

# 提升科學創造力的探究教學策略 之實驗研究

李明昆<sup>1\*</sup>、洪振方<sup>2</sup>

<sup>1</sup>高苑科技大學通識教育中心（現任職於高雄市立前峰國民中學）

<sup>2</sup>高雄師範大學科學教育研究所

\*k3448@mk.ks.edu.tw

（投稿日期：2012.5.7；修正日期：2012.6.20；接受日期：2012.6.28）

## 摘 要

本研究採準實驗模式，研究對象選自高雄地區某城鎮一所國中二年級二班學生。本研究包含 80 位學生，其中實驗組（N=42）進行「形成心智組型，進行實驗、解釋與表達」、「科學語詞引介」、「應用」及「自我反思」四階段實驗教學；對照組（N=38）進行教科書為本的傳統食譜式教學。研究工具包括「國民中學科學過程技能學習成就測驗卷」、「威廉斯創造性傾向量表」及學生實作的「科學專題研究作品」。統計分析結果顯示：實驗組學生的「科學專題研究作品」、「創造性傾向」與「科學過程技能」平均得分均顯著高於對照組。據此顯現本研究所設計的「提升科學創造力的探究教學策略」，對提升國中生的科學創造力之認知、情意與技能三面向均具顯著效益。

關鍵字：科學創造力、探究教學

## 壹、前言

科學教育成效關乎國家經濟發展與國際競爭力之提升（洪碧霞，2010），培養學生的科學創造力是科學教育的重要內容之一（劉湘瑤，2009），科學和科技創造力是提升國家全球經濟競爭力的討論重心(Park, Lubinski, & Benbow, 2008)。Fisher 與 Williams (2004)主張學生未來的成功取決於其創意思考技能。Park 等人(2008)的研究發現教育可增進個體認知能力，提升其科學和科技創造力潛能。

PISA2009 評比結果顯示臺灣的科學素養有明顯退步情形，急需關注與改善（洪碧霞，2010）。臺灣的科學教育成果長久以來做為國家經濟和科技競爭力之基礎。研發人才的基礎科學與科技知能培育主要是透過中小學的科學教學。再者規劃創造力取向之課程和教材，研發以培育創造力與創新為核心教材是我國發展創造力教育的基礎（教育部，2002）。所以，就現階段維持國家競爭力的根本觀點，應在國中小科學教育課程方面規劃創造力取向之課程和教材，以營造具創意的學習環境與提升創造力，進而孕育具創造力的科技人才。

探究教學是科學教育活動的實施主軸，培育學生的科學創造力是維繫我國經濟發展和科技競爭力根基。就科學的教與學而言，今後的科學教育應強調以「科學探究」為學習活動，從中潛移默化地培養創造力(李明昆、洪振方，2004)。據此，本研究將結合 NRC (2000)五階段探究式教學和 Lawson (1988)學習環教學模式架構合宜的科學探究教學策略，以提升學生科學創造力的認知、情意與技能面向表現。研究問題設定如下：

- 一、在不同的實驗處理後，實驗組與對照組在科學專題研究作品的表現是否有差異？
- 二、在不同的實驗處理後，實驗組與對照組在創造性傾向的表現是否有差異？
- 三、在不同的實驗處理後，實驗組與對照組在科學過程技能的表現是否有差異？

## 貳、文獻探討

國家競爭力取決於積極創新的觀念，教育課程改革就是為了維持與提升國家競爭力而準備。九年一貫課程是我國近期重要教育課程改革方案。在自然與生活科技領域教學要達成此領域之教育目標，應特別注重「探究」的學習過程

(王美芬, 2006)。葉玉珠、彭月茵、林志哲、蔡維欣與鍾素香 (2008) 的研究發現科學學習與中小學學生的科學創造力有密切相關。所以, 科學教師如何在科學教學中提供適當策略來引導學生進行探究學習和培育科學創造力, 進而提升國家競爭力深具重要性。

## 一、科學創造力的意涵和重要性

雖然各領域創造力在結構上有相似部分, 但本質上卻有很大不同。科學領域的創造力必須建立在嚴謹科學知識背景與研究方法上, 具領域特定性 (Charyton & Snelbecker, 2007; 溫錦隆, 2007; 陳振明, 2004)。所以科學創造力並不能像藝術創作般天馬行空, 僅做表徵性陳述與展現, 必須以科學知識架構為主體呈現其創造思維。

Heller (2007, p.209)認為「科學創造力是個別和群體以一種創新的和生產性的方法解決複雜的科學和技術的問題的能力」, Hu 與 Andy (2002) 從過程、特質、產品三個向度分析科學創造力, 主張科學創造力是智力的表徵、製造產品的能力, 是個人依照心中目的、使用某些訊息, 製造某項含有社會意涵與個人價值的產品。善於問題發現是科學創造力的共識能力或特質 (Dasgupta, 1996; 吳淑芬, 2008; 洪文東, 2001)。洪振方 (1998) 強調發現問題、界定問題即是問題的發現與探索, 藉著豐富的舊有知識形成解決策略; 再經過邏輯上的論證即評鑑策略、決定策略等步驟來完成科學創造力的過程。可見, 科學創造力是一種人類特有創造屬性, 是在科學知識基礎上進行問題解決和創造的活動, 對科學發展具關鍵性影響。

評定創造力的共識觀點是作品的「新穎性」和「有效性」(Mayer, 1999)。至於怎樣的科學探究成果才視為科學創造力表現, 一般認為科學創造力僅是少數科學家才能擁有的能力, 是一種“Big Creativity”的表現; 相對的“Small Creativity”則是每個人都具備可培養的能力。吳淑芬 (2008) 認為國中生的科學創造力表現, 並不是要有如科學家般的對全人類貢獻的驚人發現或是劃時代突破, 而是能夠在已存在的科學原理原則下, 在科學學習的過程中基於對專門領域知識的瞭解及熟悉, 能產生新穎的想法、理念或聯結, Starko (2005)也主張創造力應視為一個學習過程, 學生藉由努力和練習而激發出來的成果。所以, 國中生的科學創造力表現可就其科學探究活動之成果進行評測。

