

科技部補助專題研究計畫成果報告 成果報告
 期中進度報告

創造力訓練課程對科學創造力發展影響之縱貫性

研究：領域知識與正向情緒的調節效果

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：103-2410-H-024-015-SS2

執行期間：103 年 8 月 1 日 至 105 年 7 月 31 日

執行機構及系所：國立臺南大學教育系

計畫主持人：蕭佳純

共同主持人：

計畫參與人員：郭淑華、鄭明鈺

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

- 涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可
公開查詢

中 華 民 國 105 年 7 月 20 日

創造力訓練課程對科學創造力發展影響之縱貫性

研究:領域知識與正向情緒的調節效果

中文摘要

就世界各先進國家的教育改革而言，雖然其強調的重點不盡相同，但發展學生的科學可說是先進國家的共同趨勢。有鑑於創造力訓練課程的成效評鑑研究並不多見，且對於創造力訓練課程的內涵及訓練過程的討論也相當缺乏。因此，本研究邀請創意教學績優教師編制一套融入「自然與生活科技」科目的創造力訓練課程，邀請七位教師實際進行教學，其中實驗組學生一共157位，而對照組學生為211位。透過一年兩學期，四個單元的教學，實施創造力訓練課程，以進一步了解學生科學創造力的發展情形，以及在接受創造力訓練課程後的科學創造力發展。在兩年研究期間，透過四次的調查，以縱貫性分析了解學生的科學創造力隨時間的變化情形；與創造力傾向、創意自我效能以及正向情緒的共變情形；以及與多層次因素如補習與否、性別、自然科成績的變動關係。其中正向情緒的構面共有愉悅、同理心、知足、自信四構面；創意自我效能包含創意思考策略、創意成品信念、抗衡負面評價三個構面；創造力傾向包含冒險性、好奇心、挑戰性以及想像力四構面。本研究透過階層線性模式(HLM)的分析結果顯示，全體學生以及實驗組學生的科學創造力在初階段具有個別差異且呈現先上後下發展的成長趨勢，而對照組學生則為直線向下的發展趨勢。另外，正向情緒、創意自我效能以及創造力傾向的不同構面會隨著時間變動而與學生科學創造力產生共變，並且為正向的關係。最後，自然科成績、補習與否對學生科學創造力的成長趨勢具有影響，而且成績越好、沒有補習，則科學創造力的成長曲率更為明顯。

關鍵字：正向情緒、科學創造力、領域知識、創造力傾向、創意自我效能

Longitudinal research on the effect of creativity training courses on the development of scientific creativity:

Moderation of domain knowledge and positive emotion

Abstract

In terms of the education reform of advanced countries in the world, the emphases are not necessarily the same, while the development of students' science is a common trend in such countries. In consideration of little research on the effectiveness evaluation of creativity training courses and the lack of discussion about the contents and processes of creativity training courses, excellent creativity teachers are invited to compile the creativity training course integrated with "Science and Technology" and 7 teachers are invited to precede the instruction for 157 students in the experimental group and 211 in the control group. The creativity training course is practiced with the 4-unit instruction within two terms in a year to further understand the development of students' scientific creativity and the development of scientific creativity after receiving the creativity training course. Four surveys are preceded in the two-year longitudinal research to understand students' changes in scientific creativity, the covariation of creativity tendency, creative self-efficacy, and positive emotion, and the relationship with multi-factors of attending cram schools, gender, and science performance. Positive emotion contains the dimensions of pleasure, empathy, contentment, and confidence; creative self-efficacy includes creative thinking strategy, creative product belief, and contending with negative evaluation; and, creativity tendency covers adventure, curiosity, challenge, and imagination. The Hierarchical Linear Modeling (HLM) analysis result reveals that the scientific creativity of all students and students in the experimental group appears individual differences in the initial stage and then presents upwards and then downwards growth trend, while the students in the control group show linearly downwards development. Moreover, the dimensions of positive emotion, creative self-efficacy, and creativity tendency appear positive covariation with students' scientific creativity with the time change. Finally, science performance and attending cram schools present effects on the growth trend of students' scientific creativity, and the growth curve of scientific creativity becomes more obvious with good performance and not attending cram schools.

Key words: positive emotion, scientific creativity, domain knowledge, creativity tendency, creative self-efficacy

結案報告

壹、研究動機與目的

近年來我國推動之教育改革政策，多以培養創造力為核心，教育部於2002年元月頒布「創造力教育白皮書」，以打造創造力國度(Republic of Creativity)為願景(教育部, 2002a)，緊接著，教育部顧問室推動「創造力教育中程發展計畫」，以接續「創造力教育白皮書」之理念規劃(教育部, 2002b)。同時在九年一貫課程之「自然與生活科技學習領域」課程中，強調「設計與製作」教學(教育部, 2006)，由創意的激發、表達、模型化、到具體成品的製作，力行「做中學」(hands-on activity)，來實際培養學生的科學創造力，具體開發學生的潛能。創造力過去被認為是奇怪的、古怪的，並無法控制的，但近幾十年來已有所轉變，將其視為有效面對變遷的重要能力，是未來教育課程的核心(Puccio, Murdock & Mance, 2007)。Florida(2002)提及人類的經濟和社會中，創造力為最關鍵的驅動力，無論在工作或日常生活中，人們比過往更重視創造力，並且更認真地投注心力於創造力的培育與發展。Gibson(2010)則強調，「創造力」已被認為是解決21世紀龐大社會、政治、經濟問題的一種手段。這都顯示「創造力」已是世界先進國家不約而同所重視的目標，更是其教育發展的努力方向，二十一世紀也已進入了所謂的「創造力時代」(Creative Age)(Florida, 2002)。

就世界各先進國家的教育改革而言，雖然其強調的重點不盡相同，但發展學生的科學或科技創造力可以說是先進國家的共同趨勢。例如，台灣從小學到大學除了每年都有舉辦科學競賽外，九年一貫課程所包含十大基本能力中的「欣賞、表現與創新」與七大學習領域中的「自然與生活科技」，都與小學生的科學創造力有密切的相關。從科學教育理念來看，Yager (2000)提出，以科學概念與科學過程為核心，透過科學探究過程與科學態度理解科學概念，才能發揮科學創造力，進而能應用於日常生活問題之解決。研究者支持此一觀點，並認為小學學生的科學創造力是「一種創造性問題解決的過程，它是在運用科學知能以解決問題的歷程中，使用具有原創性與價值性的解決方法或策略之能力展現」。晚近的教育趨勢趨向於學習者獨立思考與解決問題能力的啟發與培養，而且在科學方面的創造須包含科學的領域相關知識及跳脫出原有思考窠臼的發散性思考和縝密嚴格的收斂性思考才能很有創意的解決科學上的問題。因此，科學的創造力不同於一般創造力，主要在其科學探究過程中強調的邏輯一致性(洪文東, 2000)，透過科學的問題解決過程才能突顯科學創造力之獨特性。尤其，科學創造力為九年一貫課

程「自然與生活科技領域」之重要能力指標(教育部，2000b)，由此可知，了解國小學童科學創造力的發展及相關影響因素有其重要性。

研究學生的科學創造力，須要先釐清的關鍵問題就是「創造力是能被教導的嗎？」，幾十年來，許多針對創造力所做的研究(陳玉樹，2008；Benedek, Fink, & Neubauer, 2006; Garaigordobil, 2006)，結果都支持「創造力是能加以發展」的假設，這個假設也構成了推動整個創造力教育的最重要前提假設，也就是所有人都有潛力能變得有創意、以及創造力可以是長達一生的歷程(Esquivel, 1995)。為了找出何種方式才是培育創造力的最佳方式，Scott, Leritz 和 Mumford (2004)分析過去學者的研究發現，「促進創造思考的訓練」是最被大家所接受並用於培育創造力的方法。Rose 和 Lin(1984)以後設分析的方法，整合 46 篇創造力相關研究，結果發現，使用 Osborn-Parnes 創造性問題解決教學法，有助於學生語文創造力的提升。Scott, Leritz 和 Mumford(2004)進一步分析 70 篇有關發展創造力的訓練方案之成效，結果發現這些創造思考的訓練方案，不僅有助於促進擴散性思考，亦能提升問題解決與成就表現。此外，該研究亦發現，最有效的創造思考訓練方案似乎都聚焦於發展創造性問題解決技巧(尤其是問題發現、概念的整合與概念的產出)、運用啟發式教學技巧與結合領域的實作練習等方式。在國內，施乃華(2002)也蒐集國內 37 篇關於創造思考教學的博碩士論文(包含 12 篇運用創造性問題解決模式或策略進行教學)，並以後設分析的方法進行研究，結果發現，歷年來「創造思考教學」相較於「一般傳統教學」，對學生創造思考能力之流暢力、變通力、獨創力、精進力皆有顯著提升。但是各教師們所各自發展的創造力訓練課程，是否能有效提升國小學童的科學創造力？其成效如何？是令人質疑的。尤其創造力訓練課程的成效評鑑研究並不多見(陳學志、徐芝君，2006；Chenug, Roskams, & Fisher, 2006; Puccio, Wheeler, & Cassandro, 2004)，對於創造力訓練課程的內涵及訓練過程的討論也相當缺乏。因此，本研究希冀自行發展一套以創造性認知、情意與技能為教學目標的創造力訓練課程以及科學創造力的衡量量表，此為本研究之動機一、二。

科學創造力究竟是如何發展的？就致力於創造力發展過程的研究而言，在創造力「個體發生學」(ontogenesis)缺乏的考量下，對於創造力所獲得的研究啟示大都僅限於呈現影響創造力的因素(Klein, Noe & Wang, 2006; Mayer, 2008; Wang & Horng, 2002)。然而Amabile(1996)從實證研究的角度來看，有關成長模式的創造力縱貫研究並不多(Cramond, Matthews-Morgan, Bandalos & Zuo, 2005; Wai, Lubinski & Benbow, 2005)，因此關心創造力的成長過程有其重要性，但目前研究大多僅止於橫斷性資料收集，或因各研究目的、測量工具和情境的不同，使得研究結論不盡相同，促使許多學者致力於發展出各種測驗以測量創造力(Cropley,

2001)，但卻鮮少關注於時間因素對創造力的影響，更遑論是科學創造力。許多學者專家研究證實，創造力是可以被訓練的 (Isaksen & Parnes, 1985)，透過教育活動的培養，適時啟發創意，讓學童保持對事物的新鮮感與好奇心，養成主動發現問題、解決問題的習慣，提供學生一個開放、尊重、正面、完全接受的環境，對於誘導創造力的發展，有積極正面的意義。回顧文獻，有關創造力訓練的研究相當豐碩(王精文、洪瑞雲，2003；王精文、洪瑞雲、范凱棠、陸佳瑩，2006；陳玉樹，2008；Benedek, Fink, & Neubauer, 2006; Garaigordobil, 2006; Hunsaker, 2005; Ma, 2006; Osburn & Mumford, 2006; Scott, Leritz, & Mumford, 2004)，然上述這些研究都是以準實驗的研究設計來證實創造力訓練的成果，極缺乏長期觀察創造力的研究，即使是創造力的縱貫性研究也多缺乏對創造力訓練後的遷移效果做進一步探討(Cramond, Matthews-Morgan, Bandalos & Zuo, 2005; Wai, Lubinski & Benbow, 2005)。尤其，創造力訓練成效是一個「改變」的問題，此問題無法由橫斷研究(cross-sectional study)來獲得答案。從方法論的角度來看，縱貫研究(longitudinal study)可以用來探討學生接受創造力訓練後的遷移維持(保存)效果。是以，縱貫研究才是研究科學創造力訓練遷移曲線改變的有效方法，這正是本研究採取階層線性模式之成長模式，來檢驗學生經由創造力訓練課程的實驗後遷移效果的主要原因。基於上述理由，本研究以國小五年級的學生為主要對象，透過四次長期追蹤調查，了解學生其科學創造力在經過創造力訓練課程後相較於未參加的學生是否有明顯的變化。回顧訓練遷移之相關研究，過去雖有許多針對學習效果的保留及維持進行探討(Baldwin & Ford, 1988; Ritter & Schooler, 2002)，然而有關創造力訓練的研究，卻無研究對訓練遷移曲線進行探究。本研究嘗試以訓練遷移的觀點，對科學創造力訓練後的遷移軌跡作深入的探討。是故若要進一步瞭解隨時間改變的科學創造力變化情形便要從動態性發展取向著手，進以探討科學創造力發展的相關影響因素，並能從發展觀點(developmental approach)的探究中瞭解不同層次因素對於科學創造力發展的影響，以及比較不同因素影響下的科學創造力發展差異(Dresel, 2001；Scott, Leritz & Mumford, 2004)。是以，了解國小學生科學創造力隨著時間的動態發展情形為本研究之動機三及了解學生在參與創造力訓練過程中的科學創造力發展趨勢是否顯著優於未參與創造力訓練的學生則為本研究的動機之四。

此外，相關研究也顯示，即使在教學環境上進行控制，創造力訓練仍舊可能無效(陳龍安，2006)，陳玉樹、周志偉(2009)認為創造力訓練成效不彰的原因有可能是忽略了個體在學習中的其他因素。而所謂的其他因素，若從過去研究來看可發現，個人特質一直是學者研究創造力的重點之一，直到近幾年，它依然是許多創造力研究中的重要變項(吳明雄、許碧珊、張德正、張可立，2009；Amabile,

1996; Oldham & Cummings, 1996; Starko, 2000; Sternberg, 1996)，本研究所關切的個人特質包括正向情緒及領域知識。近代正向心理學的發展，所強調的重點包括強調樂觀、正向情緒以及正向意義(常雅真、毛國楠，2006)，一些研究發現，正向情緒會促進創意問題解決的可能性(Gasper, 2004; Kaufmann & Vosburg, 2002)。且依 Fredrickson (1998)「擴展-建立理論」(broaden-built theory)的觀點，以及從他們的研究，得到正向情緒會促進創意問題解決且可以消除原有負向情緒的結果。在創造力發展的過程中，必然會遭遇許多壓力與挫折，具正向情緒的學童對未來會較抱持著正向的期待，所以本研究好奇，具有正向情緒的學生，其創造力的發展趨勢在初始狀態(小學五年級)時是否也會較高，而且科學創造力的發展速率是否也會更優於負向情緒的學生，此即為本研究的動機五及六。

至於在領域知識方面，眾多的創造力研究都共同指出知識在創意發展中扮演重要的角色(Amabile, 1996; Csiksentimihaly, 1999; Sternberg & Lubart, 1999)。知識與創造力之間具備一種張力關係，這種觀念在心理學上已經有很長的一段歷史(Simonton, 1988)。Sternberg(1996)認為，知識與創造力的關係，被假定為一種倒U字型的曲線，最大的創造力表現是在中等的知識範圍上，但這樣的假定關係較缺乏大量研究的佐證。而有關於創造力與知識的量化研究，主要是針對在創造領域上發展出專家水準的「十年法則」(10-year rule)而進行的研究(Hayes, 1989)，或是採用質性的個案研究(Csiksentimihaly, 1996)，這些研究也都證實，在發明之前個人必須長期浸淫在選定的領域之中。高創力者需常處於待命模式，而有強的知識則是使個體處於待命模式的先決條件，足可見知識對創造力的重要性。可見進行科學創造力研究時，探究其與個體習得之特殊領域技能的關聯是相當重要的。而隨著各領域研究者紛紛投入創造力議題之研究，探討創造力於不同領域之展現與應用成果，亦成為許多研究的主題。例如創造力於藝術創作、創新教學、組織經營與管理上之應用，於不同家庭背景、教學情境中、年齡層與性別的差異等等。而在知識部分因為本研究所討論的創造力乃是著重於科學部份的創造力，且科學創造力為「自然與生活科技領域」之重要能力指標(教育部，2000)，因此「自然與生活科技領域」的知識應對於科學創造力具有直接影響，且因為領域知識會隨著年紀增加而逐漸增加，因此稱之為「隨時間變動的共變項」，所以討論「自然與生活科技領域」知識對於科學創造力成長速率的共變情形則為本研究動機之七。

