻

- 李文德(2002)：『**國小學童氧化還原概念發展與教學策略研究Ⅱ**』(氧化還原部分)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC91-0111-S153-01-N)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 李銘川(2003)：**中小學學生對生鏽之迷思概念研究**。國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士班論文。(未出版)
- 林哲彥(1992)：**我國國小學童氧化還原概念之研究(I)**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC81-0111-S024-01-N)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 林曉雯(2001)：**國小自然科教師試行「學習環」之合作行動研究**。屏東師院學報第十四期，935—986。
- 黃松源、王美芬(2001)：**國小自然科建構取向教學之行動研究**。科學教育研究與發展 2001 專刊，57-82。
- 黃宰龍(2001)：**探討 STS 教學模組對學生學習氧化還原概念的影響**。國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士班論文。(未出版)
- 游淑媚(1996)：**建構式教學模式和科學教學焦慮感之縱貫研究**。1996 年中華民國第九屆科學教育學術研討會論文彙編，547-559。臺中市：國立台中師範學院。
- 鄭世興(2001)：**國小學童氧化概念研究**。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。(未出版)
- 蕭登峰，郭金美(2003)：**對國小六年級學童利用探討啟發式科學寫作，融入教學對學童科學概念學習與改變之研究—以氧化還原為例**。自然科與生活科技學習領域課程研討會科學課程論述，231—265。臺北市：國立台灣師範大學。
- Schollum, B. (1982). *Reacting, Learning in Science Project*. Working ,37,ERIC Document NO 236020.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *So me features of children's ideas and their implications for teaching*. In Drive, R. et al. (Ed. ).*Children's ideas in science* , 193-201, Open University Press, UK.37. ERIC Document NO 236020.

## 附錄一：5E 建構式學習環教案

階段	老師活動	學生活動	教具	時間 (分)
E1	<p>概念：鐵生鏽條件</p> <p>引起動機：情境故事，運動會完，我們在整理場地時，有將操場上的鐵釘拔光嗎？當你們將鐵釘拔出來時，有注意到什麼嗎？</p>	<p>學生回答，提出“生鏽”的答案。</p>	<p>生鏽的鐵釘。</p>	5
	<p>老師的同學逛夜市看到一個鍋子既漂亮又便宜，就買回家了，第一天就煮了香噴噴的鍋燒麵…接著洗了之後就放在廚房，結果第二天喝喜酒，第三天同學會，終於第四天想燉雞湯，可是…(老師舉起生鏽的鍋子)</p>	<p>學生發現鍋子生鏽。</p>	<p>生鏽的鍋子。</p>	5
	<p>在學校還有哪些地方有看到生鏽的情形呢？什麼情況會生鏽呢？請各組討論生鏽的物品與環境。</p>	<p>各組討論白板呈現(能以表格呈現更佳)，寫問題單一。</p> <p>學生能提到潮濕等生鏽之相關條件。</p>	<p>白板組、問題單一。</p>	8
E2	<p>現在老師手頭上有一些鋼棉，請各組利用教室內的東西以最快的時間讓鋼棉生鏽，計時開始。</p>	<p>學生能以潮濕條件讓鋼棉生鏽。</p>	<p>培養皿、鋼棉、水、計時器。</p>	5

	<p>(完成實驗裝置後，教師將鋼棉置入裝滿水的燒杯)</p> <p>你們覺得你們的鋼棉生鏽快還是老師的鋼棉生鏽快？為什麼？</p>	<p>學生各組白板討論，寫問題單二(猜測與推論原因，可能會認為水越多越容易生鏽)。</p>	<p>白板組、問題單二。</p>	10
E3	<p>潮濕的環境的確容易生鏽，除此之外，聽說臺灣的車子也很可憐，國外的車子通常防鏽可以十一年以上，但在臺灣如果不好好保養，尤其是停在外面的車，常常三、五年就發生生鏽的情形，有誰知道為什麼嗎？</p>	<p>學生提到酸雨(若未能提出，由教師引介)。</p>		7
E2	<p>酸雨真有這麼可怕嗎？可以讓鐵更容易生鏽嗎？現在老師手頭上有一些鋼棉，你們可以用什麼方式讓鋼棉速速生鏽？</p>	<p>學生討論方法(加水、加酸)</p>	<p>鋼棉、醋、培養皿計時器。</p>	5
<b>第一節 結束 (休息十分鐘)</b>				
E1	<p>你們的鋼棉生鏽了嗎？老師的呢？(鋼棉生鏽只要十幾分鐘)</p>	<p>學生觀察到自己的鋼棉生鏽，而老師浸在水中的鋼棉尚無明顯生鏽現象。</p>		5
	<p>有人剛剛說老師的鋼棉因為水比較多會先生鏽，不過好像不是這樣耶(老師將鋼棉自水中取出並撥開)，有誰知道原因嗎？</p>	<p>有學生提到空氣。</p>		10
E2	<p>真的跟空氣有關嗎？現在我們來試著做個實驗，看看生鏽到底會不會用到空氣，請3號同學到前面拿器材</p>	<p>學生能仿照老師裝置器材(鋼棉浸酸亦可)。</p>		15
	<p>比比看，浸過醋的鋼棉跟上一節課浸水的鋼棉何者較容易生鏽？</p>	<p>學生能覺察浸酸的鋼棉更容易生鏽。</p>		10