依據以上所述，正因創造力人人所共有。因此，如何透過教育過程，開發每個人內心潛藏的科學創造力，實乃科學教育工作者，亟應重視的課題。

## 二、科學創造力的相關實證性研究

近年來相關實徵研究顯示科學創造力是可培育的（劉湘瑤，2009；Fisher, 2004；Park et al., 2008）。研究者依所運用研究方式區分為三類取向。第一類取向是教師進行課程設計以培育學生的科學創造力，例如：類比教學（王獻叡，2010）、科學探究或技能訓練教學（池彩卿，2009；莊婷嬭、陳信男、唐健文，2004；李賢哲、李彥斌，2002）、閱讀科學書籍教學（林世偉，2007）、科學故事融入教學（溫錦隆，2007）、問題為本教學（李金樹，2006；黃永昆，2005）。前述研究結果均顯現其提升科學創造力具正面成效。此類研究設計理念多與Hodson (1986)、Treffinger 與 Isaksen (1992)引導學生探討科學家對問題的探究思考歷程，以啟發其科學創造力之主張相符。第二類取向則關注提升科學創造力的環境因素，相關實證研究顯示營造合宜的教室學習環境有助科學創造力的正面表現，包括師生互動（許淑婷，2004）、團體學習凝聚力（劉錦駿，2009）、民主的互動學習環境（吳淑芬，2008）、策略引發學習動機（張志中，2008）、自我效能（陳宏璋，2008）、科學學習環境（吳坤璋，2006；張素菁，2005）、輕鬆和諧的學習環境（Ashby, Isen, & Turken, 1999）。這些研究都與Mouchiroud 與 Lubart (2002)的主張透過社會互動產生創造力相符。再者從近年諾貝爾科學獎項得主情形亦明顯可發現「研究團隊」是現代科學創造力的重要特徵，透過團體合作方式可彼此激發創意想法（Simonton, 2003）。第三類取向是以個案訪談或文件分析方式了解科學創造力的相關指標，Gardner (1993)對七位領域大師的創造力剖析，Lubinski 與 Benbow (2006)長達 35 年的 1586 名個案縱向追蹤研究，Park 等人(2008)以前者的研究資料分析不同能力與科學創造力關聯性。陳昭儀（1991）、陳昭儀與楊慧君（2001）探討我國傑出發明家、科學家進行創造歷程相關要素分析，以了解其源由。在學生個案部分，黃秀玉（2008）、林靜怡（2003）認為學生的科學創造力表現就是科展競賽作品，以科展得獎學生進行人格、環境與學習面向特質與科學創造力的相關研究探討。將前述實證研究依據 Bloom 的認知、情意、技能三大教學目標為評量類別，進行分析整理如表 1 所示。

表 1 科學創造力表現相關研究的評量面向分析表

| 研究       | 第一類                   | 第二類                           | 第三類               |
|----------|-----------------------|-------------------------------|-------------------|
| 取向       | 進行課程設計教學以培育           | 影響科學創造力提升                     | 個案分析了解科學創         |
| 類別       | 學生的科學創造力              | 的環境因素                         | 造力的相關指標           |
| 相關<br>研究 | 王獻叡 (2010)            |                               | 黃秀玉 (2008)        |
|          | 池彩卿 (2009)            | 劉錦駿 (2009)                    | Park、Lubinski 與   |
|          | 林世偉 (2007)            | 吳淑芬 (2008)                    | Benbow (2008)     |
|          | 溫錦隆 (2007)            | 張志中 (2008)                    | Lubinski 與 Benbow |
|          | 李金樹 (2006)            | 陳宏漳 (2008)                    | (2006)            |
|          | 黃永昆 (2005)            | 吳坤璋 (2006)                    | 林靜怡 (2003)        |
|          | 莊婷嬪、陳信男與唐健文<br>(2004) | 張素菁 (2005)                    | 陳昭儀與楊慧君<br>(2001) |
|          | 洪文東 (2003)            | Ashby、Isen 與 Turken<br>(1999) | Gardner (1993)    |
|          | 李賢哲與李彥斌 (2002)        |                               | 陳昭儀 (1991)        |
| 評量<br>面向 | 認知、技能                 | 認知、技能                         | 情意                |

在認知評量方面，創造力表現是具體化想像產品，是藉由想像過程，生產具有獨創性東西。為避免想像力誤用，想像力應受到價值引導(Fisher, 2004)。據此，創造力產品就應受到批判性思考、推理與判斷的測試。就此意涵創造力產品需有社群的共識評判標準存在。第一、二類取向的相關研究，多數是以洪文東(2001)發展的「科學創造力評測工具」或因應研究需求修訂 Hu 與 Andy (2002) 所開發「科學創造力問卷」為量具，評測流暢性、獨創性與變通性三向度得分，以呈現個體科學創造力表現，然其評測內容大都與研究期間授課課程內容無關。若主題與科學探究相關則輔「科學過程技能」(例如：李賢哲、李彥斌，2002) 或「問題解決」(例如：洪文東，2003；李金樹，2006) 量具。第三類取向研究，學生部分都將科展作品視為科學創造力表現，陳振明(2004)也呼應此主張。據此，若以國中生為研究對象探討科學創造力，應以專題研究作品成果品質做為評斷依據，除了符合課程設計的學習成就需求(吳淑芬，2008)，也能符合真實情境問題以提高預測效度。而新穎性和有效性可做為學生專題研究作品評測科學創造力認知面向之判準。

在情意評量方面，李彥斌（2002）指出要求學童以其既存的有限科學知識技能，產出新科學理論或製作新奇產品實屬不易，因此以評量「潛能」代替實際理論或成品較為可行。許淑婷（2004）的研究也發現個體的創造性傾向是影響科學創造力表現的重要情意要素。創造性傾向的情意變項一般以 Williams（1972）主張的冒險性、挑戰性、好奇心及想像性四種特質為學界所認同。

在技能評量方面，吳坤璋（2006）的研究發現科學探究能力對科學創造力有積極正向影響。劉美芳（2004）的研究發現問題發現與提出解法是預測科學創造性問題解決歷程的主要變項。而執行探究能力就是「科學過程技能」（甘漢銑、陳文典，2004）。所以，在評量科學創造力時可聚焦於「問題發現」和「科學過程技能」能力兩部分。

以上論述顯示科學創造力表現評量可就認知、情意與技能三面向兼具，以更完整呈現科學創造力表現。據此研究者將科學創造力定義為個體在科學探究活動過程中所完成專題作品、創造性傾向與科學過程技能表現的總和。

### 三、提升科學創造力的探究教學策略

在科學研究上提出創造性問題和發展科學上未解決的相關問題假說，發展新理論和新方法和原先的問題新解法都是科學創造力表現(Heller, 2007)。李明昆與洪振方（2011）的研究指出學生的提問行為是個體思考的表現，也是個體開始進行探究活動行為的訊息，是深化認知的觸媒，亦是個體自我發現與創造的開始。以思考方式解決問題的教學策略，時常比那些把科學描繪成一組事實集合的教科書，更能夠培養科學創造力(Edmonds, 2004)，開放式探究也較指導式探究更能增進學生的科學創造力（莊婷嬪等人，2004），結合合作學習和問題導向學習方式是培養學生科學創造力的最佳策略（黃永昆，2005）。再者營造富科學創造力學習環境，需要教師支持學生的內在動機並鼓勵其獨立思考和冒險精神(Starko, 2005; Treffinger & Isaksenet, 1992)。所以，創造思考與探究過程是一體兩面（洪振方，2003），當學生有時間進行探索、實驗與執行想法之時，就是創造力滋長的時間 (Fisher & Williams, 2004)。所以，學生在實驗課堂實踐探究活動就是培育科學創造力的可行策略。