綜合以上的討論可知，學生的創造力並非固定不變，隨著年齡增長與時間的發展，它們的成長歷程也會有變化，由此可知，學生的科學創造力應該也是會隨著年齡而有所變化。國外在創造力方面的縱貫研究 (Daniel, 2007; Kim, Hon, & Crant, 2009; Wai, Lubinski, & Benbow, 2005)已經發現隨著年級或年齡的增長，創

造力是隨之下降的。因此，若只是採橫斷面的研究或許無法深入瞭解科學創造力的成長歷程以及相關因素對科學創造力成長歷程的影響。雖然國外已有創造力縱貫性的實徵研究，相較之下國內仍相當缺乏，更遑論是以科學創造力為主題。基於前述，建構一套以創造性認知、情意與技能為教學目標的創造力訓練課程以及科學創造力的衡量量表，乃為本研究之動機一、二；而探討學生的科學創造力是否會隨著時間而改變是本研究的動機之三；了解參加創造力課程訓練後的學生其科學創造力的動態發展趨勢以及與未參加訓練學生的發展趨勢做一比較則為本研究動機之四；再者，探討學生的正向情緒是否會對科學創造力的初始狀態以及動態成長歷程產生影響則為本研究的動機之五及六；最後，了解學生的領域知識對科學創造力成長歷程所產生的共變情形為何則為本研究的動機之七。根據國外創造力的縱貫研究結果(Choi, 2004)，學童的個人層次因素可以調節其創造力隨著時間的發展而下降的趨勢，也就是說可能加劇或減緩創造力下降的情形，本研究的進行正可彌補此研究缺口。因此，本研究將採縱貫調查與實驗設計的方式，分析台灣學生的科學創造力隨著時間變化的情形，以及有無參加創造力訓練課程、正向情緒以及領域知識對科學創造力發展的影響。

根據上述研究背景，本研究擬進行為期二年的縱貫性研究，針對國小五年級學童於自然與生活科技此一學科的教學中，實施創造力訓練課程，以進一步了解學生科學創造力的發展情形，以及在接受創造力訓練課程後的科學創造力發展，其中第一年的研究目的可分為以下四點陳述。

- 一、發展一套適用於國小自然與生活科技學科，並且以認知、情意、技能作為教學目標的創造力訓練課程。
- 二、以認知、情意、技能作為成效評估的依據，自行編製國小學童科學創造力的評量工具，作為本研究檢測創造力訓練課程成效的工具，且因為本研究需重複測量達五次之多，因此需發展不同複本，以避免重複填答所造成的練習或疲累效果。
- 三、自行編制正向情緒、創意自我效能量表
- 四、進行第一、二次的創造力教學，並且針對學生的創造力進行第一、二次的施測，以縱貫設計追蹤一般國小學童的科學創造力是否隨著時間而有明顯成長或下降以及其平均發展趨勢。

貳、文獻探討

本期中報告在文獻部份，因考量篇幅限制，所以僅針對審查建議本研究目前文獻不足之處及新增文獻部份加以補充說明，其餘部分則於申請計畫書中陳述，不再贅述。

一、科學創造力的內涵與動態發展

(一) 科學創造力的定義與衡量

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)也主張學生未來的成功取決於其創意思考技能，Park 等人(2008)的研究更是發現，教育可增進個體認知能力，提升其科學和科技創造力潛能。國內外有關於科學創造力的討論還不多，洪文東 (1999) 認為所謂科學創造力是指科學的創造者憑藉各人科學素養，運用適切思考方法，經由歸納、演繹、假設知邏輯推理歷程，理性而客觀地進行實驗探究與驗證，然後發現新事實，發現新理論，或形成概括性結論，而從中表現出獨特的科學創造力。在此將科學創造力視為連續且具有高度程序性、結構性、思考性及客觀性的發明創造歷程，從理論的察覺形成到結果的分析審察，皆是科學創造力的範疇。科學領域的創造，需憑藉其個人的科學素養、適切的思考方式，經由歸納、演繹、假設之邏輯推理歷程，理性而客觀地進行實驗探究與驗證，並對於結果進行嚴格的批判，然後發現新事實、發明新理論、或形成概括性理論，從中表現出獨特的科學創造力(洪文東，2003a)。

張玉山 (2000) 也強調「科技」與「科學」應分屬不同領域，Yager (2000) 曾指出以科學概念與科學過程為核心，透過科學探就過程與科學態度理解科學概念，才能發揮科學創造力，進而能應用於日常生活問題之解決。胡衛平、俞國良 (2002) 認為，科學創造力是科學知識的學習、科學問題的解決和科學創造活動中，根據一定的目的與任務，運用已知的資訊，產生某種新穎、獨特、有社會或個人價值的產品之智能品質或能力，所以，科學創造力是一種功能性的創造力(葉玉珠、彭月茵、林志哲、蔡維欣、鍾素香，2008)。由此可知，科學創造力應落實於生活問題的解決，以科學概念與科學過程為核心，透過科學探究過程與科學態度理解科學概念，才能發揮科學創造力，進而能應用於日常生活問題之解決。吳文龍、黃萬居 (2007) 也認為，雖然過去研究未提及科學創造力所具有獨特的程序與結構性，但從創造傾向方面可知，各領域所表現出的創造力皆具有許多相同點，如新穎、獨創、具社會及個人的價值性。

至於在科學創造力的衡量方面，王秀槐 (2001) 認為科學創造力包含三種能力：(1) 發現問題：發現問題是指在衝突 (或模糊) 晴鏡中發現知覺衝突問題，從過去的經驗中找出重要訊息或線索，選擇構成問題的要素，重新組織要素，然後發現問題；(2) 解決問題：依序界定問題、確定問題性質、探索可行方案、擇一執行、回顧歷程；(3) 表達溝通：在提出想法、解決問題後，要能有效溝通。除此之外，Sternberg (2000) 也認為，若要學生展現他們真正的實力，教學和評量是個關鍵，不只要特別注意所使用之評量方法的重要性，也要注意評量的記分方式。關於創造力的計分判準與計分方式大致上有兩種可行的方法：第一種方法，採用加權計分，如：降低流暢性、變通性的配分，增加獨創性的比重。因為以往將流暢性、變通性與獨特性的分數加總的做法，會令人產生創造力的得分

到底是因為流暢性的得分而產生的，還是因為變通性的得分而產生的困惑。如果某位受試者在流暢性的得分很高，但是在變通性和獨創性的分數很低，是否屬於高創造力的人？因此，建議以加權的方式，重新分配此三項分數的計分。第二種方法，是根據 Mayer (1999) 整理五十年來創造力的研究發現，大部分的作者認為創造性產品必須具有「獨創性」和「有用性」這兩個特徵。因此，可以採用「獨創」及「有效」這兩個判準來計分，首先，受試者的答案要符合「有效」的門檻，也就是，符合科學社群所接受之科學原理，因為學生的創意表現必須是運用所學的科學概念提出新穎的問題或產品。但是，因為創造力必須符合「獨創」的特徵，因此，「有效」是不計分的，然後再根據其作答是否符合「獨創」而計分。而不是以「流暢性」、「變通性」和「獨創性」這樣的單一向度分開來計分之後，再將總分算出來。

本研究有關於科學創造力的評量，乃兼具 Bloom 的認知、情意、技能三大教學目標為評量類別。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 Adey (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，2003a) 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，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。創造性傾向的情意變項一般以 Williams (1980) 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面影響。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」(甘漢銓、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。基於目前有關於科學創造力的縱貫性研究相當缺乏，因此以下文獻的討論本研究都是從創造力的理論基礎作為出發，再依據創造力的理論基礎，推導出有關於科學創造力的相關假設。

(二) 創造力發展與相關的縱貫性研究

科學創造力究竟是否會成長？目前仍相當缺乏相關文獻的討論，但若從創造力的發展歷程來看，Gruber 和 Wallace(2001)的「演化系統取向」(evolving systems approach)模式認同創造力會隨時間持續發展，並非瞬間剎現的，而是必須經年累

月的學習與思考才能產出，同時還會受歷史脈絡、人際關係和專業團隊等交互作用影響。所以創造力乃是個人在完整認知與情感發展中隨時間持續發展的前提應可成立，而藉由縱貫性研究以了解個體創造力的發展情況益顯重要。然而，從實證研究的角度來看，有關成長模式的創造力縱貫研究並不多，後期研究者僅有少數如 Cramond, Matthews-Morgan, Bandalos 與 Zuo(2005)、Wai, Lubinski 與 Benbow(2005)以縱貫性角度探討創造力的發展。

就致力於創造力發展過程的研究而言，在創造力「個體發生學」(ontogenesis)缺乏的考量下，對於創造力所獲得的研究啟示大都僅限於呈現影響創造力的因素(Klein, Noe & Wang, 2006; Mayer, 2008; Wang & Horng, 2002)。創造力究竟是如何發展？Torrance(1968)發現學生的創造力於六歲後會開始逐漸下降，並在四年級時最為低落，然而在此之後其創造力表現則又會逐漸上升，故此種現象又被稱為「四年級低谷(fourth-grade slump)」，而此現象在後續研究中也獲得支持，如 Smith 和 Carlsson (1985, 1990)研究中發現個體在成長階段中創造力會有所差異，因個體之創造力在十至十一歲時會達到第一次的高峰，但至十二歲時會出現下降情形，然至十二歲後的發展卻又開始逐漸上升，並於十六歲時達到第二次創造力表現之高峰。爾後 Claxton, Pannells 和 Rhoads(2005)以縱貫性研究來了解小學生創造力的發展情形，而在此研究中發現學生的創造力會於四年級時開始產生衰退，然而於九年級之青春期又會開始成長。而 Uszyńska-Jarmoc(2007)採兩年縱貫性研究，在不影響原教學環境下進行施測，其研究結果卻顯示班級之間的差異不高，且創造力會隨年齡增長而下降。

有研究(Elliott & Trasch, 2001; Shalley & Perry-Smith, 2001)發現創造力可能會隨著年齡的增加而上升，因為從認知方面來說明可能會經由個體知識、經驗和能力隨著時間不斷地累積，使認知結構上產生量的增加與質的成熟，而有助於發展創造力，即國小學童的年級越高其認知發展越趨於完善，所累積的知識和經驗也較為豐富，因而可能有較佳的創造力。Michael, Samuel, Dawn, Katrina 和 Stephen(2007)也認為創造力表現的年齡曲線，其上升的幅度受到後天訓練和生活經驗的影響，但認為之後下降的程度則主要是視其天生的才能而定。同樣的，有些研究(Scott, et al., 2004; Talarico & Rubin, 2007)認為，年長的學童較能記住較多的訊息，這並非代表年長的學童有較好的記憶力，而是他們會運用策略輔助學習，透過不斷練習，愈能夠順利地自發性使用較多先備知識經驗的組織策略與精緻化策略，其理解記憶將逐漸增加，而機械記憶也相對地減少，因而可能激發創造力(Mayer & Johnson, 2010)。而低年級學童的記憶認知能力雖已較學齡前孩童進步，但仍缺乏自發性，需要成人從旁給予明確的引導指示，再隨著年齡增長，經驗增加，才能自發性地運用記憶策略，提升記憶效果(Klein, et al., 2006; Talarico & Rubin, 2007)，進而提升創造力。且由於創造力需將學習材料作有意義的處理，涉及既有的知識經驗，而對低年級學童而言較為困難，一般而言，低年級學童既不瞭解精緻化策略的功效，也不知道如何使用此一方法(Mayer & Johnson, 2010)。

此外，也有些研究(Burke & Hutchins, 2007; Fleith, 2000; Mayer & Johnson, 2010)發現創造力的發展可能會隨著年齡的增加而下降，可能是因為學齡期兒童開始過團體生活，感受到團體壓力，有學習服從團體規範的需要，而逐漸去自我中心，因此從眾行為日益增加，為了享有齊頭式的安全感，逐漸減少冒險或是特立獨行的舉動。上述這些研究顯示，創造力表現並非停留或固定於某個成長階段，反之會隨成長階段之不同而呈現動態的高低趨勢。個體的創造力表現乃是動態變化，與成長過程、經驗有關，在於不同成長階段會有不同的結果表現，且創造力於成長過程中並非維持直線成長或下降，反之個體之創造力表現會有高低起伏(Claxton, et al., 2005)。此於更多的研究(Caro, McDonald & Willms, 2009; Kharkhurin, 2009; Shalley & Perry-Smith, 2001; Ward, Thompson-Lake, Ely & Kaminski, 2008)亦是獲得雷同結論。是故若要進一步瞭解隨時間改變的創造力變化情形便要從動態性發展取向著手，進以探討創造力發展的相關影響因素，並能從發展觀點(developmental approach)的探究中瞭解不同層次因素對於創造力發展的影響，以及比較不同因素影響下的創造力發展差異(Dresel, 2001; Scott, et al., 2004b)。以國內研究來看，蕭佳純(2014)的研究指出，有無參加科展學生的科技創造力在開始階段就呈現個別差異且成長趨勢呈現不同發展，其中有參加科展的學生為先下後上的發展趨勢，然無參加科展的學生則為先上後下的發展趨勢。之後，蕭佳純(2015)的研究更是表示，國小學生科學創造力在初階段具有個別差異且呈現先上後下的發展。參與科展的學生其科學創造力成長曲率高於未參加科展的學生；科學學習動機中的自我效能對學生科學創造力的初始狀態及成長曲率具有影響。由上分析可知，一般國小學童的創造力可能會隨著年紀而逐漸下降，反觀以科學創造力為主題的縱貫性研究還不多。本研究以創造力的動態發展為基礎，推論一般學童的科學創造力在無外力介入的情況下，可能也會呈現逐年下降的動態發展。據此，本研究發展假設一：一般國小學生的科學創造力發展會隨著年齡增長而呈現下降的發展趨勢。

(三) 科學創造力的相關研究

國內以科學創造力為題的研究還不多，多數都是以導入某種教學法來觀察對於學生科學創造力的影響，例如，吳文龍、黃萬居(2007)以台北市中正區 DM 國小五年級四個班級共 138 名學生為實驗對象，仿所羅門四組實驗設計，採量為主、質為輔的研究方法探討自然科創意教學模組(簡稱CCT)結合批判思考教學的理念，對學生學習動機、批判思考能力及科學創造力之影響。研究結果發現，CCT對學生科學創造力有顯著提升，在各分項方面流暢力、開放性、變通力、精密力及科學性皆達顯著差異，但兩組接受 CCT 教學處理學生存有相當的個別差異。鄭英耀、劉昆夏、張川木(2007)選取高雄市三所國民小學六個班級206位學生為實驗對象，採不等組前後測準實驗設計，探討創造性問題解決教學模式對國小學童自然科之學習效果。結果顯示實驗組學生在圖形創造力、問題解決能力及自然科學業成就的整體表現明顯優於控制組學生；6個月後追蹤，發現實驗組學

生在語文創造力的表現明顯優於控制組的學生，具延宕教學效果；圖形創造力及問題解決能力的表現，具持續性效果。洪文東(2003a)以準實驗研究法對32名國小五年級學童進行研究，依據Treffinger 和 Isaksen(1992) 改自 Parnes(1967)所提出的創造性問題解決模式加以修正提出 RCPS(Revised creative problem solving) 創造性問題解決的基本教學模式，設計「水溶液的酸鹼性」為主題之單元教學活動，並採單組前後測實驗設計方式，比較國小學童在實驗教學處理前後，科學創造力與問題解決能力之表現情況。結果發現學童在「水溶液的酸鹼性」單元教學活動後科學創造力與問題解決能力有顯著之進步。本研究也是以類似的方式來進行研究，但是相當不同的是，過去研究僅以一學期的教學，前後側的分析就多數宣稱研究的成效，但是本研究卻是自行開發教材，並且以長達兩學期的教學，五次的測驗，觀察學生科學創造力的變化。