第二節 結束				
E1	上星期將鋼棉放入水中時沒生鏽，現在居然黃黃的，這是怎麼一回事？	學生能判斷鋼棉生鏽了。		5
E2	可是我們知道生鏽要有空氣、水，鋼棉不是都泡在水裡，怎麼會有空氣？	學生討論（魚可以在水中呼吸，水中含有氧氣）。	白板組	10
	嗯…有道理，那有誰知道該怎麼將水中的空氣去除？這樣就不容易生鏽了	學生小組討論。		10
E3	老師在家裡有養魚，之前因為天氣冷，就把水煮一煮，等到稍冷確實再將魚缸的水換掉，水溫可以高一點，結果…原本還有黑球、熊貓鼠、日光燈等，現在只剩下紅球一尾以及孔雀魚，後來才知道水煮過後，所含的空氣就減少了。	學生聆聽。		5
	我們現在來試試煮過的水是否容易生鏽。	學生以燒杯盛滾水再加入鋼棉。	燒杯、熱水、鋼棉。	10
第三節 結束				
E4	該如何防止生鏽？請同學考慮生鏽條件，提出防鏽方法。  引介現實防鏽作法。	學生分組討論（如何阻絕氧氣、水），寫問題單四。 學生聆聽。	白板組、問題單四。	20
E5	防鏽大挑戰。	學生討論如何處理鐵釘。 分組寫問題單五。	問題單五、鐵釘、臘、油漆、油。	20
第四節 結束				

## 附錄二：一般教學法教案

	老師活動	學生活動	教具	時間 (分)
	<p>概念：鐵生鏽條件</p> <p>引起動機：情境故事，運動會完，我們在整理場地時，有將操場上的鐵釘拔光嗎？當你們將鐵釘拔出來時，有注意到什麼嗎？</p>	<p>學生回答，提出“生鏽”的答案。</p>	<p>生鏽的鐵釘。</p>	5
	<p>老師的同學逛夜市看到一個鍋子既漂亮又便宜，就買回家了，第一天就煮了香噴噴的鍋燒麵…接著洗了之後就放在廚房，結果第二天喝喜酒，第三天同學會，終於第四天想燉雞湯，可是…(老師舉起生鏽的鍋子)</p>	<p>學生發現鍋子生鏽。</p>	<p>生鏽的鍋子。</p>	5
	<p>在學校還有哪些地方有看到生鏽的情形呢？什麼情況會生鏽呢？請各組討論生鏽的物品與環境，老師請會同學舉手回答。</p>	<p>各組討論。</p>		8
	<p>現在老師手頭上有一些鋼棉，一組沾水後置於桌面，另一組將鋼棉置入裝滿水的燒杯中，請各組模仿操作。</p> <p>老師請學生紀錄，比較哪一組比較快生鏽</p>	<p>學生能模仿操作。</p> <p>學生紀錄在筆記本上。</p>	<p>培養皿、鋼棉、水。</p>	5
	<p>潮濕的環境的確容易生鏽，除此之外，聽說臺灣的車子也很可憐，國外的車子通常防鏽可以十一年以上，但在臺灣如果不好好保養，尤其是停在外面的車，常常三、五年就發生生鏽的情形，有誰知道為什麼嗎？</p>	<p>學生提到酸雨(若未能提出，由教師引介)。</p>		7