2000年NRC出版的《探究與國家科學教育標準》(Inquiry and the National Science Education Standards)分析相關探究教學模式歸納出探究式教學活動的五

個共同階段，而 Lawson (1988)的學習環模式是廣泛地被運用的探究教學模式。所以，不論是 Lawson 學習環教學或 NRC 五階段探究教學都可做為科學教師進行或設計探究教學的重要憑藉。至於教師在探究教學活動中如何培育學生創造力，洪振方 (1998)主張創造思考過程中收斂式與發散式思考兩者都是必須的，Fisher (2004)建議「使用想像力」、「產生更多想法」、「另類方案的試驗」、「獨創性」、「詳細說明我們所做與所知的」及「評估我們所思考的及所作的」都是有效的發展創造力課程教學策略，可以廣泛地應用於各領域課程中。

依據以上所述本研究將 NRC 五階段探究式教學整併成「形成心智組型，進行實驗、解釋與表達」、「應用」及「自我反思」三部份，並考量學生在初步形成的心智組型，進行實驗、解釋與表達階段並非是科學社群用語，故引入 Lawson 學習環「語詞引介」部份，以導引學生形成合宜科學概念陳述。再輔發散性和收斂性思考方式，並運用有效的創造力課程教學策略，構成「形成心智組型，進行實驗、解釋與表達」、「語詞引介」、「應用」及「自我反思」四階段的「提升科學創造力的探究教學策略」，促使學生在科學探究活動中進行問題解決以提升其科學創造力。完整課程設計將詳述於後。

## 參、研究設計

### 一、研究樣本

本研究受試樣本取自高雄地區城鄉一所小型國民中學（全校共計九班），以該校八年級的二班學生分別做為實驗組（N=42）和對照組（N=38）。實驗組與對照組分別進行不同教學模式，實驗組教師教學年資 15 年，對照組教師教學年資 17 年。整個研究的實驗教學活動共計一學期，自 2004 年 9 月初起至 2005 年 1 月底，共計 5 個月。

## 二、課程設計

表 2 創造性科學探究教學策略所選定得教學單元

| 單元名稱    | 章名        | 小節名          | 本研究的探究實驗單元 |
|---------|-----------|--------------|------------|
| 奇妙的物質世界 | Ch1：基本測量  | 1-3：質量與密度的測量 | 密度         |
|         | Ch2：物質與能  | 2-2：奇妙的水溶液   | 溶解度        |
| 自然界力的作用 | Ch3：常見的力  | 3-3：接觸力      | 摩擦力        |
|         | Ch4：壓力與浮力 | 4-1：認識壓力     | 液壓         |
| 奧妙的物質變化 | Ch5：溫度與熱  | 5-1：溫度與熱量    | 熱量         |
|         | Ch6：化學反應  | 6-3：認識元素     | 元素分類       |

本研究採準實驗研究方式，比較不同教學方式以探討研究者設計的「提升科學創造力的探究教學策略」實驗成效如何？研究階段的教師教學活動是以該校的自然與生活科技領域課程第三冊（康軒版）教材為主體。實驗組與對照組僅在實驗教學部份有所不同，實驗組進行「提升科學創造力的探究教學策略」教學，對照組則進行依據教科書設計的實驗單元之「傳統食譜式」教學。然而，基於學生學習時間考量，避免耽誤應有課程進度，實驗組僅就每一章選定一個實驗主題，依據提升科學創造力的探究教學策略：「形成心智組型，進行實驗、解釋與表達」、「語詞引介」、「應用」及「自我反思」四階段理念，形成有別於傳統教科書型態的實驗課程活動。所選定實驗主題依序為密度、溶解度、液體壓力、摩擦力、熱量與元素分類六個單元（整理如表 2）。而此研究設計將有利於科學教師在授課時間因素考量之下，在課堂上實際執行。

對照組也進行相同單元實驗教學活動，然其教學活動以課本實驗設計為準，為傳統食譜式實驗活動。對照組教師以講述教學策略授課，在課堂上將課本內容、實驗操作方式（包括：實驗器材、步驟等），鉅細靡遺的講解給學生聽之後，學生就按照課本所設計的步驟，一步一步的做下去直到完成實驗，並將結果登錄在實驗記錄簿中，交給教師批改分數，教學活動即結束。

實驗組進行的「提升科學創造力的探究教學策略」在「應用」階段活動的實驗設計變因與過程都是開放由學生自行討論選定與設計，而非傳統課室教師



依據教材設計的食譜式實驗操作型態。以下就「摩擦力」單元為例說明「提升科學創造力的探究教學策略」的「形成心智組型，進行實驗、解釋與表達」、「科學語詞引介」、「應用」與「自我反思」等四階段教學策略運作模式，整理如圖 1 所示。

### (一) 形成心智組型，進行實驗、解釋與表達

首先透過設計不同於課本且可親身體驗實驗活動（如圖 1 的「示範實驗」和「學生體驗活動」），來引發學生認知衝突和興趣，並對該現象產生猜測以探究其成因。據此，研究者設計代替教科書實驗步驟的學習活動單中（如學習活動單問題一、二所示），以引導方式來進行發散性（例如：造成這些結果可能有那些原因？）與收斂性思考（例如：最可能的原因是什麼？）活動，藉以建構學生初步「心智組型」(mental pattern)。在這些過程中運用了「另類方案的試驗」、「使用想像力」、「產生更多想法」、「獨創性」、「詳細說明我們所做與所知」教學策略。再者學生建構心智組型是一種涉及概念表徵的知識獲得歷程(Lawson, 2000)，其思考蘊含“If/then/therefore”假設組型，可在隨後探究歷程中驗證其想法，在本活動中將可呈現於學生自行設計實驗的「應用」階段中。

### (二) 科學語詞引介

教師引介科學語詞連結學生心智組型，目的在於導引學生形成合宜的科學概念和陳述。此以學生心智組型為教學起始點，透過科學語言介紹形成合宜的科學概念表述。科學概念涉及抽象人造語言，與學生熟悉的日常生活用語經驗意義是不同的(Thier & Daviss, 2002)。學生要在科學有所成就，在從事科學實務之前就應學會科學語言組型(Norton-Meier, Hand, Hockenberry, & Wise, 2008)。李明昆與洪振方（2004）的研究也發現探究者初始心智組型加上教學者科學語詞引介，將可整合成更精緻化科學概念。因此，探究活動中合宜科學概念形成，必須以學生心智組型為起點，教師輔以科學語詞引介才能幫助學生形成有意義學習（例如：同學在這個活動中所描述的「夾著書本的力量」，在科學上以「正向力」稱呼來表示，正向力就是與接觸面相互垂直的作用力）。透過上述實驗中的不同語詞連結，在這些過程中運用了「使用想像力」、「獨創性」的教學策略。