二、創造力訓練課程對科學創造力發展的影響

(一)創造力訓練課程編制

研究者從課程搜尋中發現，國內對於「創造力教學」與「創意教學」等用詞，在界定上常常有混淆不清之處。創造力教學是以提升學生創造力為目的的教學，而創意教學是指教師展現生動活潑的教學方式，其目的不一定在培養學生的創造力(蕭佳純，2012)，本研究以「創造力訓練」來統稱這類課程。但是國內有關於創造力訓練課程的討論並不多，可是類似的「創造性問題解決」模式就相當多。創造性問題解決教學 (Creative problem solving teaching program, CPS) 是一個以「學習者為導向」的教學。事實上CPS 教學並不是一個新的構想，CPS 教學模式由美國學者Parnes(1967)所發展出來的，它是利用系統的思考方法來解決問題，特別強調問題解決者在選擇或執行解決方案之前，應儘量想出各種及多樣的可能方法(陳龍安，1995)。Isaksen 和 Parnes 於1985年將Parnes 原有的五階段做了修訂，在原有的五階段之前，再加入了「發現困惑 (Mess Finding, MF) 」，並將「發現事實 (Fact Finding, FF) 」重新定義為「發現資料 (Data Finding, DF) 」(Treffinger & Isaksen., 1992)。事實上人們在應用CPS 於真實情境中時，並不會依序使用這六個步驟，而會是自然的將之組合。Isaksen 等人(1985)注意到人們在進行解題活動時會傾向於把這六個步驟組合成三個階段：「準備問題」(getting the problem ready)、「激發構想」(generating ideas)、「行動的計畫」(plan for taking action)。

雖然創造性問題解決模式早在 1960 年代就已發展出來，並普受重視，但在科學教育上的應用較為少見。以國外的研究而言，Shepardson(1991)曾以八年級學生在五項不同的生活化科學問題解決活動，進行長達一年的觀察，他詳細記錄學生的解題步驟與學生間相關的互動和思考技巧，並採用路徑分析(path analysis procedures)的方式以推測其因果關係。結果發現解題步驟對所採用思考技巧的影響大於學生間的互動所產生的影響，學生間的互動並不會增進在解決問題時學生

所採用思考方法的變異程度。除此之外，鄭英耀、王文中和張川木(2003)也曾進一步邀集科展績優教師，成立國小自然科創意教材發展團隊，希望藉由這些科展績優教師所組成的創意團隊，透過知識分享平台，將其內隱的創意思維，轉化成具體的教材形式。而該團隊經過 17 次的討論與共識建立，最後以 CPS 模式為架構，結合教師教學情境的設計與問題的引導，建構出適用於國小自然與生活科技領域的 CPS 延伸模式及教材，接著再透過創意教學工作坊的舉辦，完成種子教師的培訓。而該教學模式以「了解挑戰」、「產出點子」、與「準備行動」三大階段為主要教學歷程，並分為六個步驟，分別為：設計情境、發現問題、提出假設、設計驗證、解釋結果以及推廣應用，由於此教學模式是以提升學生創意思考能力為核心，鄭英耀、王文中(2002)等人將此模式延伸命名為創意思考教學模式 (creative thinking instruction model, 簡稱 CTIM)。

回顧文獻，國內外以國小學童為對象的創造力訓練課程相當缺乏，但是大學開設創造力訓練課程的相關系所相當多(Xu, McDonnell, & Nash, 2005)，然而有關大學創造力訓練課程的成效評鑑卻也不多見。「完整的創造力訓練課程」應包含哪些面向？從教學的觀點來看，根據教學目標的分類研究，教學目標可以區分為認知、情意、技能三種面向，並可用以代表教學設計上的三種教學目標。因此，對於創造力訓練課程而言，也應兼重認知、情意、技能三種面向。過去創造力教學較偏重在認知領域的評量，但是創造力的另一面向：情意部份，也就是創造力傾向這方面的研究則相對較少(李偉清, 2012)。方瑋與邱發忠(2009)進一步指出，Williams的創造傾向架構是與大部份學者專家的創意人格構念重疊的部份是最多的，足見其所提出的理論架構是創造性傾向中最為關鍵的構念。Williams(1980)認為創造力可分為認知與情感兩大領域，此兩者是個人創造力的一體兩面，彼此相輔相成，關係至為密切。另外，若從Simpson(1972)的理論觀點，認為個人在技能精熟後，除了可用以解決該技能範圍內之問題之外，更可以進一步從事超越個人經驗的創新設計。過去的相關研究中，甚少國小的創造力訓練課程是直接以認知、情意、技能三種面向來加以設計。是以，本研究以上述的CPS、CTIM教學模式為編製基礎，將發展一套以認知、情意與技能三個面向作為教學目標與成效評估的創造力訓練課程，希冀本課程的發展能對國小學童的科學創造力之提升能有所貢獻。

另一方面是由於科學教育的實驗課程也往往流於「食譜式」教學，單單照書中的實驗步驟操作，卻沒有機會學習實驗中最重要的「提出假設」與「設計實驗」等能力。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。本研究之創造力訓練課程，乃以

創造性認知、情意及創意技能發展出具體教學目標，設計教學策略與教學內容，再選定合宜測量工具，以檢測學生的創造力是否有所提升，以驗證整個創造力訓練課程之成效。關於整個創造力訓練課程設計內容(參見圖 1)簡述如下：

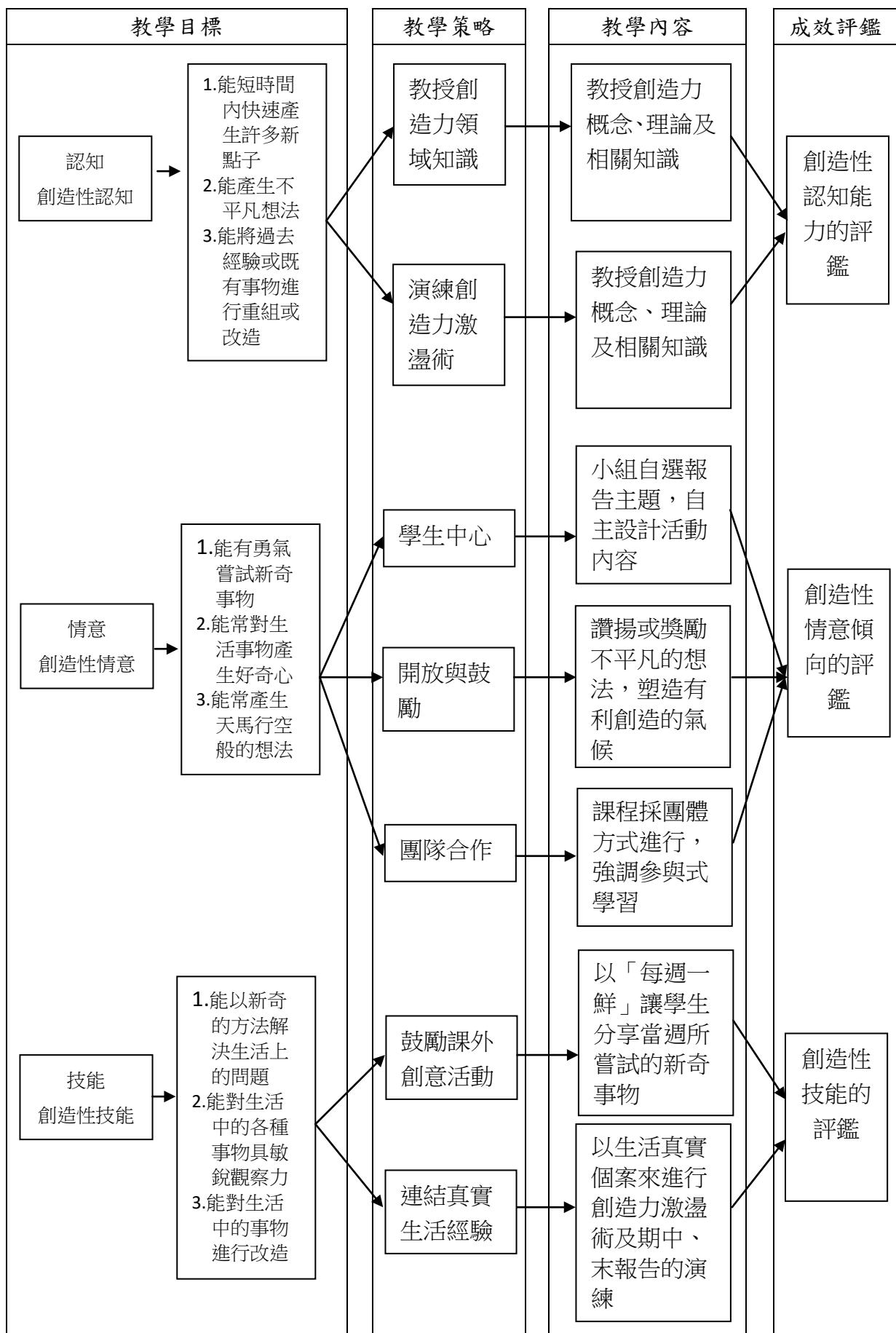


圖 1 創造力訓練課程設計架構圖
16

1.教學目標

本研究綜合創造力訓練相關理論，將認知、情意、技能轉化為九個教學目標：

- (1)創造性認知：能在短時間內快速產生許多新點子(Torrance, 1962)；能產生不平凡的想法；能將過去經驗或既有事物進行重組或改造(Cropley, 2001; Feldhusen & Treffinger, 1980)。
- (2)創造性情意：能有勇氣嘗試新奇事物(Isaksen, Lauer, Ekvall, & Britz, 2001; Nickerson, 1999)；能常常對生活事物產生好奇心；能常常產生天馬行空的想法(Williams, 1980)。
- (3)創造性技能：能以新奇的方法解決生活上的問題(Gardner, 1993)；能對生活中的各種事物具有敏覺的觀察力(Torrance, 1962)；能對生活中有形或無形的東西進行改進或創新(Amabile, 1996)。

2.教學策略與內容

為達成教學目標，本課程設計了七項教學策略，並根據七項教學策略發展教學內容。在創造性認知方面，本研究採行「教授創造力領域知識」與「演練創造力激盪技術」之策略。在「教授創造力領域知識」上，研究者大多支持學習創造力領域知識有助於個體創造力的提升(Amabile, 1996; Csikszentmihalyi, 1999; Nickerson, 1999)，因此在本課程中，每週皆教授創造力相關知識，課程內容包含：創造力典範、創造力實驗研究、創造力個案研究、創造力發展、創造力與知識、創造力與智力、提升創造力等主題。其次，在「演練創造力激盪技術」上，學者們認為學習創造力激盪技術有助於個體增加思考量、打破既有心智模式、增加新奇想法以及提高思考的品質等(Nickerson, 1999)。本課程以活動設計的方式來演練創造力激盪術。透過小組創造力激盪術活動設計及分組操練，反覆練習這些技術以精熟學生對創造思考技術的掌握。

在創造性情意方面，本課程採行的教學策略是以「學生中心」、「開放與鼓勵」及「團隊合作」。在「學生中心」策略上，Horng, Hong, Chanlin, Chang 與 Chu(2005)認為，教師應該至少具有以下四項作為：(1)教師扮演學習促進者的角色；(2)教師所給予的教材及討論的問題需事先準備；(3)學生可以自由選擇學習的觀點；(4)學生擁有選擇報告的權利。因此，本課程教師尊重每位學生的個別差異，讓學生自由選擇感興趣之報告主題並自行設計活動流程與內容，教師以學習促進者的角色，針對報告小組的設計情況，予以正面性的引導與修正，讓報告小組以自由發揮的方式，呈現自身的創意。在「開放與鼓勵」策略上，Feldhusen 與 Treffinger(1980)認為，當學生提出獨特的想法時，若老師能暫緩判斷，先給予支持與鼓勵，如此會增強學生的反應，進而形成討論氣氛。因此，本課程教師支持且鼓勵學生任何不平凡的想法與回應。任何人所提出的看法或意見，沒有對或錯的標準答案，只有鼓舞、讚揚及實質小物品的獎勵。透過這種教室氛圍的營造，建立起有利創造的氣候，培養學生對事物的好奇心，使其更勇於冒險與挑戰。在

「團隊合作」策略上，Cropley(2001)認為，在創意思考教學的過程中，合作的、整合性的教學風格，將有助於學生學習。因此，在具體的教學作為上，本課程無論活動設計、討論或創意技能之操練，皆以團體互動參與的方式進行，強調共同參與的原則。至於在創造性技能方面，本研究針對此課程所採行的教學策略是以「鼓勵課外學習活動」以及「連結真實生活經驗」兩項為主。在「鼓勵課外學習活動」上，教師每週會發「每週一鮮」的學習單，請學生回顧一週來所嘗試的新鮮事件，並請同學彼此分享；在「連結真實生活經驗」方面，則要求學生在期末時提出「創意問題解決方案」，並且必須是以生活中的實際問題或個案來進行。而具體的教學流程可以圖 2 來說明。

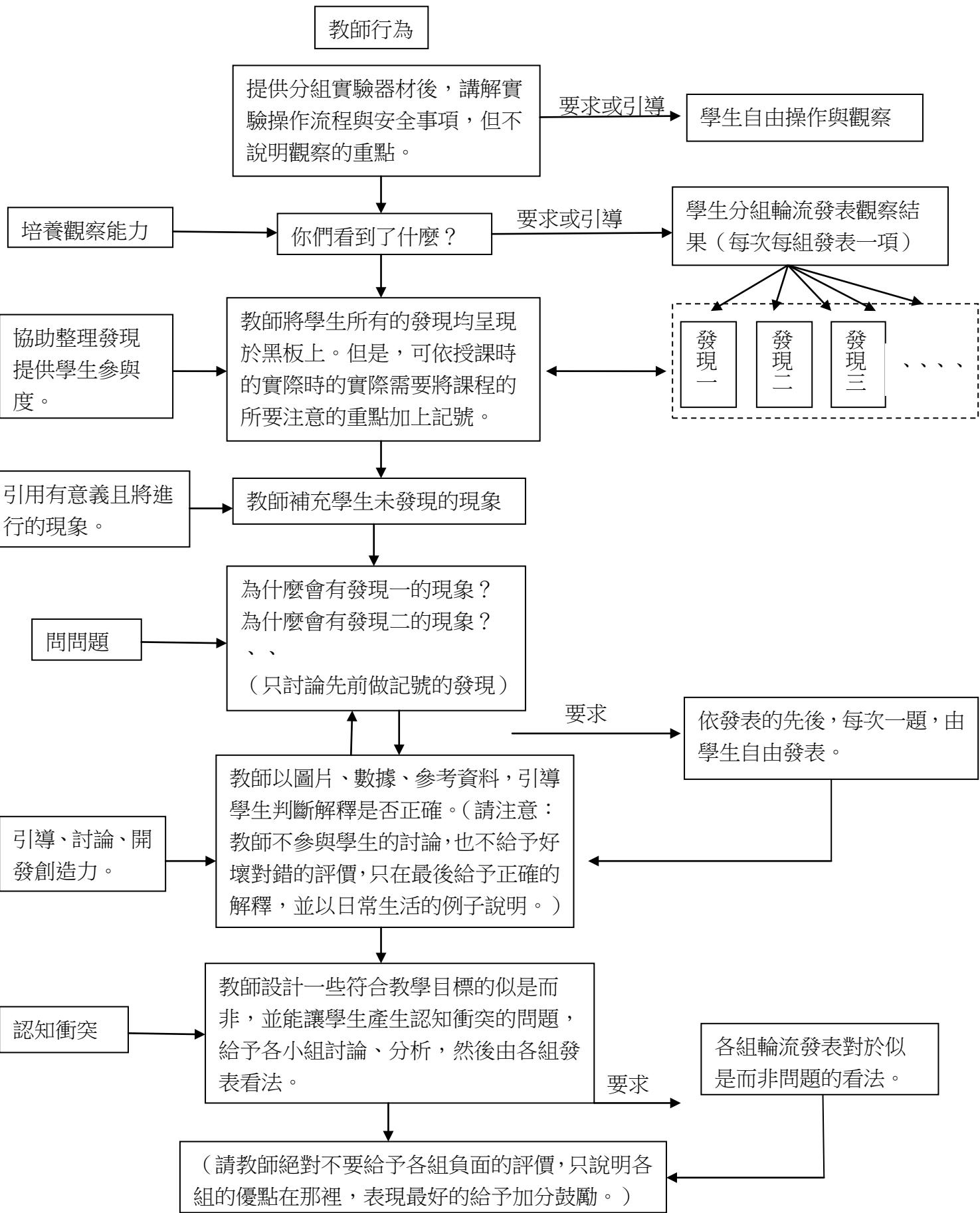


圖 2 科學創造力教學流程

(二)創造力訓練課程的成效

一些針對創造力的實證研究(Burke & Hutchins, 2007; Colquitt, LePine & Noe, 2000; Dresel, 2001; Klein, et al., 2006)認為創造力的縱貫性探討雖然具有價值，但可能礙於某些限制和相關因素繁雜致使仍舊貧乏，相關實證研究(Cropley, 2001; Nickerson, 1999)證實創造力是可透過一些訓練而有所提升，如透過技巧演練、習題練習以及態度指導等等，使其思維突破既有心智模式，進而激發更多元、新奇的想法，精進其思考品質。Besançon 與 Lubart(2008)也進行兩年的實驗研究，比較傳統和創意的學習環境對創造力發展的影響，其研究結果顯示教學的介入對學童的創意表現為正向，又以創意教學法比起傳統教學法對於創造力的發展尤甚。