	酸雨真有這麼可怕嗎？可以讓鐵更容易生鏽嗎？現在老師將鋼棉加醋酸，各組模仿操作。	學生模仿操作。	鋼棉、醋酸、培養皿。	5
<b>第一節 結束</b>				
	老師將實驗沾水後置於桌面，或是將鋼棉置入裝滿水的燒杯中比較生鏽情形結果書寫在黑板上，請各組訂正答案。	學生訂正答案。	黑板	5
	老師詢問生鏽的條件除水之外還需要有什麼？	有學生提到空氣。(若無則老師引介提出)		10
	真的跟空氣有關嗎？現在我們來試著做個實驗，看看生鏽到底會不會用到空氣，請各組組長到前面拿器材	學生能仿照老師裝置器材(鋼棉浸酸亦可)。		15
	比比看，浸過醋酸的鋼棉跟上一節課浸水的鋼棉何者較容易生鏽？	學生能覺察浸酸的鋼棉更容易生鏽。		10
<b>第二節 結束</b>				
	上星期將鋼棉放入水中時沒生鏽，現在居然黃黃的，這是怎麼一回事？	學生能判斷鋼棉生鏽了。		5
	可是我們知道生鏽要有空氣、水，鋼棉不是都泡在水裡，怎麼會有空氣？	學生討論(魚可以在水中呼吸，水中含有氧氣)。		10
	嗯…有道理，那現在老師將水中的空氣去除，這樣就不容易生鏽了	學生聆聽。		10

	<p>老師在家裡有養魚，之前因為天氣冷，就把水煮一煮，等到稍冷確實再將魚缸的水換掉，水溫可以高一點，結果…原本還有黑球、熊貓鼠、日光燈等，現在只剩下紅球一尾以及孔雀魚，後來才知道水煮過後，所含的空氣就減少了。</p>	<p>學生聆聽。</p>		<p>5</p>
	<p>我們現在來試試煮過的水是否容易生鏽？老師以燒杯盛滾水再加入鋼棉，操作實驗。</p>	<p>學生觀察。</p>	<p>燒杯、熱水、鋼棉。</p>	<p>10</p>
<p><b>第三節 結束</b></p>				
	<p>該如何防止生鏽？請同學考慮生鏽條件，提出防鏽方法。</p> <p>老師將防鏽作法寫在黑板上。</p>	<p>學生分組討論後將結果寫在筆記本上。</p> <p>學生訂正答案。</p>	<p>黑板</p>	<p>20</p>
	<p>防鏽--噴漆、塗油防鏽實驗。老師操作學生模仿</p>	<p>學生模仿操作。</p>	<p>鐵釘、油漆、油。</p>	<p>20</p>
<p><b>第四節 結束</b></p>				

A Study of 5E Learning Cycle Teaching Strategies Compared General Teaching to Investigate Primary Conceptual Change Result on the Unit of Rusty.

Yu-Fang Chen<sup>1</sup> Wen-Der Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chung Hsiao Primary School in Kaohsiung County

<sup>2</sup>The Department of Natural Science Education in National Pingtung Teachers College

### **Abstract**

The purposes of this study was to examine whether there was a significant difference between the pupils that had received 5E learning cycle teaching strategies and those that had received general teaching as to the effectiveness of learning. The study adopted quasi-experimental method and used two classes of sixth graders primary school as the subjects. A class was used as the experimental group, receiving 5E learning cycle teaching strategies, while another class pupils was designed to be control group with general teaching. Prior to teaching the average score of science and technology on grade five was administered to the groups to understand whether there was a significant difference. Before teaching, a two-tier multiple choice pre-test of the unit of rusty and interview were given to the groups. Then four sessions of teaching followed. Post-tests and interviews were given immediately after teaching. A deferred test and interview were given a month later. Six students, including two with the highest achievement, two with intermediate achievement and two with lowest achievement in a two-tier multiple choice pre-testing were selected from the experimental and control group to receive an interview. The results of the two-tier multiple choice test underwent descriptive statistic analysis and two-sample-comparative testing analysis to understand whether the two groups of pupils showed a significant difference in post-teaching learning effectiveness. The data of the interview was qualitatively analyzed in order to understand the effectiveness of 5E learning cycle teaching strategies.

The findings were as follows :

1. We could analysis these data with SPSS descriptive statistic analysis. As the result of from these data comparing pre-testing with post-testing , the scores of the control group and the experimental group were not represented a significant increase.
2. We could analysis these data with two-sample-compare testing analysis on SPSS from the experimental group and the control group. The difference in



post-testing learning effectiveness between the two groups represented a significant level. The difference in the latent learning effectiveness, the experimental group represented a significant increase, but the control group didn't.

3. As the result of from interview of comparing pre-testing with deferring test, we could find that the correct conceptual changing answers of experimental group were more than the control group.

Key words : 5E learning cycle teaching strategies 、 general teaching 、 two-tier multiple choice test