(三)應用

接著要求學習者利用實驗室所提供相關材料與設備，鼓勵學生設計實驗來找出影響「摩擦力」變因的適當描述（如學習活動單問題三和四所示）。這是對現象驗證想法的探究行動，融合思考與實作呈現出問題解決的多元化。在這樣的探究活動形式藉由各組實驗設計與成果報告，可提供分享增進實際探究活動運作的彈性和豐富性(Wellington, Henderson, Lally, Scaife, Knutton, & Nott, 1994)，並引發對相同科學現象不同觀點之陳述。在這過程中運用了「另類方案的試驗使用想像力」、「獨創性」及「詳細說明我們所做與所知」教學策略。

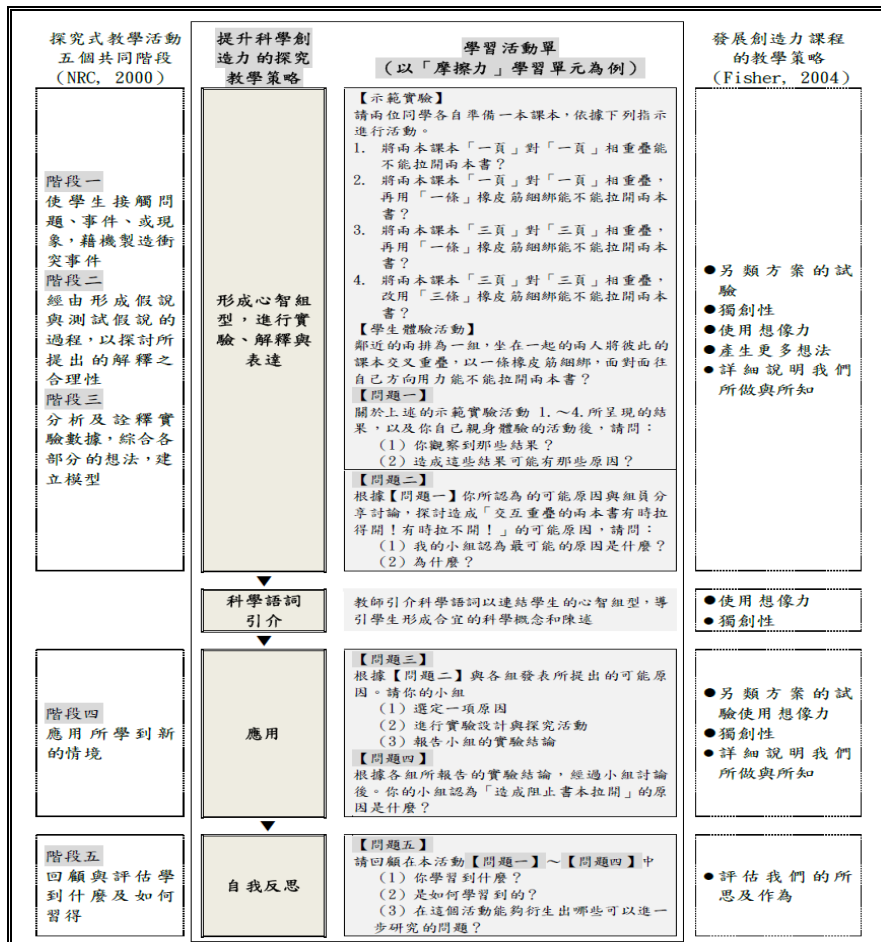


圖 1 研究設計理念和活動流程

#### (四) 自我反思

最後，要求學生反思在這學習活動中：學習到什麼？如何學習到？遇到困難如何解決？以及此活動能夠衍生出哪些可以進一步研究、探討問題？（如學習活動單問題五所示），並為學期末各組所進行的「科學專題研究」提供研究主題素材。學生自我反思，回顧與評估學到什麼及如何習得是一個很有價值學習重點，是一種對自我與他人的評價行為（洪振方，2003）。在這過程中運用了「評估我們的所思及作為」教學策略。

依據以上所述研究者將透過設計方式在實驗課程的實踐中引導學生進行探究活動，激發學生思索問題和解決問題，進而培育科學創造力。意即以科學探究為學習活動，以問題解決為學習核心，從中潛移默化培養科學創造力。

### 三、研究工具

表 3 本研究的實驗設計

|     | 控制變項(前測)       | 實驗處理 | 依變項(後測)        |
|-----|----------------|------|----------------|
| 實驗組 | O <sub>1</sub> | X    | O <sub>1</sub> |
|     |                |      | O <sub>2</sub> |
|     |                |      | O <sub>3</sub> |
| 對照組 | O <sub>1</sub> | C    | O <sub>1</sub> |
|     |                |      | O <sub>2</sub> |
|     |                |      | O <sub>3</sub> |

本研究相關施測工具整理如表 3。測驗工具 O<sub>1</sub> 是林俊華（1986）的「國民中學科學過程技能學習成就測驗卷」，O<sub>2</sub> 是林幸台與王木榮（1994）的「威廉斯創造性傾向量表」，O<sub>3</sub> 是學生「科學專題研究作品」的表現。分別做為科學創造力的技能、情意與認知三面向評定依據。

科學探究能力對科學創造力有積極正向影響（吳坤璋，2006），科學過程技能與科學探究能力具顯著性直接效果（洪振方，2005），科學過程技能訓練對創造力潛能亦具顯著促進效果（李賢哲、李彥斌，2002）。所以受試者的「科

學過程技能」成績可作為比較基準。在實驗處理方面，實驗組的實驗課程部份施以研究者自編「提升科學創造力的探究教學策略」六單元實驗教學活動，對照組的實驗課則施以傳統食譜式實驗教學活動。受試學生在教學活動前進行前測活動（學期第一週進行），並於全部六單元教學完畢之後，進行後測活動（寒假學藝活動最後一週進行）。據此，以受試者「科學過程技能」前測得分為共變項，分析其科學探究活動後「威廉斯創造性傾向量表」與「科學過程技能測驗」得分做為情意與技能部份成效依據。而「科學專題研究作品」得分則做為認知部份的成效依據，施測研究工具的信效度說明如下：

### **(一)科學過程技能測驗**

國民中學科學過程技能學習成就測驗係林俊華（1986）參酌國內外相關文獻，修訂1982年Okey、Wise與Burns的統整過程技能測驗II編製而成，為四選一選擇題共38題。原測驗Cronbach's $\alpha$ 數值為.83具理想信度。本研究該測驗Cronbach's $\alpha$ 數值為.75亦達合理數值。

### **(二)創造性傾向測驗**

威廉斯創造性傾向量表是1994年林幸台與王木榮修訂「威廉斯創造性傾向量表」，包含冒險性、好奇心、想像力及挑戰性四因素。原測驗各分測驗之Cronbach's $\alpha$ 數值為.40~.78，總分Cronbach's $\alpha$ 數值為.77~.88。本研究該測驗Cronbach's $\alpha$ 數值為.90，各分測驗Cronbach's $\alpha$ 數值為.89~.90亦達合理數值。