從學習心理學之觀點來看，學習曲線的成長大抵呈現先上升後遞減的情形，不過學習心理學主要是從個體對學習內容訊息量保留(retain)的觀點切入，而非維持(maintain)的觀點。訓練遷移模式則側重在維持觀點上。Baldwin 與 Ford(1988)回顧與整理訓練遷移的相關研究，提出了5 種訓練遷移維持曲線的類型，從訓練遷移的觀點來看，他們指出訓練後個體所保留的學習成果，除非繼續使用或有其他因素介入，進而對效果的維持產生影響，否則個體所保留的學習效果將會陡降後回到接近訓練前的水準，呈現二次曲線的下降趨勢。也就是說學生可能會因離開訓練場域後，漸失去習得記憶、參照脈絡和自主性學習而銳減，產生對訓練成效無法持續維持，致使失去創造力訓練的保留效果。若從遺忘曲線及訓練遷移維持曲線的相關文獻(Cohen, Raudenbush & Ball, 2003; Talarico & Rubin, 2007)中發現，時間對學習保留效果的維持情形有極大的影響，並指出在學習或訓練後若沒有其他對訓練效果維持有益的相關介入(intervention)，學習的保留量隨著時間將降到約30%以下。亦即相關研究推估個體在接受創造力訓練後，其創造力會受到時間因素的影響而呈現曲線下降的趨勢(Scott, et al., 2004; Wang & Horng, 2002)。

針對國小學童創造力訓練的研究成果如何呢？國內外針對國小學童經由創造力訓練後的成效討論相當缺乏，較多是強調透過創意教學改變學生之「學習動機」及「創意思考潛能」(吳柳儀，2006；陳亮光，2008；詹志禹，2002)；教學成效方面之研究較為有限，惟陳亮光(2008)曾以對外華語文教師師資培訓課程學員64 人為研究對象，發現以創意教學策略教育之學員於創造力中之認知、情意及技能因素之表現的確明顯高於接受傳統教學法之學員。更多的是，針對採用的特定創造思考教學法，如主題統整教學、CoRT創造思考教學、創造性問題解決教學方案等，討論運用創造力教學後對於學生行為如學習成效、溝通能力、創造力等成效的分析(江美惠，2005；李秀姿、陳昭儀，2007；吳秀娟、潘裕豐，2007；陳玉樹，2008；游健弘，2003；葉玉珠、葉玉環、李梅齡、彭月茵，2006；錢昭君、張世慧，2010；鄭英耀、李育嘉、劉昆夏，2008)。

綜觀前述創造力訓練投入的相關研究，發現創造力課程多以短期訓練為主，研究方式多為準實驗前後測設計(Scott, et al., 2004)，研究結果多認同透過一段時

間的訓練可提升創造思考能力，並應設法塑造一個有利發展及延續創造力的環境因素(Birdi, 2005; Kahai, Sosik, & Avolio, 2003; Wang, Chen, Horng, Huang, & Li, 2004)。但也有部分研究(Beghetto, 2006; Elliot, & Trush, 2001; Eris, et al., 2010; Pintrich, 2000)認為個體經過訓練後的遷移、維持效果不顯著，而且在某些領域與創造力成長曲線所對應出的變異成份仍具顯著，表示不同個體間確實可能因時間變化導致不同變數存在，即仍有其他因素影響可能未列入考量(Cohen et al., 2003; Talarico & Rubin, 2007)，因此尚須利用長時間進一步探求其因。從上述可知，創造力可能隨著年齡有不同的發展趨勢，而創造力訓練也有其助益效果，卻鮮有研究討論創造力訓練後的遷移維持效果，而且針對科學創造力是否也可以得到類似的研究結果不得而知，是以，本研究以縱貫性研究來了解創造力訓練課程的助益效果及遷移維持軌跡，據此，本研究發展假設二為：國小學童在經過創造力訓練課程後的科學創造力發展將呈明顯的上升趨勢；以及假設三為：參加創造力訓練課程的學生其科學創造力下降的發展速率將較未參加創造力訓練課程的學生來的較緩。

三、正向情緒的內涵與功能

目前心理學領域新興的發展，多是跳脫過去大多以「負向情緒」為焦點的情緒心理領域研究，轉向期待能幫助人們認清本身正向情緒重要性及其功能的正向心理學。人生的經驗不是一種正、負兩極的二分，而是一個連續的過程(Linley et al., 2006)。如何均衡生活經驗中的正向情緒和負向情緒，將決定我們快樂(happiness)程度，一個很大的開心(happy)並不會抵銷許多小負面情緒的加總，反而是融合了每一個小的開心會增加快樂和正向情緒(Carruthers, Hood, & Parr, 2005)。除去負面的情緒並不能增加正向的情緒(Carruthers, Hood, & Parr, 2005)，而這種流暢的狀態會人對生活有更高的滿意度(Berman & Davis-Berman, 2005; Carruthers, Hood, & Parr, 2005)。所以，本研究以正向情緒的定義著手，接續了解正向情緒的內涵與功能。

(一) 正向情緒的定義

在探討正向情緒之前，必須先來探討何謂情緒？李新民(2010)指出，情緒是人類一種複雜的心理活動，而人們通常把喜悅、愉快、滿足等情緒稱之為正向情緒，並且認為正向情緒即是良好的情緒，對身心健康發展具有重大意義。從情緒的分類架構上來看，情緒包含了雙極模式(bipolar model)、雙變數模式(bivariate model)，以及混合情緒(mixed emotions)。雙極模式假定正向情緒和負向情緒互相排斥、彼此對立，把正向情緒與負向情緒視為同一連續體的兩端；而雙變量模式假定積極情緒和消極情緒是兩個不同的變數，彼此獨立但又可並存；混合情緒論者假定正向情緒與負向情緒可以並存，但也可以組合產生所謂的復合情緒感受(compound feeling)。混合情緒是雙變量模式的延伸，強調同一時間可以出現既快樂又難過、既生氣又害怕的混合情緒，混合的不一定是正向情緒與負向情

緒，可能出現兩種以上的正向情緒或負向情緒的混合（李新民，2010）。

首先提出正向心理學這一概念的心理學家 Seligman 認為，過去心理學只關心心理與精神疾病，而忽略找出生命的快樂和意義（洪蘭譯，2003），正向心理學是近年來心理學發展的新趨勢，過去心理學重視治療及改善負向情緒，正向心理學則是著重樂觀、正向情緒、正向意義及內在動機的培育，以減低負向情緒的困擾（常雅珍，2005），這點出了正向心理學相較於傳統心理學的迥異之處。

Cameron、Dutton 與 Quinn (2003) 以正向組織學派的「正向」、「組織」、「學派」三個用語，來彰顯此種正向組織學派的嶄新論述取向與開創性研究實踐應用主軸。Seligman 與 Csikszentmihalyi 於 2000 年提出正向心理學(positive psychology)概念，他們相信擴展個人正向情緒經驗，將更有助於個人心理之發展及潛能之發揮，在以不同文化受試者自陳心情的情緒研究文獻中，情緒主要可區分為正向與負向情緒(常雅真，毛國楠，2006)。Seligman(2002a)主張，正向情緒包括對過去、現在與對未來的三個面向，也就是對過去感到滿意，對現在感到快樂，對未來感到樂觀。Fredrickson (2006)也認為，正向情緒需要認知的評價與意義的建立。

Fredrickson(1998)所發展的「擴展—建立理論」強調，正向情緒可以擴大思考行動的技能、可以消除揮之不去的負向情緒、可以激起心理的堅毅性，並引發幸福感。他更進一步將正向情緒分為以下三類(Fredrickson, 2001)：(一)歡愉：藉由遊戲及創造力來擴大認知的推進，這些推進力不僅是社會及心理行為的證據，也是心智與藝術性的行為；(二)知足：可以透過統整目前的生活情況，賦予自我和環境新的意義；(三)自信：可以使個人和他人分享新的成果並展望未來更大的成就。另一方面，Seligman(2002b)所提出的現在層面的正向情緒包含愉悅與滿足感的心流，前者偏重感官刺激的接收，產生的情緒較為短暫；後者強調當下投入的享受，產生的正向情緒較為持久，因其動用到長處的發揮，進而增進個體的自我效能與成就感，故較為學者所提倡。李新民(2010)指出，正向情緒是個體在面對情緒對象（包含人、事件、物體），呈現正面的評價，得到愉快的主觀感受，出現具有正向校價 (positive valence) 的反映傾向之複雜叢結 (complex set) ，通常都是在愉悅舒適情境下產生比較彈性的非特定行動傾向 (nonspecific action tendencies)。正向情緒與負向情緒是非同構的 (isomorphous) 、非對稱性的 (symmetrical)，兩者是獨立並存的，負向情緒的減少並不意味著正向情緒的提升 (Fredrickson & Losada, 2005)。Lyubomirsky、King 與 Diener (2005)亦指出，快樂即大部分時間擁有溫和、適度的正向情緒。綜合上述，正向情緒的相關意義雖有不同，但大抵上，正向情緒可以分為感官上的快感與意義上的滿足兩大類，追求理想、實踐自我、充滿意義與滿足、需要認知評價的快樂被視為是真實的快樂，有助於個體發展。擴展建構理論假設人們的正向情緒具有兩項重要功能，其一為擴展功能，意指人們正經驗到正向情緒時，可能會擴大思考與行動模式的廣度；其二為建構功能，意指常時間重複的正向情緒經驗，可能為個人的各類資源帶來持續累進的效果 (Chon & Fredrickson, 2009；Fredrickson, 2004)。時至今日，這項理論不僅獲得許多實證研究的支持 (Fredrickson, 2004；Fredrickson & Joiner,

2002；Fredrickson & Losada, 2005），而且正向情緒還可為個體生活帶來多方面的益處。

(二)正向情緒的內涵

Seligman(2002a)主張的正向情緒，將現在層面分為愉悅以及滿足感；愉悅可分為身體上的愉悅與高層次的愉悅。身體上的愉悅係指個體透過滿足餓、渴、性、身體安適等生理需求所產生的良好感覺(Seligman & Csikszentmihalyi, 2000)。另一方面，滿足感為正向心理學積極倡導之重點，源自個人長處與美德的施展。其中一個重要境界—心流(flow)為Csikszentmihalyi 最早定名之概念，係指當我們專注於進行一件具挑戰性且深感興趣的活動(例如：跳舞、閱讀一本好書、運動、藝術創作、做好事、與一群好友聊天或進行刺激性的談話…等)，全心投入、忽略一切外在刺激、感到時光飛逝且享受其中的那種暢流感，此為較持久的正向情緒且有利個體成長(Seligman & Csikszentmihalyi, 2000)。至於心流產生的條件為該任務是需要技能學習的、具明確目標的、有回饋的以及可控制的(Csikszentmihalyi, 2008)。其中，任務提供的挑戰與執行著的技能相符為心流經驗之首要前提(Nakamura & Csikszentmihalyi, 2005)。

本研究統整Seligman 的時間軸分類和常雅珍（2005）的看法，把樂觀視為也是發展正向情緒的重要內涵之一，所以正向情緒的內涵可以包含樂觀、愉悅、知足、自信以及同理心五個構面，以下逐一說明這些內涵：

1. 樂觀

在Seligman 所做的賓州預防計劃中，認為樂觀是正向情緒的基本成份，樂觀者能以正確的解釋型態分析成敗，教導實驗組的孩子分辨負面的信念，藉由明確的證據去評估這些信念並反抗它，產生真實而樂觀的替代選擇。結果實驗組比控制組能更有效處理青春期的問題，也有較控制組少的憂鬱。這個結果，讓歸類為未來的正向情緒的成份—樂觀，成為教導即將進入青春期孩子，必須習得面對逆境解決問題的態度。

2. 愉悅

根據Fredrickson (2004) 指出愉悅能產生遊戲的欲望及創造力，擴展個體認知技能，是社會和心理行為的推進力，也是促進心智及藝術性行為的動力。因此，Seligman 歸類為現在的正向情緒，能使個體當下感到身心舒適，願意探索興趣追求快樂（洪蘭譯，2003）。而這個愉悅的正向情緒，正是讓學齡兒童在遊戲中學習，創造生活樂趣源源不絕的動能。

3. 知足

知足是Seligman 歸類為過去的正向情緒，指能珍惜身邊所擁有的，並感謝已發生過的美好事物。在擴大與建立理論下，知足感恩能擴展個體思維，引發創意以各種方法回報他人，進而建立個體愛人與表達感激技巧，使友誼關係搭建的社會網絡成為日後持久性的個人資源（林志哲，2011）。當學童體會「得之於人者太多，出之於己者太少」，心生感恩，就會埋下日後長大成人，回饋社會的志

向。

4.自信

自信是Seligman 歸類為未來的正向情緒，當個人發現自己的長處而自我悅納、自我肯定時，就會對未來充滿信心（葉靜瑜，2008）。一個越有自信的孩子，對挫折容忍力越高，自然能勇敢向前不畏艱難。

5.同理心

同理心是Seligman 歸類為未來的正向情緒，指能覺察他人的情緒，並設身處地為人著想，付出關懷。在擴大與建立理論的基礎下，同理心會引發正向情緒，當個體的同理心越多時，引發的利社會行為越多，個體便能在愛中感受到生命的價值（葉靜瑜，2008；常雅珍，2005）。願意原諒別人、幫助別人，使社會更和諧。

此正向情緒分類較能涵蓋、闡釋不同學者呈現出的多樣正向情緒內涵，換言之，不少學者(例如：Seligman、Fredrickson、Prager、Ricard、Ben-Shahar)將正向情緒概略地區分為籠統、一般與意義、滿足的兩種快樂。前者傾向Seligman 現在層面正向情緒之愉悅；後者傾向Seligman 現在層面正向情緒之滿足感的心流境界。綜上所述，Fredrickson、Seligman及Csikszentmihalyi所提出的理論皆認為正向情緒有助於個體在生理健康、心理健康、社會支持、挫折復原力等各方面的提升，然三位學者在正向情緒研究上之著眼點並不相同。「Fredrickson的擴展-建立理論」探究正向情緒是以何種方式進行提升而影響個體生活；「Seligman的正向情緒理論」針對正向情緒在過去、現在及未來階段應涵蓋哪些內涵進行討論及整理；Csikszentmihalyi則主要探討個體應如何獲取心流體驗。