### **(三)科學專題研究作品**

在本研究教學活動結束後，依據上課實驗分組（實驗組與對照組各分成六組，採男女混合編組），進行以實驗教學單元內容為依據，各小組自選一個感興趣題目進行「科學專題研究」，利用寒假學藝活動的自然課程時間（二週共計12節課）執行，該課程以兩節連排方式以利進行探究與撰寫報告。

科學專題研究的執行，首先由各小組自行討論並擬定研究問題與相關研究步驟後，接著與自然課教師討論其研究問題與研究設計的執行可行性，在確認其可執行性後，各小組隨後進行後續的實作、撰寫報告及繳交科學專題研究作品以利後續進行評分。自然課教師在科學專題研究活動中僅擔任小組諮詢與協助探究活動順利進行之角色。各小組科學專題研究作品的評分交由兩位具科學教育博士班研究生背景的高中自然科教師評定分數，評分標準強調作品的新穎

性與有效性二項判準。評分之細項分別為：題目的新穎性、方法的新穎性、研究設計的有效性及邏輯推論的有效性等四項各給予 0~5 分（洪振方，2005）。科學專題研究作品得分係取兩位評審的分數加總的平均值。本研究二位評分者的評分一致性相關係數  $r=.80$  並達相關顯著。

#### 四、統計分析

本研究以 SPSS13.0 版進行統計分析，將測驗工具施測結果進行單因子共變數分析或單因子變異數分析。統計考驗的決斷值  $\alpha$  定為 .05，實驗效果量以  $\omega^2$  值大小做判斷，實驗效果量  $\omega^2 < .06$  為低度實驗效果量， $.16 > \omega^2 > .06$  為中度實驗效果量， $\omega^2 > .16$  為高度實驗效果量。

### 伍、研究結果與討論

#### 一、科學專題研究作品

以「教學模式」為自變項，「科學專題研究作品」得分為依變項，進行單因子變異數分析，結果如表 4、表 5 所示。

由表 4 顯示實驗組學生的科學專題研究作品得分，在「題目的新穎性」、「方法的新穎性」、「研究設計的有效性」及「邏輯推論的有效性」分項與總分均較對照組高。在表 5 資料中實驗組與對照組的科學專題研究作品得分在組間效果考驗也顯示，各分項與總分均達到顯著水準且整體關聯強度達 .36 以上，為高度實驗效果 ( $\omega^2 > .16$ )。表示進行提升科學創造力的探究教學策略教學之後其科學創造力的認知表現顯著優於傳統式食譜實驗教學。

表 4 實驗組與對照組的科學專題研究作品得分統計表

| 評分項      | 班級  | 平均數   | 標準差  |
|----------|-----|-------|------|
| 題目的新穎性   | 實驗組 | 2.50  | 0.63 |
|          | 對照組 | 1.42  | 0.49 |
| 方法的新穎性   | 實驗組 | 2.50  | 0.63 |
|          | 對照組 | 1.42  | 0.49 |
| 研究設計的有效性 | 實驗組 | 3.33  | 1.40 |
|          | 對照組 | 1.33  | 0.61 |
| 邏輯推論的有效性 | 實驗組 | 2.83  | 1.37 |
|          | 對照組 | 1.42  | 0.49 |
| 總分       | 實驗組 | 11.17 | 3.47 |
|          | 對照組 | 5.58  | 1.93 |

表 5 實驗組與對照組的科學專題研究作品得分單因子變異數分析

| 評分項          |        | 平方和     | 自由度 | 平均平方和 | F 檢定  | 顯著性 | 效果量<br>( $\omega^2$ ) |
|--------------|--------|---------|-----|-------|-------|-----|-----------------------|
| 題目的<br>新穎性   | 組間(組別) | 3.52    | 1   | 3.52  | 10.97 | .01 | .52                   |
|              | 組內(誤差) | 3.21    | 10  | 0.32  |       |     |                       |
|              | 總和     | 52.75   | 11  |       |       |     |                       |
| 方法的<br>新穎性   | 組間(組別) | 3.52    | 1   | 3.52  | 10.97 | .01 | .52                   |
|              | 組內(誤差) | 3.21    | 10  | 0.32  |       |     |                       |
|              | 總和     | 52.75   | 11  |       |       |     |                       |
| 研究設計<br>的有效性 | 組間(組別) | 12.00   | 1   | 12.00 | 10.29 | .01 | .51                   |
|              | 組內(誤差) | 11.67   | 10  | 1.17  |       |     |                       |
|              | 總和     | 89.00   | 11  |       |       |     |                       |
| 邏輯推論<br>的有效性 | 組間(組別) | 6.02    | 1   | 6.02  | 5.71  | .04 | .36                   |
|              | 組內(誤差) | 10.54   | 10  | 1.05  |       |     |                       |
|              | 總和     | 70.75   | 11  |       |       |     |                       |
| 總分           | 組間(組別) | 93.52   | 1   | 93.52 | 11.83 | .01 | .54                   |
|              | 組內(誤差) | 79.04   | 10  | 7.90  |       |     |                       |
|              | 總和     | 1014.25 | 11  |       |       |     |                       |

創造力是需要基礎知識為背景，才能發揮創造的能力，如此創意作品才能具有創新和實用性（吳文龍、黃萬居，2007）。在傳統食譜式實驗教學除了記憶與複誦的增強之外，要潛移默化地引導學生自行形成相關科學概念的組型，甚至自行完成科學專題的獨立研究是相當不容易的(Wellington et al., 1994)。本研究結果顯示進行提升科學創造力的探究教學策略教學較傳統食譜式實驗教學，更能夠發展且進行小組合作性專題獨立研究，並在作品的新穎性和有效性上具顯著差異。可見，實驗組學生較具有進行小組合作式探究，形成有意義學習的科學專題研究能力。此結果與莊婷嬭等人（2004）的研究發現相符，也與Starko (2005)、Treffinger 與 Isaksen (1992)鼓勵獨立思考方式以增進創造力主張相似。

## 二、創造性傾向方面

以「科學過程技能」前測得分為共變項，「教學模式」為自變項，「威廉斯創造性傾向量表」得分為依變項，進行單因子變異數分析結果如表 6 所示。由表 6 顯示實驗組學生的威廉斯創造性傾向量表後測得分平均值均優於對照組。以下進行組內迴歸係數同質性檢定整理如表 7。

表 6 實驗組與對照組的威廉斯創造性傾向量表得分之描述性統計量

| 測驗別 | 班級  | 人數 | 平均數    | 標準差   | 調整後平均數 |
|-----|-----|----|--------|-------|--------|
| 冒險性 | 實驗組 | 42 | 24.10  | 5.52  | 24.09  |
|     | 對照組 | 38 | 20.87  | 5.46  | 20.80  |
| 好奇心 | 實驗組 | 42 | 42.29  | 6.73  | 42.38  |
|     | 對照組 | 38 | 38.89  | 8.72  | 38.89  |
| 想像力 | 實驗組 | 42 | 38.38  | 8.62  | 38.46  |
|     | 對照組 | 38 | 35.71  | 8.65  | 35.39  |
| 挑戰性 | 實驗組 | 42 | 14.10  | 6.77  | 14.07  |
|     | 對照組 | 38 | 12.47  | 5.79  | 12.36  |
| 總分  | 實驗組 | 42 | 107.95 | 25.25 | 119.00 |
|     | 對照組 | 38 | 113.68 | 25.09 | 107.44 |