(三)正向情緒的功能

Lyubomirsky、King與Diener (2005) 分析正向情緒各類研究發現，正向情緒有助於發展生活適應性特質，引發不同生活層面較為成功，原因是來自於透過正向情緒所擴展的思考與行動模式，使個體更樂觀、有活力、創造力、有彈性、能整合，並更能表現利他性，進而建構個人的心理、知識與社會性的廣泛性資源。

具體來說，正向情緒具有以下功能。1.擴大思考行動的技能：Fredrickson與Branigan (2000) 從剪接影片的實驗中發現到，受試者在正向情緒中可以確認更多想做的事，而在負向情緒的情境中，想做的事則少於中立組。可見正向情緒可以擴大人類思考行動的技能，經驗正向情緒可以幫助個體增進不同領域的喜愛，以及接受更寬廣的行為選擇。2.消除揮之不去的負向情緒：Fredrickson與Levenson (1998) 預測正向情緒可以消除負向情緒，展現快速的心血管恢復力，因此Fredrickson與Levenson提出了「消除理論」，認為負向情緒會窄化思考行動技能，正向情緒則會使思考行動技能更加寬廣，因此正向情緒的功能在於消除負向情緒，也就是說，正向情緒可以消除原有的負向情緒，使人們消除特定行動的準備。3.激起心理的堅毅性：正向情緒的經驗可以在適當的時刻逆轉我們的想法來因應負向情緒，可見堅毅性的動力來自於正向情緒的鼓動 (Tugade & Fredrickson,

2000)。4.建立心理資源，並針對增進情緒幸福感引發向上盤旋的力量：認知文獻指出沮喪的心情會窄化認知且向下盤旋，引發悲觀的思考，導致心情更壞甚至需要就醫，相反的，擴大建立理論預測正向情緒將擴大思考，產生向上盤旋的力量，長期下來可增進個體情緒上的幸福感，使人建立堅毅性，影響人在逆境中的因應方式。由上述的正向情緒功能來看，正向情緒可以消除負面情緒，擴大思考，甚至可以激發心理的堅毅性。當學生在展現創造力的過程，難免遇到困難與挫折，若學生感到沮喪時，有正向情緒支持的學生可能可以快速消除負面情緒，可以協助學生克服挫折，激發更多創意。

四、正向情緒與創造力

國內外近年來以正向情緒為主題所進行的相關研究主要可分為相關因素研究與實驗研究，研究者以「正向情緒」為關鍵字，包括正向情緒的內涵（樂觀、幸福感、社會支持），並針對最近這十年之研究搜尋，再依序依照「研究主題」、「影響正向情緒之因素」等兩種項度個別進行文獻整理來探討。在國內部分，研究範疇大多環繞在三個面向：其一，課程實驗設計方面係採正向情緒綜合概念或單一概念設計課程進行課程實驗研究（邱發忠、陳學志、卓淑玲，2003；常雅珍、毛國楠，2006；張景媛、陳學志、黃譯瑩，2004；陳學志、徐芝君，2006；馮鈺璿、鄒文婷、賴素靜、林瑞清、鍾月容、詹日宜，2004）。其二，在輔導策略方面普遍採取一種正向情緒內涵進行輔導策略的實驗研究（許明珠、劉蕙晴、黃瓊瑤，2004；曾文志，2007a）。其三，在調查研究方面採設計正向情緒單一構面量表方式進行實徵調查研究（何茉如、林世華，2000；余嬪，2006；李新民、陳密桃、謝青曇，2007；周子敬、彭睦清，2005；林淑芳、吳麗娟、林世華，2004；陳密桃、陳玲婉，2006；賴貞嬌、陳漢瑛，2007）。整體來說，有關正向情緒的相關研究，發現有二共通點，即「開發正向情緒課程」和「建立量表進行調查研究」。

至於在正向情緒與創造力的相關研究方面，正向情緒有助問題解決之作用如何產生呢？一般皆採 Fredrickson (1998)「擴展-建立理論」之觀點，此理論認為正向情緒如愉悅、興趣、滿足、自信等，會使個體擴展思考、行動技能，並開始建立個人資源，它會擴展我們的注意力、思考速度、容忍度、運用社會資源之能力及消除負向情緒帶來之負作用，增加我們在面對威脅或機會時可動用資源的機制，使個體較能有彈性或創造性的解決問題。Morris 於 1989 年所提出的「認知調整模式」(cognitive tuning model)表示，情緒是個體評估外在環境安全與否的指標，而個體也會依照情緒來調整認知系統的運作模式。若個體處於正向的情緒中，感受到情緒是安全的，會比較願意冒險，也較富有創意，容易產生不尋常的聯想；若個體產生負向的情緒，則會採用較保守的訊息處理策略來保護自己避免遭受傷害(Schwarz, 2000)。不少探討情緒與創造力關係之研究可發現(Ashby, Isen, & Turken, 1999; Estrada, Isen, & Young, 1997; Isen, 2000; Schwarz, 2000)，正向情緒有助於創造力表現。過去一些研究也大多傾向支持正向情緒會促進創意問題解決，

且具正向情緒者產生的新奇點子較具有負向情緒者更多(Shapiro, Weisberg, & Alloy, 2000)。Grawith、Munz、及 Kramer(2003)發現正向情緒在創造力表現上高於負向與中性情緒組，但是負向情緒卻不會降低創造力的表現。此外，Amabile (2005)分析了7間公司的222個員工日記發現，正向情緒和創造力的關係是線性的，是創造思考的前身。正向情緒有助問題解決的作用是如何產生的呢？由以上的討論可知，正向情緒之所以能促進創造力的表現，是因為情緒被激起時，在幻想或情緒狀態中的情感主體可以引發一個更寬廣的聯想網路，而這個被擴大的聯想網路就可以促進個體在問題解決時，擴散性思考和變通能力的表現。個體在正向情緒狀態下，會更有意願探索新奇事物或想法，增加創意解決問題的可能性(Gasper, 2004; Kaufmann & Vosburg, 2002)。

Fredrickson 與 Branigan(2005)從實驗結果發現擴大認知選擇的假設獲得支持，受試者在兩種正向情境(歡愉和滿足)中可以確認更多想做的事，而在兩種負向情緒的情境(害怕和生氣)中，比中立組所回答想做的事更少。這些反應組型支持「擴展—建立理論」的核心假設—正向情緒可以擴大人類思考行動，負向情緒則侷限其思考及行動。此外，Rydell, Berlin, Bohlin (2003)的縱貫研究發現，六歲時的情緒調節能預測八歲時的行為問題，而且高生氣情緒和低情緒調節能力可預測外在行為表現；即高情緒和低調節與不良適應有關。Fredrickson (2003)特別舉出 Isen (1987)二十多年的情緒研究發現，當人們有正向情緒時人們的想法較有創意、整合和對資訊更開放。Baumann 和 Kuhl (2005)透過回憶引發正負向情緒的實驗研究，發現啟動正向情緒之後，個體可以克服先前的優勢化反應抑制，迅速對局部訊息作出正確反應。Forgas, Vargas 和 Laham (2005)的研究發現，正向情緒有利於建設性問題解決的表現。Fredrickson 和 Branigan (2005)研究發現激發正向情緒之後，有助於認知廣度的擴展。Isen (2001)研究發現，接受正向情緒操弄的受試者問題解決的表現優於未接受向情緒操弄的受試者。根據邱發忠、陳學志、徐芝君、吳相儀與卓淑玲(2008)的整理，認為正向情緒以兩種機制來影響創造力的表現，其一為正向情緒可以提升認知彈性(cognitive flexibility)，促使個體知覺到兩個想法可以聯結在一起的能力；其二，正向情緒可以提升認知處理的效能，以減少無關訊息的處理。李新民和陳密桃(2009)的研究發現，正向情緒對於非結構化的建設性問題解決幫助比較大。由上述可知，過去一些研究大多支持正向情緒會促進創意問題解決，且可以消除原有的負向情緒；相反地，負向情緒會使個體限制思考，但在科學創造力的發展上是否也是會如此，目前僅有方紫薇、陳學志、余曉清、蘇嘉鈴(2011)的研究證實正向情緒有助於科學問題解決，但仍是缺乏對於科學創造力的討論。所以本研究想討論學生是否會因為當時的正向情緒或負向情緒，而使得擴展了思考、注意力，而更有點子、創意解決問題，進而影響了學生的科學創造力。據此，本研究發展假設四為：學生的正向情緒對科學創造力的初始狀態(小學五年級)時具有正向影響；以及假設五為：學生若具有較高的正向情緒，則他的科學創造力下降趨勢應該也會較緩。

五、領域知識與創造力

邱皓政、葉玉珠(1998)的研究認為，個體在特定的知識領域，產生一適當且具有原創性、適切性與實用價值的產品/技術之歷程，此創造歷程的核心涉及認知與情意等個體歷程的統整與有效應用；而創意的表現乃為個體的知識與經驗、意向(包括態度、傾向、動機及人格特質)、認知技巧或策略、以及環境的影響，透過組織運作的過程，被其間的社會制所認同的互動結果，簡言之，它是解決問題並執行新構想的能力。Amabile(1983,1988)認為，領域知識是一個穩定、個人的因素，它形塑了個人創造的表現，因此，某一個特殊的領域中現存的經驗，對創造是否成功具有顯著的影響。Amabile(1983)在「創造力的組成模式」(componential model of creativity)中，曾提出特殊領域技能(domain-relevant skills)是創造的重要元素。所謂特殊領域技能，是指領域內的知識、技術及應有的能力，亦即要產生創造行為，個體必須要在其領域中擁有專業的知識與能力，以運用領域知識加以發揮其創造力。Csikszentmihalyi(1999)亦強調個人必須將領域知識作良好的儲存，並不斷的更新、管理，使領域知識在生活中更易於接近、更易於學習與內化、同時能夠與異質領域有交流的機會，以及增進創造領域的知識管理與學習，並能融入各知識領域。Amabile (1996) 提出，創造的發生非單靠創造相關技能 (creativity-relevant skills) 的傳遞就會發生，必須將創造領域與其他知識領域結合。承上所述，領域的知識或文化產品的「可接近性」與「可取得性」，就成了一個文化或知識領域是否能不斷進化、創造的重要元素。

Sternberg 和 Lubart(1999)認為知識對於創造力的重要性有四點：一、知識創造出新產品，而免於冒「無知風險」；二、知識幫助創造力，使敢與別人意見相左；三、知識幫助製造出高品質的東西，而品質是評斷創造力的重要指標；四、知識幫助注意偶然發生的事件，並使之成為創造思考的來源。知識是思考模式與批判能力的基礎，當領域知識不足夠時，很難在創造性思考與批判性的思考上有優秀的表現(Sternberg & Lubart, 1999)。Tierney 與 Farmer(2002)的研究中，以工作知識作為預測個體創造表現的變項，其工作知識包含工作經驗與正式的教育兩個指標，研究發現，工作知識確實能夠有效的預測創造表現。是以，個體能在某個領域裡表現創造力，就必須具備足夠的該領域知識，方能使其創意思考延續進行，亦可以說個體之思考不太可能超越其所有擁有的知識範圍。由此可知，最近創造力理論或模式都強調特定領域知識的重要性，因此，如何將特定領域知識及思考過程的合理性融入一份創造力測驗，討論其對科學創造力的影響，應為未來科學創造力發展的中心理念。

眾多創造力的研究認為知識在創意發展中扮演重要角色(Amabile, 1995; Csiksentimihaly, 1996)。因為知識是思考的素材，創造力需要有先備的知識為基礎，所以學生經教學或自行習得的知識，對其創造力的表現是有所幫助的(張惠博，2001)。學童在學業上習得的知識越多，他越有可能對新問題有創見，亦即對某事物的意義了解越多，具備的相關知識越多，則思考時應能從更多方面、角度考慮，變通性越大，越有助於創造力的發揮(Zhao & Zhao, 2010)。除此之外，

吳靜吉(2002)指出，各種創造力之間的確有一些共通的能力或技巧如：發散思考的能力、發現並澄清問題、批判能力、組合能力等，但每一個特殊領域也都有其特殊的創造技能，如：學科知識，因此，創造力確是有其領域特性。所以，豐富的知識是科學創造力的必要條件，是有創造力的人用以發揮其創意的訊息庫(Batey, Furnham, & Safiullina, 2010)。因此，本研究將針對領域知識對科學創造力的關係做探討，是否高領域知識比低領域知識者擁有較多的科學創造力。

Lamas、Maria 和 Gomes (2010)也認為學習必須是一個重要的挑戰，即將刺激學習作為一種習慣，才能進以促成創造力，該要求必須是將學習的科目與日常生活作一連結，形成有用的知識和技能，並能接收不同的資訊和反應，讓學生有機會思考和發展潛能。對於創造力的形成，學者們(Kaufman & Bear, 2004, 2005; Kaufman, Bear & Gentile, 2004)認為必要先從最基本的學習開始，特別是要具備有智力、動機的形成和一個合適的環境，然後透過均衡改善情緒智力和思考邏輯能力，這些條件都是必要存在的因素，接續才會萌發對現況有所突破的需求，再延伸後續包括任何類型的創作、生產，又以邏輯能力被視為是不容忽視推動創造力的重要助力(Yagi, Sugio, Yogo, Akama & Azuma, 2009)。另一方面，有研究(Kaufman & Bear, 2004, 2005 ; Kaufman, Bear & Gentile, 2004)指出每個人即使專精在一個領域中具備有非常專業的知識，但卻不一定在此領域中就具備有創造性的貢獻或作品。這可能與 Lamas、Maria 和 Gomes(2010)認為的創造力能否有機會展現，需回溯到學習過程去探索，因為研究結果發現學習過程才是培養創造力最重要的部分，因為這份能力基本上是透過參與過程中所遭遇的經驗才能建立的，學習過程如能不斷的反思，並適時採納不同的意見回饋，能有助於提高創造力(Lamas, Maria & Gomes, 2010 ; Thompson, Jones & Warhurst, 2007)。而學習過程的重點即在於培養學習者的創造力，從基本的生活考慮上結合學生的經驗，使能有機會在獲得知識和技能後應用於現實中，而學生的經驗不管是在正式、非正式和非正規環境下所學到的一切，都需考慮到其對創造力的影響。從領域知識和科技創造力之關係看來，知識係思考的基礎，能啟發創造的運作機制，使抽象的理論或想法變成具體可操作的作品；能避免冒無知風險；能給予勇於創造「新」想法的信心與動機。因此，本研究合理推論，領域知識越高，創造力也會越高。

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 ; 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。在討論領域知識方面，因為創造力著眼於問題情境的解決所需要的能力，問題解決與科學創造力是有高度相關的，而從目前我國九年一貫課程的設計上強調縱向銜接與橫向統整，其中，生活科技與自然科合併為一學習領域，可見科技的學習與自然或科學具有密切的關係。尤其該課程包含科學的認知、操作、態度的培養，在製作活動中，學生可以透過工具操作或材料應用，將自己的創意落實於產品的產出，而且，科學創造力為「自然與生活科技領域」之重要能力指標(教育部，2000)，所以本研究在領域知識部分聚焦於學生的「自然與生活科技

領域」的知識，並採計自然與生活科技此一科目的測驗成績做為衡量。九年一貫課程「自然與生活科技」的課程目標為：(1)培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣；(2)學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活；(3)培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度；(4)培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力；(5)培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能；(6)察覺和試探人與科技的互動關係(教育部，2002)。而學生在學習各階段所應習得之能力則包括下列八項技能：(1)過程技能；(2)科學與技術認知；(3)科學本質；(4)科技的發展；(5)科學態度；(6)思考智能；(7)科學應用；(8)設計與製作。其中第六項的思考智能下，又包括了五個能力指標，分別為綜合思考、推論思考、批判思考、創造思考與問題解決等(教育部，2000b)。從前述科學創造力的發展與議題，以及「自然與生活科技領域」的課程目標中相關的能力指標看來，國小科學創造力的培育，有隨著年齡增長，而逐漸強調創造性問題解決的趨勢。由此可知，若領域知識越多，則科學創造力應也會較高，且學童的科學創造力下降趨勢應也會較緩。此外，因為領域知識會隨著年紀增加而逐漸變動，因此稱之為「隨時間變動的共變項」。據此，本研究發展假設六為：學生「自然與生活科技領域」知識對科學創造力的動態發展將產生共變情形。本研究僅採學童在該學期自然科期末考的紙筆測驗成績來代表領域知識的表現。為顧及各校施測之差異，本研究將參與者的自然科期末考成績以校為單位轉換為T分數。T分數越高者表示其領域知識程度越佳，反之則越差。

六、創意自我效能與創造力之關聯

根據 Bandura (1977) 的社會認知理論 (social cognitive theory)，自我效能 (self-efficacy) 可能是調控動機與行為的一個重要機制，同時，他也指出，強烈的自我效能是產生創意成品以及發現新知識的一項重要條件。但是，Bandura (1977) 也強調，自我效能具有情境與領域的特定性，在不同的學科學習將產生不同的自我效能信念。基於此，Tierney 與 Farmer (2002) 將自我效能理論與 Amabile (1988) 的創造力理論予以結合，提出「創意自我效能」(creative self-efficacy) 此一概念，並將創意自我效能視為自我效能在特殊領域的應用。正如 Chen, Gully 與 Eden (2001) 所指，傳統對一般性自我效能的測量無法類推至不同領域內自我效能的測量。所以，本研究將以創意自我效能為變項，意指「個人自認具有製造創意成品的能力之信念」。

自我效能係屬特定領域與情境的概念(Bandura, 1986; Linnenbrink & Pintrich, 2002)，因此在預測特定學習活動時，往往具有高度的預測能力。諸多有關於創造力的研究發現，創意自我效能會對創意表現或創造性產品產生正向的預測效果(汪美香、黃炳憲，2012；林碧芳、邱皓政，2008；陳玉樹、郭銘茜，2013；Gong, Huang, & Farh, 2009; Jaussi, Randel, & Dionne, 2007; Tierney & Farmer, 2004)。其中，林碧芳、邱皓政 (2008) 的研究是少數以教師為研究對象，進行創意自我效能的影響因素研究。由此可知，創意自我效能在創造力的表現中，扮

演著關鍵性的角色。當個體面對一項具有挑戰性的任務時，是否會全力以赴，這將取決於個體對本身自我效能的評估（陳玉樹、郭銘茜，2013），因為個體自我效能的強度會決定個體是否努力面對困境。由於學生在從事創造力行為的過程中可能遭遇挫折與阻礙，需要長時間的投入，如果沒有強烈的自信心，很難維持創造力行為的展現，可見創意自我效能對於創造力行為的影響。所以，本研究合理推論，當學生創意自我效能愈高時，對於自己的創造力行為會愈具信心，也會更願意接受挑戰，以藉此展現出更具有創造力的行為。據此，本研究提出發展七為：創意自我效能對於創造力的初始狀態具有影響；假設八為：創意自我效能對於創造力的成長速率具有影響。

參、研究設計

一、研究方法

為達上述研究目的，本研究除了以文獻探討作為相關理論基礎之外，在驗證相關假設時，將使用實驗設計與問卷調查方式進行研究，而問卷調查也分為兩階段進行。

(一)創造力訓練課程的編制

本研究邀請國內於自然與生活科技學科任教的績優教師一起編製「創造力訓練課程」延伸於「自然與生活科技學科」教學的教材內容、教學方法等。而邀請教師的依據為該名教師曾在國內相關科學創造力的競賽，如曾於科展或 power tech 全國少年科技創作競賽獲獎的資深教師。而為了共同聚會的方便性，本研究一共邀請七位於臺南地區任教的國小教師。而本研究邀請的兩位資深績優教師分別為楊宜倫老師及樂仁溥老師，兩位教師的簡歷如附件一。

(二)實驗設計

本研究的目的在於企圖透過教學實驗的方式檢驗本研究所發展的創造力訓練課程延伸於自然與生活科技學科的教學模式對於學生科學創造力的影響，於過程中一共進行四次調查，以作為往後在實務教學現場推廣的依據。因此，基於不改變學校既有教學情境的原則，本實驗未採隨機抽樣隨機分派的真正實驗設計，而改採以學校現有的班級為教學單位，選取臺南市不同地區三所國民小學七個班級，進行不等組前後測實驗設計，創造力訓練課程為期 36 週，橫跨上下兩學期，並於實驗後三個月進行追蹤測驗，實驗設計模式如表 1。本實驗主要操弄的自變項為創造力訓練課程融入教學，欲觀察的依變項為學生的科學創造力。為了避免學生的先備知識與能力影響科學創造力的檢驗，本研究於實驗於教學操弄前先對所有學生進行前測，並以前測分數為共變項進行共變數分析，以排除學生的先備知識與能力對科學創造力的干擾。

表 1 實驗設計模式

組別	前測	處理	後測一	暑假	後測二	處理	後測三
實驗組	Y ₁	X ₁	Y ₃	—	Y ₅	X ₂	Y ₇
控制組	Y ₂	—	Y ₄	—	Y ₆	—	Y ₈

註：X 表示實驗組接受創造力訓練課程實驗

(三)問卷調查

為驗證研究假設，本研究進行問卷調查，並且於創造力訓練課程實施的過程中針對科學創造力的衡量一共施測四次，以了解創造力訓練課程的效果以及訓練後的遷移維持效果。除此之外，針對正向情緒及創造力傾向，為了了解其對於科學創造力成長速率的影響，也將於第一次施測時一併作調查。而領域知識因也會隨著時間而變動，所以也需要每一次均調查。需加以說明之處在於，本研究屬縱貫性調查，為了瞭解參與創造力訓練課程學生的科學創造力變動情形，特區分為參與前、參與過程中以及參與後的調查，其中參與過程中將進行三次調查，因此本研究共將進行五次調查，而第一年將調查兩次，第二年調查三次。其中，本研究調查參與後的學生科學創造力情形主要是了解創造力訓練課程的遷移維持效果，希望了解參與創造力訓練課程的學生在經過兩年的相關影響因素影響後，即使創造力訓練課程結束，其科學創造力仍可繼續發展下去，亦或是停止甚至下降的發展情形。尤其目前國內有關科學創造力的準實驗設計都在實驗結束後就停止，至多調查兩個時間點，缺乏對於結束後的維持效果探討，而本研究採用縱貫性研究所調查的五個時間點正可彌補過去研究的缺口。所以在本計劃預定兩年的調查時程，第一次約在 104 年的二月初，目的在調查參與實驗前學生的科學創造力表現；第二次約在 104 年的六月底，也就是在 18 週的創造力訓練課程實驗結束後；第三次則在 104 年的九月初，目的在了解學生經過一個暑假，並無任何創造力訓練課程介入的情況之下，其科學創造力的表現情形為何；第四次約在 105 年的一月底，也就是在第二次 18 週的創造力訓練課程實驗結束後，目的在觀察創造力訓練過程中學生的科學創造力變動情形，學生科學創造力的變動情形。但須特別說明的是，此為預定調查的時程，因為如本研究前述，就階層線性模式而言，對每個個人所進行的觀察次數，以及各次觀察之間的間隔時間，都可以有所不同。亦即，時間點的變項可以是連續變數的，而不一定非要是固定的時間點不可，所以在調查的確切時間點上可依據受試的教師彈性變動。除此之外，本研究的四波調查除了實驗組的學生須接受評量之外，對照組的學生也將一併接受評量。

(四)研習方式

本研究於四次問卷填答之間安排四次的教師創造力教學工作坊，每學期兩次，此為系列分散式研習，每次研習時間為半天，屬於短期研習，並且聘請具有創造力教學專長之講師進行相關課程訓練與分享，講師群多具有豐富的科展指導經驗，且講師也是國內創意教師培訓種子教師，甚或是國小資優班的資深教師。

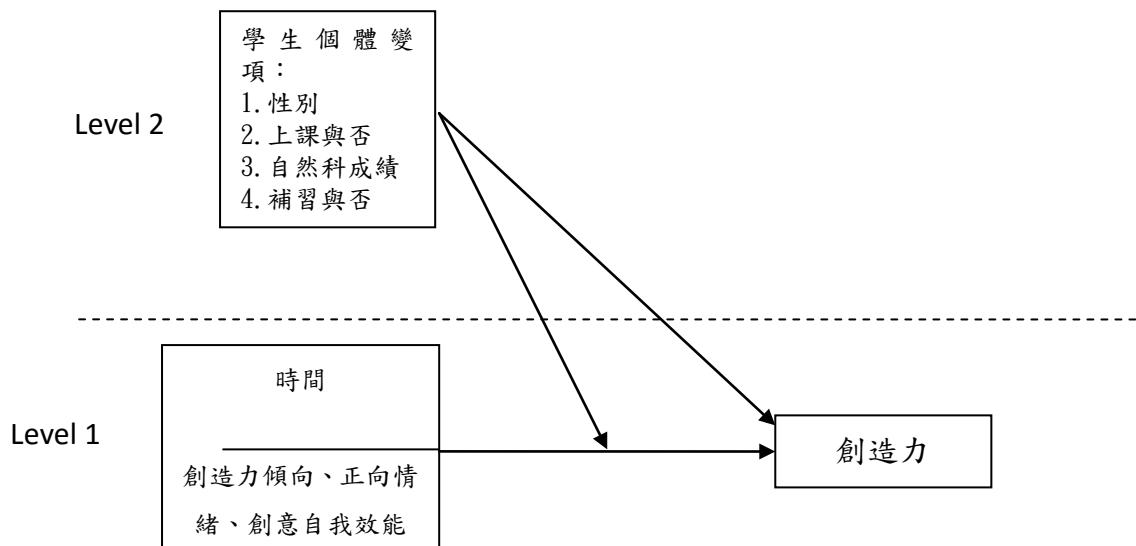
在研習方式上，本研究採行「教授創造力領域知識」與「演練創造力激盪技術」之策略。而研習的內容就是五年級下學期級六年級上學期的自然科課程。其中，第一年已經完成兩次研習，教師們所討論的內容為五年級下學期的「水溶液的酸鹼度」以及「摩擦力」兩個單元。而第二年的研習內容則為六年級上學期的「第二單元：熱與我們的生活~節能減碳大作戰」以及「第四單元：電與磁的奇妙世界~電磁車快跑」。在「教授創造力領域知識」上，研究者大多支持學習創造力領域知識有助於個體創造力的提升(Amabile, 1996; Nickerson, 1999)，因此在本課程中，每次皆教授創造力相關知識及融入創意元素的自然科領域知識，課程內容包含：創造力典範、創造力實驗研究、創造力個案研究、創造力發展、創造力與知識、創造力與智力、提升創造力等主題。其次，在「演練創造力激盪技術」上，學者們認為學習創造力激盪技術有助於個體增加思考量、打破既有心智模式、增加新奇想法以及提高思考的品質等(Nickerson, 1999)。本研習以活動設計的方式來演練創造力激盪術，透過小組創造力激盪術活動設計及分組操練，反覆練習這些技術以精熟教師對創造思考技術的掌握。此外，Cropley(2001)認為，在創意思考教學的過程中，合作的、整合性的教學風格，將有助於教師學習。因此，在具體的研習進行方式上，無論活動設計、討論或創意技能之操練，皆以團體互動參與的方式進行，強調共同參與的原則。

二、研究對象

教師方面，本研究邀請實驗組教師 7 位，對照組教師 7 位，其中實驗組教師為接受研究者於去年度國科會計畫執行中創意教學工作坊培訓後，有意願實際執行創意教學，將創造力訓練課程融入於「自然與生活科技」此一學科的教師，而教師教授的全班學生皆為本研究的對象，所以參與的學生為實驗組：157 位；以及對照組：211 位。且為了共同討論時間的方便，本研究選取的學校將在臺南市 3 所不同的國民小學，分別為崇明國小(蘇老師、朱老師、陳老師)、崇學國小(尤老師、張老師)、和順國小(鍾老師、陳老師)，並且為了使得教學的 7 位教師能充分了解本研究所編制的創造力訓練課程，本研究在正式開始教學之前，委請編制課程的 2 位績優教師與實際教學的 7 位教師再進行座談，以達充分溝通，座談內容則為績優教師示範教學，並且將教材教法與七位教師溝通，也作適當的修正。最後，為了檢核實驗組教師是否確認有以創造力訓練課程進行教學，並了解實驗組與對照組教師在教學行為(教學操弄)上是否有差異，本研究分別針對 7 位教師的教學過程進行全程錄影，並參考鄭英耀、劉昆夏、張川木(2007)所發展的「教師創意思考教學檢核表」逐項檢核每位教師的教學行為。而每一位教師進行教學時，由研究助理進行觀課，而觀課紀錄如附件二。

本研究旨在透過四次施測的時間點蒐集到的資料，進行縱貫性的資料分析，透過HLM來建立學生創造力發展的成長模式，首先檢視學生創造力是否會隨時間而有不同成長趨勢，並探討創造力傾向、創意自我效能、正向情緒隨時間的共變情形，其次，分析學生的性別、上課與否、補習與否、自然科成績對創造力成

長速率的影響，研究架構如圖3所示：



註：「時間」係指本研究在兩年進行四次施測的時間點，由同一群學生分別在四次時間點的施測。「創造力傾向、正向情緒、創意自我效能」為學生隨時間變動的共變數。

三、研究工具

(一) 正向情緒量表編製

本研究所使用的正向情緒量表為自編量表，乃是研究者參考 Fredrickson(2001)以及常雅珍 (2005) 的量表為依據來進行編製，預計一共分為愉悅、自信、知足及同理心四個構面。作者初編量表的題目如：「我開心的過每一天」、「我的心情通常是愉快的」、「我看到別人受委曲時，我會去安慰他」、「我擁有的已經夠多了，應該感到滿足」、「我對自己感到自豪」，一共編制有 46 題。經 200 位學生預試樣本及探索性因素分析後，在項目分析時刪除第 37 題，第一次因素分析刪除 24、36 題，第二次因素分析時刪除第 7 題，第三次因素分析時刪除 23、26、31、32、33、34、35、39、12 題，最後共抽取 4 個因素 32 題，累積解釋變異量為 66.49%。四個因素分別命名為愉悅（共 12 題）、同理心（共 9 題）、知足（共 4 題）、以及自信（共 7 題）。信度 Cronbach's α 值分別為 .86、.83、.88、.86，總量表的 Cronbach's α 值為 .89。而正式樣本經驗證性因素分析後，卡方值為 1640.31， $p < .05$ 達顯著水準，RMSEA、GFI、AGFI、CFI、IFI 及 SRMR 分別為 .07、.94、.91、.96、.96、.04，組成信度為 .81，結果顯示本量表的整體適配度尚佳。

(二) 領域知識

本研究採用學生的期末自然與生活科技學科成績作為領域知識的衡量，同時，為了避免不同學校之間不同測驗題目所造成的測量誤差問題，所以此部分的分數本研究重新依同一學校學生之間的 T 分數計算，以做為學科知識的衡量。需補充的是，雖有學者 (Sternberg, 1996) 認為知識與創造力之間為倒 U 型的曲線關係，但因較缺乏後續研究的佐證，所以本研究將自然科成績視為層次二的變項，討論其對創造力成長速率的影響。