表 7 組內迴歸係數同質性檢定摘要表

| 變異來源     | 平方和      | 自由度 | 平均平方和  | F 值  | 顯著性 |
|----------|----------|-----|--------|------|-----|
| 組間 X 共變項 | 164.77   | 1   | 164.77 | 0.27 | .61 |
| 誤差       | 46649.57 | 76  | 613.81 |      |     |

表 8 實驗組與對照組的威廉斯創造性傾向量表得分之共變數分析摘要表

| 測驗別 | 變異來源    | 平方和      | 自由度 | 平均平方和   | F 檢定 | 顯著性 | 關聯強度 $\omega^2$ |
|-----|---------|----------|-----|---------|------|-----|-----------------|
| 冒險性 | 共變項     | 4.93     | 1   | 4.93    | 0.16 | .69 | .00             |
|     | 組間 (組別) | 212.39   | 1   | 212.39  | 6.97 | .01 | .08             |
|     | 組內 (誤差) | 2347.03  | 77  | 30.48   |      |     |                 |
|     | 總和      | 2559.69  | 79  |         |      |     |                 |
| 好奇心 | 共變項     | 15.69    | 1   | 15.69   | 0.26 | .61 | .00             |
|     | 組間 (組別) | 240.45   | 1   | 240.45  | 3.97 | .05 | .05             |
|     | 組內 (誤差) | 4658.46  | 77  | 60.50   |      |     |                 |
|     | 總和      | 4903.55  | 79  |         |      |     |                 |
| 想像力 | 共變項     | 210.04   | 1   | 210.04  | 2.89 | .09 | .04             |
|     | 組間 (組別) | 183.51   | 1   | 183.51  | 2.52 | .12 | .03             |
|     | 組內 (誤差) | 5603.68  | 77  | 72.78   |      |     |                 |
|     | 總和      | 5955.99  | 79  |         |      |     |                 |
| 挑戰性 | 共變項     | 8.53     | 1   | 8.53    | 0.21 | .65 | .00             |
|     | 組間 (組別) | 56.78    | 1   | 56.78   | 1.40 | .24 | .02             |
|     | 組內 (誤差) | 3114.57  | 77  | 40.45   |      |     |                 |
|     | 總和      | 3175.55  | 79  |         |      |     |                 |
| 總分  | 共變項     | 556.70   | 1   | 556.70  | 0.92 | .34 | .01             |
|     | 組間 (組別) | 2617.56  | 1   | 2617.56 | 4.31 | .04 | .05             |
|     | 組內 (誤差) | 46814.33 | 77  | 607.98  |      |     |                 |
|     | 總和      | 49745.55 | 79  |         |      |     |                 |



由表 7 的組內迴歸係數同質性檢定結果顯示符合同質性假定。以下進行共變數分析整理如表 8。由表 8 的資料顯示實驗組與對照組在「好奇心」、「想像力」與「挑戰性」項目未達顯著水準，但是在「冒險性」項目組間效果達顯著水準且關聯強度達.08 ( $\omega^2 > .06$ ) 為中度實驗效果；總分組間效果亦達到顯著水準，整體關聯強度為.05 為低度實驗效果。本研究結果支持提升科學創造力的探究教學策略所建構的學習環境較傳統食譜式實驗更能提升學生的創造性傾向表現。此與李彥斌 (2002)、許淑婷 (2004) 的研究發現相符。在冒險性項目部分，Feldman (2003) 的研究發現個體的冒險性和創造力具中度相關，Charyton 與 Snelbecker (2007) 也有相同發現並指出其它分項目與創造力並無顯著相關訊息。就此顯示「冒險性」傾向是個體呈現創造力潛能最不容忽視變項。所以，本研究成果亦與前述學者研究發現相符。

至於實驗組與對照組學生在好奇心、想像力及挑戰性項目表現上沒有顯著差異，依據 Sternberg 與 Luart (1999) 主張創造力人格方面的主要特質是「冒險性」、「表明立場」與「幽默」。而好奇心、想像性與挑戰性傾向則較不屬於創造力人格的主要特質。再者此亦可能是因為創造性傾向是屬於心智習性部分，需要更長時期的培養，而本研究只在一學期六章節中，各選一個實驗單元進行教學研究，此對創造性傾向的提升可能不足，以致在這些項目上無法使得實驗組顯著地優於對照組。

### 三、科學過程技能表現方面

以「科學過程技能」前測得分為共變項，「教學模式」為自變項，「科學過程技能」後測得分為依變項，進行單因子共變數分析整理如表 9 所示。由表 9 統計資料顯示實驗組學生的科學過程技能後測得分均優於對照組。以下進行組內迴歸係數同質性檢定整理如表 10。

表 9 實驗組與對照組的科學過程技能後測得分之描述性統計量

| 測驗別    | 班級  | 人數 | 平均數   | 標準差  | 調整後平均數 |
|--------|-----|----|-------|------|--------|
| 科學過程技能 | 實驗組 | 42 | 10.95 | 1.77 | 10.99  |
|        | 對照組 | 38 | 9.68  | 1.92 | 9.76   |

表 10 組內迴歸係數同質性檢定摘要表

| 變異來源     | 平方和    | 自由度 | 平均平方和 | F 值  | 顯著性 |
|----------|--------|-----|-------|------|-----|
| 組間 X 共變項 | 17.55  | 2   | 8.78  | 2.70 | .07 |
| 誤差       | 246.57 | 76  | 3.24  |      |     |

表 11 實驗組與對照組的科學過程技能得分之共變數分析摘要表

| 變異來源          | 平方和    | 自由度 | 平均平方和 | F 值  | 顯著性 | 關聯強度 $\omega^2$ |
|---------------|--------|-----|-------|------|-----|-----------------|
| 共變項<br>(前測成績) | 0.822  | 1   | 0.822 | 0.24 | .63 | .00             |
| 組間 (組別)       | 30.46  | 1   | 30.46 | 8.91 | .00 | .10             |
| 組內 (誤差)       | 263.29 | 77  | 3.42  |      |     |                 |
| 總和            | 296.20 | 79  |       |      |     |                 |

由表 10 的組內迴歸係數同質性檢定結果顯示符合同質性假定。以下進行共變數分析整理如表 11。由表 11 的統計資料顯示受試者在不同教學模式下，科學過程技能後測得分有顯著性差異且整體關聯強度達.10 ( $\omega^2 > .06$ )，為中度實驗效果。「科學過程技能」代表著從事科學性探究的「執行能力」(甘漢銑、陳文典，2004)，依據研究結果顯示本實驗教學策略的實施，對於提升科學探究執行能力會有明顯成長。此結果與江新合與唐偉成(1999)、洪振方(2005)的研究發現相符。

## 陸、結論與建議

### 一、結論

本研究所發展的「提升科學創造力的探究教學策略」實驗教學活動，在建構自然課室學習氛圍上，比傳統食譜式實驗教學更有利於學生投入科學探究活動，並增進創造性傾向潛能與提升科學過程技能能力，對於提升科學創造力具顯著提升助益。

- (一)透過開放性的科學專題研究製作來呈現個體科學創造力，是評量科學創造力認知面向表現的重要指標。本研究的實驗教學活動在科學創造力的重要成分「題目的新穎性」、「方法的新穎性」、「研究設計的有效性」及「邏輯推論的有效性」的表現上都顯著優於傳統食譜式實驗教學活動，且具顯著性成效。
- (二)創造性傾向代表著個體的創造潛能的開發情形，是評量科學創造力情意面向表現的重要指標。本研究的實驗教學活動對於提升學生的創造性傾向顯著優於傳統食譜式實驗教學活動，且具顯著提升成效。再者「冒險性」傾向是個體呈現創造力潛能最不容忽視的情意變項訊息。
- (三)科學過程技能代表著從事科學性探究的執行能力，是評量科學創造力技能面向表現的重要指標，本研究的實驗教學活動對於提升學生的科學過程技能能力顯著優於傳統食譜式實驗教學活動，且具顯著提升成效。

## 二、建議

本次研究的實驗組樣本侷限於高雄地區城鄉一所小型國中二年級一個班級學生，就樣本數限制，所得結果不宜過度推論。建議擴展研究的生態效度，以進一步了解其實驗成效。

研究者所提「提升科學創造力的探究教學策略」實驗教學模式。無論是參與的受試學生或實驗組教師都相當肯定此教學策略。其中，學生認為在示範實驗部份所呈現的認知衝突的部份有助於思考，而隨後應用階段所進行的自主實驗，可使思考更深入與多元化，並且可以引發新的研究問題。教師亦指出策略中讓學生自行形成組型，可以了解學生的先入想法，有利於科學概念引導，對學生的自然學習上並無負面影響。所以，研究者認為本研究的「提升科學創造力的探究教學策略」有推展價值性。

「學習如何學習」比「學什麼」來得重要，科學創造力得分的高低並不等於未來之成就。然而，透過提升科學創造力的探究教學策略之教學改變，可培育並成就個人的小 C 潛能，這可與 Park 等人(2008)透過教育去培育個體的科學創造力潛能相呼應。再者以科學探究教學策略來培育科學創造力並非一蹴可幾，應需持之以恆。若能夠在各個不同學習階段（例如：高中職）持續地進行科學專題研究（小論文），對於培養或訓練出具有科學創造力之國民必較傳統

食譜式實驗課程更具效能。

本研究囿於施測時間限制，僅依相關文獻研究成果以科學過程技能前測作為實驗組與對照組的共變數，未針對創造性傾向進行前測，以此估算創造性傾向測量結果的解釋力效度上，可能會有限制與不足之處，而科學專題研究作品成績亦可能有此限制情形。未來研究宜採兼具認知、情意與技能三向度為評測內容成績作為比較基準（例如：自然與生活科技領域學期學業成績），並驗證其對科學創造力表現相關情形，作為效度補強證據。或者進行創造性傾向與科學專題研究作品前測，以補足研究設計上可能造成的統計結果效力之缺失。

## 參考文獻

- 王美芬（2006）。「自然與生活科技領域」的探究教學策略。**教育研究月刊**，**152**，45-55。
- 王獻叡（2010）。以八年級化學單元探討學生自發性類比與科學創造力（未出版之碩士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 甘漢銑、陳文典（2004）。「科學過程」技能。載於教育部（主編），**科學素養的內涵與解析**（83-110頁）。臺北市：教育部。
- 池彩卿（2009）。**創意教學提升國中生科學創造力之行動研究-以理化科為例**（未出版之碩士論文）。彰化師範大學，彰化縣。
- 江新合、唐偉成（1999）。開發科學創造力的 V-Map 教學策略實徵研究。**科學教育學刊**，**7**（4），367-392。
- 吳文龍、黃萬居（2007）。自然科創意與批判思考教學對國小學生學習動機、批判思考及科學創造力之研究。**科學教育月刊**，**304**，12-28。
- 吳坤璋（2006）。**科學探究能力與科學創造力理論模式之研究**（未出版之博士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 吳淑芬（2008）。**民主學習環境對國中生科學創造力影響之研究**（未出版之博士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 李明昆、洪振方（2004年10月）。開發符合科學探究教學策略之研究。論文發表於數理教師專業發展學術研討會。彰化縣：彰化師範大學科學教育研究所。

- 李明昆、洪振方（2011）。九年級學生探究性科學問題提問與問題發展型態之個案研究。**科學教育研究與發展季刊**，**61**，51-80。
- 李金樹（2006）。實施創造性問題解決訓練課程對國小六年級學生科學創造力與問題解決能力之影響（未出版之碩士論文）。臺中教育大學，臺中市。
- 李賢哲、李彥斌（2002）。以科學過程技能融入動手做工藝教材培養國小學生科學創造力。**科學教育學刊**，**10**（4），341-372。
- 林世偉（2007）。閱讀科學書籍與摘要策略對國小六年級學童科學創造力之影響（未出版之碩士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 林幸台、王木榮（1994）。威廉斯創造力測驗指導手冊。臺北市：心理。
- 林俊華（1986）。國中學生科學過程技能學習成就之調查研究（未出版之碩士論文）。臺灣師範大學，臺北市。
- 林靜怡（2003）。創造力青少年其家庭教養環境之研究—以全國科展得獎國中生為例（未出版之碩士論文）。臺灣師範大學，臺北市。
- 洪文東（2001）。從問題解決能力培養國小學童的科學創造力：化學學習活動模組與教學活動設計（1/3）。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NSC89-2519-S-153-006），未出版。
- 洪文東（2003）。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。**屏東師院學報**，**8**，495-532。
- 洪振方（1998）。科學創造力之探討。**高雄師大學報**，**9**，289-302。
- 洪振方（2003）。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。**高雄師大學報**，**15**，641-662。
- 洪振方（2005）。創造性探究模式之建立及其在實驗課教學的成效（2/3）。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NSC 93-2511-S-017-003-），未出版。
- 洪碧霞主編（2010）。臺灣 PISA 2009 結果報告。臺南市：臺灣 PISA 國家研究中心。
- 張志中（2008）。國民小學學生的學習動機與科學創造力之研究（未出版之碩士論文）。臺灣師範大學，臺北市。
- 張素菁（2005）。國小高年級學童科學教室環境知覺與科學創造力表現關係之研究（未出版之碩士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 教育部（2002）。創造力教育白皮書。臺北市：教育部。