(三)創意自我效能量表的編製

本研究所使用的創意自我效能量表為自編量表，乃是研究者參考林碧芳與邱皓政 (2008) 所編製的「創意自我效能量表」來測量國小學生的創意自我效能程度。此量表一共有12題，分別有「當我面對新問題時，我相信我能很快聯想到很多個解決方案」、「當我在作報告時，我相信我能做出令人耳目一新的作品」、「當老師不接受我的創意成品時，我想我仍會堅持自己的理想」等等，在項目分析階段時，刪去8、11兩題負向題後，因素分析共得到一個因素，就稱為創意自我效能，共可解釋71.29%的變異量，信度Cronbach's α 值為.89。正式樣本經驗證性因素分析後，卡方值為411.38， $p < .05$ 達顯著水準，RMSEA、GFI、AGFI、CFI、IFI及SRMR分別為.04、.91、.91、.93、.93、.05，組成信度分別為.82、.84以及.87，顯示本量表的整體適配度尚佳，具有構念效度。

(四)創造力傾向量表

本研究採用的「創造力傾向量表」，係由林幸台與王木榮 (1994) 修訂 Williams(1980)所編製的威廉斯創造力測驗(Creativity Assessment Packet, CAP) 中的「創造性傾向量表」測驗。測驗內容共有 50 題，包括「冒險性」、「好奇心」、「想像力」、「挑戰性」四個向度，原量表形式設計為「非常符合」、「普通」、「非常不符合」三項，由受試者根據其實際情形在最適合的選項內勾選，但是為了避免填答者之中庸傾向，故本研究中使用 Likert 六點量表進行測量，「1」表示「非常不同意」；「2」表示「很不同意」；「3」表示「不同意」；「4」表示「同意」；「5」表示「很同意」；「6」表示「非常同意」，分數越高代表學生之創造力傾向越強烈，反向題則反向計分。另外，本研究以 Cronbach's α 值來檢驗其量表的內在一致性評估，本量表 Cronbach's α 值在「冒險性」為.723、「好奇心」為.848、「想像力」為.777、「挑戰性」為.855，總量表為.942，結果顯示本量表具良好的信度。RMSEA 值為 0.072，屬於良好的適配，表示理論模式與觀察資料有不錯的適配度，SRMR、GFI 值分別為 0.048、0.846 均未達到理想標準，可能樣本人數較低所致。在增值適配度方面，與基準模式比較而得的適配度指數 NFI、RFI、IFI、CFI 依序為 0.959、0.955、0.965、0.965，均皆大於 0.90 的理想標準，顯示本量表的理論模式與觀察資料的整體適配度良好。最後，精簡適配度 PNFI 與 PGFI 值分別為 0.888、0.738，皆大於 0.50 的標準。

(五)科學創造力測驗(四種版本)

因本研究一共要針對科學創造力進行四次測驗，為避免學生的學習及記憶效果，因此準備有四種版本的創造力測驗，而四個版本的測驗分別為林幸台與王木榮（1994）修訂 Williams（1980）所編製的威廉斯創造力測驗、葉玉珠、彭月茵、林志哲、蔡維欣、鍾素香(2008)所發展的「情境式科學創造力測驗」、洪文東（2003）的科學創造力測驗以及李明昆、洪振方(2012)的科學創造力測驗。四個測驗的目的多是在瞭解中小學學生遭遇真實情境的問題時，如何運用科學知能解決問題；因此，在作答時鼓勵受試者以自然與生活科技領域的知識為基礎，發揮其想像力與創造力。而在計分方式方面，因為四個測驗的測量指標不一，有包含流暢性、獨創性、變通性等，或是包含有用性、獨特性等。Sternberg (2000)建議，應降低流暢性、變通性的配分，增加獨創性的比重，Mayer (1999)也認為創造性產品必須具有「獨創性」和「有用性」這兩個特徵。因此，可以採用「獨創」及「有效」這兩個判準來計分，然而綜觀這四種測驗，共通的測量指標為獨創性，因此本研究以獨創性做為創造力的衡量指標。而為了解釋上的方便，本研究將每個測驗的獨創性分數分別依常模轉換成 T 分數，而葉玉珠等人(2008)在應用量表進行後續的性別與年齡差異分析時，也是建議以 T 分數的形式進行分析，所以本研究也採計 T 分數的方式來進行後續的 HLM 分析。另外，因為四個創造力測驗都是屬於開放式測驗，所以評分的訂定標準是採共識評量的方式，也就是所有答案的評分標準都是評分團隊討論後的共識。但是，每個分測驗都是由研究團隊中的三位修習過創造力理論的研究生進行評分。因此，在評分者信度的分析上，每個情境皆有三位評分者，三個情境的評分者信度 Kendall's ω 依序為 .98、.97、.98，p 值皆小於 .001，達顯著水準，具顯著相關，可之具有良好的評分者信度。

(六) 時間變項

第一波調查時間：104年2月、第二波調查時間：104年6月；第三波調查時間：104年9月；第四波調查時間：105年1月。本研究的時間變項取各組中點，並採 Raudenbush 與 Bryk (2002) 的建議將 π_{0ij} 定義為初始狀態，因此將時間以第一波調查時間進行平減，且為了確認層次一預測變項與結果之間的關係估計是無偏的，所以將層次一隨時間變動的共變數都按組平均置中(Raudenbush & Bryk, 2002)。平減後的年數分別為 0, 0.42, 0.92, 1.33。

肆、研究結果與分析

一、課程設計結果

(一) 水溶液的酸鹼性

經由所有教師討論與共識決議，五年級下學期的自然與生活科技第一次融入創造力訓練課程的單元為「水溶液的酸鹼性」，以下為該單元的教案，

學習領域	自然與生活科技	教學年級	五年級
教學單元	第三單元 水溶液的性質 活動 2 水溶液的酸鹼性	教學來源	南一版五下
教學者	欒仁溥	教學日期	2015 年 4 月 1 日
教學時間	共 3 節 120 分鐘		

教學規劃

教學目標	(一)了解各種指示劑及試紙的變色範圍及使用方法 (二)能由實驗了解不同的水溶液與各種指示劑作用後的顏色變化情形不相同，但結果是相同的 (三)能利用指示劑的顏色變化，鑑別水溶液是酸性、鹼性或中性 (四)能由實驗觀察到酸性和鹼性溶液混合後的化學反應，並進行討論及思考。 (五)能由實驗觀察到鹼性溶液中的指示劑在加入酸性溶液時顏色恰巧變色的瞬間，了解酸鹼中和的定義 (六)能將酸、鹼水溶液的特性，應用在生活中解決問題 (七)能經由實際的操作，培養科學能力及建立對自然科學的興趣與好奇心。
活動簡述	(一)利用各種不同的指示劑操作實驗，觀察其顏色的變化；分辨水溶液的酸鹼性質 (二)操作實驗觀察酸鹼水溶液加在一起時，發生的化學反應；並探討酸鹼交互作用的性質 (三)操作實驗觀察鹼性溶液中加入酸性溶液時，指示劑顏色的變化情形；了解酸鹼中和的操作型定義 (四)分組討論選出指示劑，設計酸鹼中和實驗 (五)分組討論選出幾種生活中常見的酸、鹼性水溶液，再以實驗驗證 (六)分組討論選出幾種生活中酸鹼中和的例子，並請組員上台分享 (七)敘述酸鹼中和，應用在生活中解決問題的例子
教學準備	(一)教師部分：實驗器材：調色盤、滴瓶、透明塑膠杯、鑷子、燒杯、滴管、量筒、紙巾 實驗藥品：氫氧化鈉、鹽酸、小蘇打、醋、蒸餾水、石蕊及廣用試紙；廣用、BTB、酚酞指示劑及紫色高麗菜汁 學習單、簡報 (二)學生部分：自然課本、紙、筆、彩色鉛筆、尺、橡皮擦、欲檢測的水溶液
分段能力指標	1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作。 1-3-3-1 實驗時，確認相關的變因，做操控運作。 1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。 1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。 1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。 1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果。 3-3-0-3 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實。 3-3-0-1 能由科學性的探究活動中，瞭解科學知識是經過考驗的。 6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。 6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法 7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事。

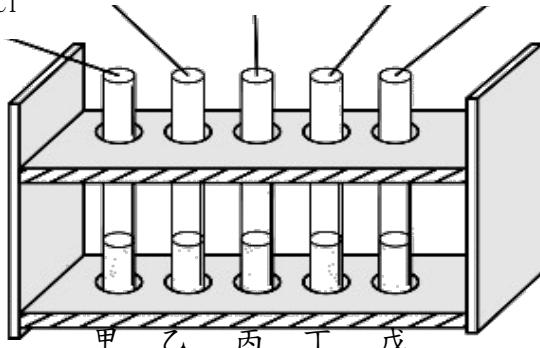
	<p>7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。</p> <p>8-3-0-2 利用多種思考的方法，思索變化事物的機能和形式。</p>								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">單元目標</th> <th style="text-align: center;">具體目標</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2-1 能利用石蕊、廣用試紙及廣用、BTB、酚酞指示劑和紫色高麗菜汁等酸鹼指示劑，鑑別水溶液是酸性、鹼性或中性溶液</td> <td> <p>2-1-1 學習各種指示劑及試紙的變色範圍及使用方法</p> <p>2-1-2 依教師提供的水溶液，能利用各種不同的指示劑及試紙檢測水溶液的性質，並提出顏色反應的分類報告。</p> <p>2-1-3 依據實驗中指示劑及試紙的顏色變化能將水溶液分類</p> <p>2-1-4 認識操作型定義，在酸性、鹼性、中性溶液的問題上做正確的分辨。</p> <p>2-1-5 發現水溶液可以分成酸性、鹼性、中性三類。</p> <p>2-1-6 設計實驗利用廣用指示劑觀察水溶液在不同酸鹼值中顏色的變化</p> </td></tr> <tr> <td>2-2 能用酸鹼指示劑作酸性和鹼性溶液的交互作用，發現混合液體趨向中性</td> <td> <p>2-2-1 能由實驗方法，觀察到酸性與鹼性水溶液混合時的化學變化，了解酸與鹼作用的性質與酸、鹼水溶液的性質完全不同</p> <p>2-2-2 由觀察推論酸、鹼水溶液混合後變為趨向中性的溶液。</p> <p>2-2-3 自行組合實作酸鹼性水溶液混合實驗，再報告觀察結果。</p> <p>2-2-4 能由實驗方法，看到酸性和鹼性水溶液混合後，使指示劑呈趨近中性的顏色反應，得知酸鹼混合的變化。</p> <p>2-2-5 設計實驗藉由指示劑顏色的變化了解酸鹼中和的定義及條件</p> </td></tr> <tr> <td>2-3 認識常用酸、鹼水溶液的特性，以了解它們在生活上的應用</td> <td> <p>2-3-1 檢測生活中的各種水溶液</p> <p>2-3-2 了解酸鹼水溶液在生活中應用時須注意的安全事項。</p> <p>2-3-3 了解生活中酸鹼中和的例子</p> </td></tr> </tbody> </table>	單元目標	具體目標	2-1 能利用石蕊、廣用試紙及廣用、BTB、酚酞指示劑和紫色高麗菜汁等酸鹼指示劑，鑑別水溶液是酸性、鹼性或中性溶液	<p>2-1-1 學習各種指示劑及試紙的變色範圍及使用方法</p> <p>2-1-2 依教師提供的水溶液，能利用各種不同的指示劑及試紙檢測水溶液的性質，並提出顏色反應的分類報告。</p> <p>2-1-3 依據實驗中指示劑及試紙的顏色變化能將水溶液分類</p> <p>2-1-4 認識操作型定義，在酸性、鹼性、中性溶液的問題上做正確的分辨。</p> <p>2-1-5 發現水溶液可以分成酸性、鹼性、中性三類。</p> <p>2-1-6 設計實驗利用廣用指示劑觀察水溶液在不同酸鹼值中顏色的變化</p>	2-2 能用酸鹼指示劑作酸性和鹼性溶液的交互作用，發現混合液體趨向中性	<p>2-2-1 能由實驗方法，觀察到酸性與鹼性水溶液混合時的化學變化，了解酸與鹼作用的性質與酸、鹼水溶液的性質完全不同</p> <p>2-2-2 由觀察推論酸、鹼水溶液混合後變為趨向中性的溶液。</p> <p>2-2-3 自行組合實作酸鹼性水溶液混合實驗，再報告觀察結果。</p> <p>2-2-4 能由實驗方法，看到酸性和鹼性水溶液混合後，使指示劑呈趨近中性的顏色反應，得知酸鹼混合的變化。</p> <p>2-2-5 設計實驗藉由指示劑顏色的變化了解酸鹼中和的定義及條件</p>	2-3 認識常用酸、鹼水溶液的特性，以了解它們在生活上的應用	<p>2-3-1 檢測生活中的各種水溶液</p> <p>2-3-2 了解酸鹼水溶液在生活中應用時須注意的安全事項。</p> <p>2-3-3 了解生活中酸鹼中和的例子</p>
單元目標	具體目標								
2-1 能利用石蕊、廣用試紙及廣用、BTB、酚酞指示劑和紫色高麗菜汁等酸鹼指示劑，鑑別水溶液是酸性、鹼性或中性溶液	<p>2-1-1 學習各種指示劑及試紙的變色範圍及使用方法</p> <p>2-1-2 依教師提供的水溶液，能利用各種不同的指示劑及試紙檢測水溶液的性質，並提出顏色反應的分類報告。</p> <p>2-1-3 依據實驗中指示劑及試紙的顏色變化能將水溶液分類</p> <p>2-1-4 認識操作型定義，在酸性、鹼性、中性溶液的問題上做正確的分辨。</p> <p>2-1-5 發現水溶液可以分成酸性、鹼性、中性三類。</p> <p>2-1-6 設計實驗利用廣用指示劑觀察水溶液在不同酸鹼值中顏色的變化</p>								
2-2 能用酸鹼指示劑作酸性和鹼性溶液的交互作用，發現混合液體趨向中性	<p>2-2-1 能由實驗方法，觀察到酸性與鹼性水溶液混合時的化學變化，了解酸與鹼作用的性質與酸、鹼水溶液的性質完全不同</p> <p>2-2-2 由觀察推論酸、鹼水溶液混合後變為趨向中性的溶液。</p> <p>2-2-3 自行組合實作酸鹼性水溶液混合實驗，再報告觀察結果。</p> <p>2-2-4 能由實驗方法，看到酸性和鹼性水溶液混合後，使指示劑呈趨近中性的顏色反應，得知酸鹼混合的變化。</p> <p>2-2-5 設計實驗藉由指示劑顏色的變化了解酸鹼中和的定義及條件</p>								
2-3 認識常用酸、鹼水溶液的特性，以了解它們在生活上的應用	<p>2-3-1 檢測生活中的各種水溶液</p> <p>2-3-2 了解酸鹼水溶液在生活中應用時須注意的安全事項。</p> <p>2-3-3 了解生活中酸鹼中和的例子</p>								

2-3-4

如何把酸鹼中和應用在生活中解決問題

2-3-5

設計實驗證明酸鹼中和的應用在生活中的意義

具體目標	教學活動	說明	資源	評量
	<p style="text-align: center;">壹：準備活動</p> <p>一、酸鹼性待測溶液配製：</p> <p>4mL 水 + 1mL 3M HCl 5mL 水 + 1 滴甲 5mL 水 5mL 水 + 1 滴戊 4mL 水 + 1mL 3M NaOH</p>  <p>二、將配製好的藥品分別裝入滴瓶中並貼上標籤</p> <p>三、將廣用、BTB、酚酞指示劑及紫色高麗菜汁分別裝入滴瓶中並貼上標籤</p> <p>四、將石蕊試紙(紅、藍)、廣用試紙各 10 張裝入夾鏈袋中</p> <p>五、將調色盤、鑷子及步驟二、三、四的藥品及指示劑放在塑膠盤中</p> <p>六、上課時將塑膠盤分給每一組準備實驗</p> <p style="text-align: center;">貳：發展活動</p> <p>【實驗一】利用石蕊試紙檢測水溶液的酸鹼性</p> <p>將甲、乙、丙、丁、戊五種水溶液分別滴在紅色石蕊試紙及藍色石蕊試紙的上端，觀察並記錄試紙的顏色變化情形。</p>  <p>【實驗二】利用廣用試紙檢測水溶液的酸鹼性</p> <p>將甲、乙、丙、丁、戊五種水溶液分別滴在廣用試紙的上端，觀察並記錄的顏色變化情形並對照色碼表查出其對應的 PH 值。</p>	教師準備	實驗室器材、藥品、簡報	
2-1-1		*		* 能認真參與操作實驗
2-1-2		教師利用簡報		* 能積極回答問題
2-1-3		說明實驗原理		* 能認真把實驗結果記錄下來
2-1-4		步驟及注意事項		
2-1-5				
2-1-1				
2-1-2				
2-1-3				