- 莊婷嬭、陳信男、唐健文（2004年2月）。**激發創造力的動手做科學探究式教學模式之行動研究**。論文發表於2004創新與創造力研討會。臺北市：臺灣科學教育館士林新館。
- 許淑婷（2004）。**國一學生學習動機、創造傾向、師生互動與科學創造力之關係**（未出版之碩士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 陳宏漳（2008）。**國小六年級學童認知風格、學習動機、學業成就與科學創造力之關係**（未出版之碩士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 陳昭儀（1991）。我國傑出發明家之人格特質創造歷程及生涯發展之研究。**特殊教育研究學刊**，7，211-227。
- 陳昭儀、楊慧君（2001）。傑出理化學科學家進行科學研究歷程之探討。**資優教育研究**，1（1），111-128。
- 陳振明（2004）。**影響高一學生科學創造力的因素之研究**（未出版之博士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。
- 黃永昆（2005）。**運用專題為基礎之教學與學習以激發國小三年級資優生科學創造力之行動研究**（未出版之碩士論文）。臺中師範學院，臺中市。
- 黃秀玉（2008）。**高中學生科學創造力指標及其歷程之研究**（未出版之碩士論文）。臺灣師範大學，臺北市。
- 溫錦隆（2007）。**科學故事融入教學對國小學童科學本質與科學創造力之影響的研究**（未出版之碩士論文）。臺中教育大學，臺中市。
- 葉玉珠、彭月茵、林志哲、蔡維欣、鍾素香（2008）。「情境式科學創造力測驗」之發展暨科學創造力之性別與年級差異分析。**測驗學刊**，55（1），33-60。
- 劉美芳（2004）。**國二資優生與一般生科學創造性問題解決歷程之比較研究**（未出版之碩士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- 劉湘瑤（2009）。**科學創造力的評量與發展—教師的科學創造力認識觀和教學實踐之探討（3/3）**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：96-2522-S-017-006-），未出版。
- 劉錦駿（2009）。**凝聚力對國小五年級學生小組科學創造力的影響**（未出版之碩士論文）。高雄師範大學，高雄市。
- Ashby, F., Isen, A., & Turken, U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106(3), 529-550.
- Charyton, C., & Snelbecker, G. E. (2007). General, artistic and scientific creativity attributes of engineering and music students. *Creativity Research Journal*,

19(2-3), 213-225.

- Dasgupta, S. (1996). *Technology and creativity*. New York: Oxford University Press.
- Edmonds, J. (2004). *Creativity in science: leaping the void*. In R. Fisher & M. Williams (Eds.), *Unlocking creativity - A teacher's guide to creativity across the curriculum* (pp.82-91). London: David Fulton Publishing.
- Feldman, J. M. (2003). *The relationship among college freshmen's cognitive risk tolerance, academic hardiness, and emotional intelligence and their usefulness in predicting academic outcomes*. Unpublished Doctoral dissertation, Temple University, Philadelphia.
- Fisher, R. (2004). *What is creativity?* In R. Fisher & M. Williams (Eds.), *Unlocking creativity - A teacher's guide to creativity across the curriculum* (pp.6-20). London: David Fulton Publishing.
- Fisher, R., & Williams, M. (2004). *Unlocking creativity - A teacher's guide to creativity across the curriculum*. London: David Fulton Publishing.
- Heller, K. A. (2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.
- Hodson, D. (1986). Philosophy of science and science education. *Journal of Philosophy of Education*, 20(2), 215-225.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Gardner, H. (1993). *Creating Minds*. New York: Basic Books.
- Lawson, A. E. (1988). A better way to teach biology. *The American Biology Teacher*, 50(5), 266-278.
- Lawson, A. E. (2000). How do humans acquire knowledge and what does that imply about the nature of knowledge? *Science and Education*, 9, 577-598.
- Lubinski, D., & Benbow, C.P. (2006). Study of mathematically precocious youth after 35 years: Uncovering antecedents for the development of math-science expertise. *Perspectives on Psychological Science*, 1, 316-345.
- Mayer, R. E. (1999). *Fifty years of creativity research*. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp.449-460). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mouchiroud, C., & Lubart, T. I. (2002). Social creativity: A cross-sectional study of 6- to 11- year-old children. *International Journal of Behavioral Development*,

26(1), 60-69.

- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Norton-Meier, L., Hand, B., Hockenberry, L., & Wisw, K. (2008). *Questions, claims, and evidence: The important place of argument in children's science writing*. National Science Teacher Association Press.
- Park, G., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2008). Ability differences among people who have commensurate degrees matter for scientific creativity. *Psychological Science, 19*(10), 957-962.
- Simonton, D. K. (2003). Scientific creativity as constrained stochastic behavior: The integration of product, person, and process perspectives. *Psychological Bulletin, 129*(4), 475-494.
- Starko, A. J. (2005). *Creativity in the classroom: Schools of curious delight*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigm. In Sternberg, R. J. (Ed.). *Handbook of Creativity* (pp.3-15). NY: Cambridge.
- Thier, M., & Daviss, B. (2002). *The new science literacy: using language skills to help students learn science*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Treffinger, D., & Isaksen, S. (1992). *Creative problem solving: An introduction*. Center for Creative Learning, Inc.
- Wellington, J., Henderson, J., Lally, V., Scaife, J., Knutton, S., & Nott, M. (1994). *Secondary science- contemporary issues and practical approaches*. London & New York: Routledge.
- Williams, F. E. (1972). *Identifying and measuring creative potential*. NJ: Educational Technology Publications.



# Study of Inquiry Teaching Strategy for Promoting Scientific Creativity

Ming-Kun Li<sup>1</sup>, Jeng-Fung Hung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center of General Education, Kao Yuan University

<sup>2</sup>Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

## Abstract

Quasi-experiment design was conducted in this study to examine the performance of scientific creativity of eighth-grade students who were from a small-scale junior high school in Kaohsiung County, Taiwan. The eighty students were divided into two groups - the experimental group (N=42) and the control group (N=38). The experimental group adopted “The Inquiry Teaching Strategy for Promoting Scientific Creativity” which consisted of four strategy instructional models. They included (1) creating mental pattern with their own ideas, exploring ideas through experience, and creating explanations for what they observe. (2) introducing items. (3) applying. (4) reviewing oneself. The control group adopted “The Inquiry Teaching Strategy of Traditional Cookbook Experiment.” The instruments used for the study included “Scientific Process Skill Learning Achievement Test of Junior High School”, “Williams Test of Divergent Feeling”, and “Scientific Case Study Works” of students. Results indicated that after the experimental course activities were exposed to the participants, the average scores of the experimental group which obtained on each of the instruments aforementioned were significantly higher than the average scores of the control group. These findings imply that “The Inquiry Teaching Strategy for Improving Scientific Creativity” used in the study is helpful to promote the cognition, affection, and skills of scientific creativity.

**Keywords:** scientific creativity, inquiry teaching