2-1-4
2-1-5



* 教師 實驗室 * 能認真參與操作實驗
巡視 器材、藥品、
並指 電腦、
導學 單槍、
生進 簡報
行實 驗。



* 能認真把實驗結果記錄下來
* *

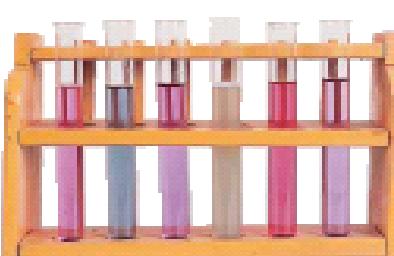
【實驗三】利用 BTB 指示劑檢測水溶液的酸鹼性

2-1-1 將 BTB 指示劑分別滴入甲、乙、丙、丁、戊五種水溶液中，觀察並記錄水溶液的顏色變化情形

2-1-2
2-1-3
2-1-4
2-1-5



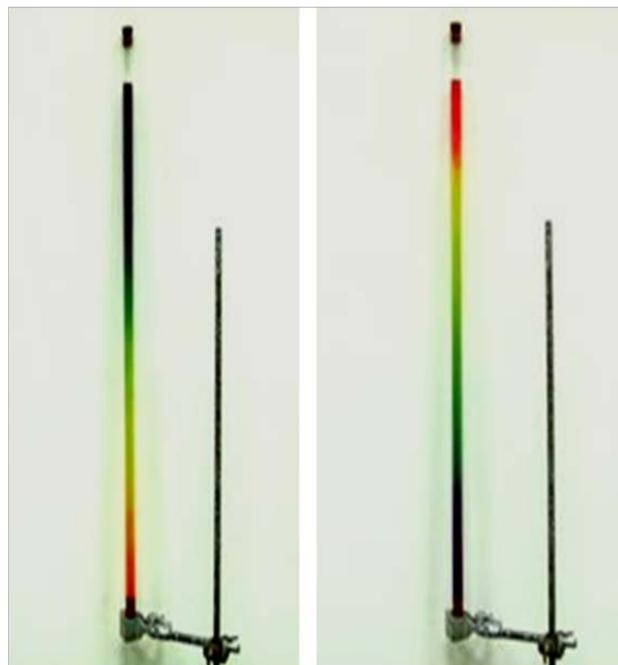
* 能認真參與操作實驗
* 能積極回答問題
* 能認真把實驗結果記錄下來
*

2-1-1	【實驗四】利用酚酞指示劑檢測水溶液的酸鹼性		*	
2-1-2	將酚酞指示劑分別滴入甲、乙、丙、丁、戊五種水溶液中，觀察並記錄水溶液的顏色變化情形		*	
2-1-3			能認真參與操作實驗	
2-1-4			*	
2-1-5			能積極回答問題	
			能認真把實驗結果記錄下來	
			*	
	【實驗五】自製指示劑檢測水溶液的酸鹼性		*	
2-1-1	分別在試管中，滴入等量的紫色高麗菜汁，觀察並記錄水溶液的顏色變化。		能認真參與操作實驗	
2-1-2			*	
2-1-3			能積極回答問題	
2-1-4			能認真把實驗結果記錄下來	
2-1-5			能認真把實驗結果記錄下來	
				
	請學生查一查資料，還有哪些植物的汁液可以檢驗水溶液的酸鹼性呢？			

2-1-6

【示範實驗】酸鹼彩虹玻璃管

- (1) 取一支透明玻璃管，下端先以橡皮塞塞住。
- (2) 從上端開口處注入廣用指示劑水溶液，注入高度距離管口約 3 公分
- (3) 然後從端開口處滴入 0.1 M HCl，觀察滴入酸液前後的顏色變化
- (4) 以橡皮塞塞住上端的管口，翻轉玻璃管 180 度，使其上下顛倒，觀察顏色變化
- (5) 打開上端（原本在下端）橡皮塞，滴入相同量的 0.1 M NaOH 溶液，觀察滴入鹼液前後的顏色變化
- (6) 重新用橡皮塞蓋緊管口，雙手的手指壓住玻璃管兩端的橡皮塞，再次翻轉玻璃管數次，觀察在整支玻璃管中的顏色
- (7) 請學生預測玻璃管需要翻轉多少次，才能使溶液完全混合均勻，而恢復原本的綠色。



參：綜合活動

一、水溶液可分成酸性、鹼性、中性三大類，其判斷方法如下：

(一) 石蕊試紙

- 鹼性水溶液：使紅色石蕊試紙變藍；藍色石蕊試紙不變色。
- 酸性水溶液：使藍色石蕊試紙變紅；紅色石蕊試紙不變色。
- 中性水溶液：紅色石蕊試紙、藍色石蕊試紙都不會變色。

(二) 廣用試紙

- 鹼性水溶液：藍(弱鹼)、靛、紫(強鹼)

* 教師
示範
實驗
激發
學生
創造
思考
的能力

* 實驗室
器材、
藥品、
電腦、
單槍、
簡報

* 能積極回答問題
能將實驗結果記錄在學習單歸納整理

• 酸性水溶液：紅(強酸)、橙、黃(弱酸)

• 中性水溶液：綠

(三) BTB 指示劑：

• 鹼性水溶液：藍色

• 酸性水溶液：黃色

• 中性水溶液：藍綠色

(四) 酚酞指示劑：

• 鹼性水溶液：紅色

• 酸性水溶液：無色

• 中性水溶液：無色

(五) 紫色高麗菜汁：

• 遇到酸性水溶液，會反映出紅色系的顏色；

• 遇到鹼性溶液，會反映出藍綠色系的顏色；

• 遇到中性水溶液，不變色。

二、酸鹼性質表示法

在化學上常用酸見值表示水溶液的酸鹼性強弱，

■ pH 值 < 7 是酸性溶液，

■ pH = 7 的是中性溶液，

■ pH 值 > 7 的是鹼性溶液。

■ pH 值越小表示酸性越強，

■ pH 值越大表示鹼性越強。

* * 第一節課結束 * *

* * 第二節課開始 * *

壹：準備活動

一、複習舊經驗：

教師對指示劑顏色的變化與水溶液酸鹼性的判斷統整與複習

二、把準備好的實驗器材與藥品分給每一組

2-2-1

貳：發展活動

2-2-2

一、酸鹼水溶液加在一起時的化學反應

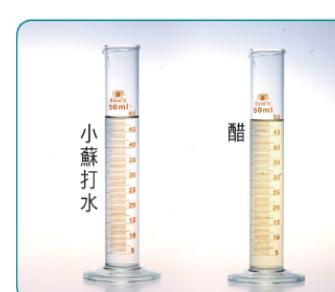
【實驗一】小蘇打水和醋的實驗

1. 用燒杯裝適量的小蘇打水和醋



2. 用量筒量取等量的小蘇打水和醋

用溫度計測初溫並記錄下來。



3. 將兩溶液混合後再測末溫並記錄下

*	能說出前一堂課所教授的內容。
*	實驗室器材、藥品、電腦、單槍、簡報。
*	能認真參與操作實驗。
*	能積極回答問題。
*	能認真把

第二單元為摩擦力，以下為教案

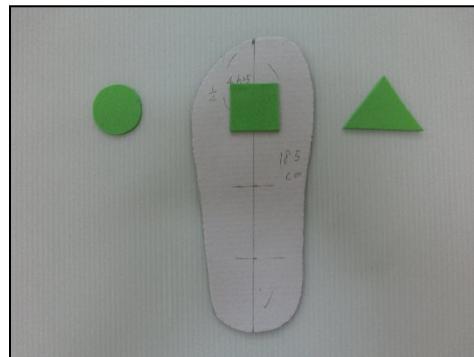
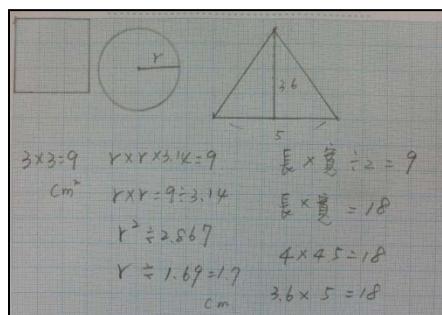
創造力訓練課程教案~摩擦力

學習領域	自然與生活科技	教學年級	五年級
教學單元	第四單元 力與運動 活動 2 摩擦力	教學來源	南一版五下
教學者	楊宜倫	教學日期	2015 年 5 月 6 日
教學時間	共 3 節 120 分鐘		
教學規劃			
教學目標	(一)了解摩擦力的定義。 (二)能藉由討論找出影響摩擦力大小的因素。 (三)能透過實驗改變變因，進行摩擦力的研究。 (四)能培養科學研究的精神與態度。 (五)能發揮創意，設計最具摩擦力的理想鞋子。		
活動範述	(一)引導學生發現生活中的摩擦力在哪裡。 (二)透過討論理解摩擦力的定義。 (三)運用心智地圖討論影響摩擦力大小的因素有哪些。 (四)透過實驗，改變不同變因，進行摩擦力的探究 (五)引導學生歸納結果，發揮創意，設計一款最具摩擦力的理想鞋子。		
教學準備	(一)教師部分：實驗器材：瓦楞紙、硬紙板、泡棉彩麗皮、方格紙、豆豆貼、大塊光滑板子、長尺 學習單、簡報 (二)學生部分：自然課本、筆		
分段能力指标	1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作。 1-3-3-1 實驗時，確認相關的變因，做操控運作。 1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。 1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。 1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。 1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果。 3-3-0-3 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實。 3-3-0-1 能由科學性的探究活動中，瞭解科學知識是經過考驗的。 6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。 6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法。 7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事。 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。		

	8-3-0-2 利用多種思考的方法，思索變化事物的機能和形式。			
具體目標	教學活動	說明	資源	評量
(一)了解摩擦力的定義	<p style="text-align: center;">壹：準備活動</p> <p>一、心智地圖電腦軟體的安裝。 二、事先以方格紙剪好實驗器材的模型。 三、準備好每組實驗的材料，包括：瓦楞紙、硬紙板、泡棉彩 麗皮、方格紙、豆豆貼、大塊光滑板子、長尺。</p> <p style="text-align: center;">貳：發展活動</p> <p>【活動一】了解摩擦力的定義並發現生活中摩擦力的所在。</p> <p>1.複習課本所學的摩擦力內容，並詢問學生：「你認為摩擦力究竟是什麼？怎麼為它下定義呢？」 引導學生說出：「摩擦力是存在於兩接觸面間一種阻止物體運動的作用力，摩擦力與運動物體所受的推力大小相等、方向相反。」</p> <p>2.老師提示：「生活中很多地方都有摩擦力的存在。你能不能舉例說出來？」 (原子筆的握筆處、車子的輪胎、鞋底的紋路……)</p> <p>【活動二】發現腳底的秘密</p> <p>1.請學生把運動鞋拿起來，觀察鞋底的紋路是什麼樣子，並把大致的形狀畫下來。</p> <p>2.老師詢問：「因為鞋底有摩擦力，我們走路才不容易滑倒。經過觀察你有沒有發現，大家鞋底的紋路，是不是樣子都不太一樣呢？你認為哪一種最具摩擦力？」讓孩子發表討論，最後強調，如果沒有實驗的驗證，這些答案可能都只是一種猜測，引導孩子進行以下的活動。</p> <p>【活動三】製鞋達人大挑戰</p> <p>1.老師詢問：「想像自己是 NIKE 公司的運動鞋設計師，現在老闆要你設計一款最具抓地力的鞋子，你認為要怎麼設計比較好呢？」</p> <p>2.老師再問：「你認為哪些因素會影響摩擦力的大小？」並運用心智地圖軟體，引導孩子說出影響摩擦力大小的因素。(紋路的方向、紋路的形狀、紋路</p>	教師 準備 教師 利用 課本 複習 內容	電子白 板、實 驗材料 課本 鞋子 學習單 筆	學生能踊 躍說出答 案 學生能仔 細觀察並 比較分析 學生能經 過思考， 踊躍說出 答案 電子白 板、心 智地圖
2-1-1				
2-1-2				
2-2-1				
2-2-2				
2-3-1				
2-3-2				

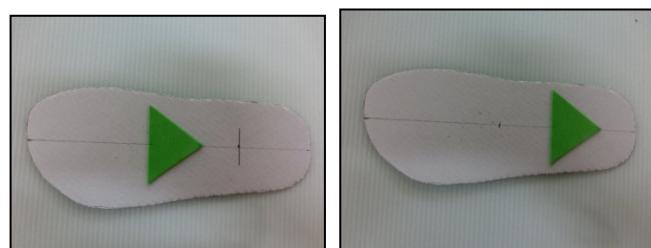
		<p style="text-align: center;">的大小、紋路的位置……等)</p> <p style="text-align: center;">＊＊第一節課結束＊＊</p> <p style="text-align: center;">＊＊第二節課開始＊＊</p>		
2-3-3	<p>3.請學生依據以上討論出來的因素，改變變因進行科學探究實驗。</p> <p>(1)改變紋路方向：以方格紙事先畫成模板，並以鉛筆描在瓦楞紙的背面，以剪刀剪下來。改變不同的紋路方向，再用同樣的方法裁出三個大小相同、紋路方向不同的實驗材料，放置在光滑的斜坡上(請做記號，每次都要對準位置)，慢慢抬高板子，觀察紀錄鞋子底板開始下滑的高度。(越高的角度代表摩擦力越大。)</p>	<p>教師示範</p> <p>實驗過程</p> <p>實驗過程，叮嚀學生務必控制好變因</p>	<p>實驗材料與設備</p> <p>學生能仔細做實驗，並做確實的觀察與記錄。</p>	
2-3-4	<p>(2)改變紋路形狀：以方格紙事先畫出面積一樣，形狀不一樣的模板，並以泡棉彩麗皮剪下三個實驗</p>			

材料。重複前面的方式進行實驗並觀察記錄。(三角形可做正三角與倒三角形不同方向的實驗，做為第四種形狀的比較。)



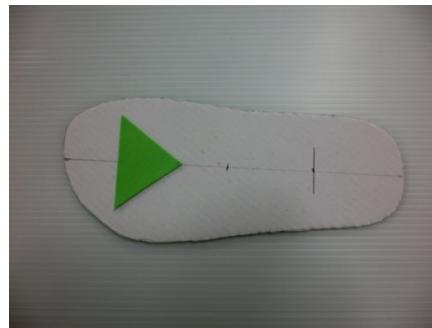
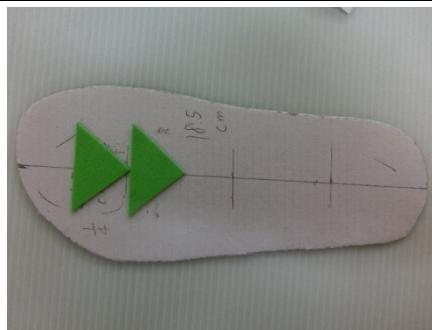
2-3-5

(3)改變紋路位置：將前面實驗中最佳的結果，放在鞋底的不同位置上，重複前面實驗觀察記錄。
(前四分之一處、中間、後四分之一處)



2-3-6

(4)改變紋路多寡：以方格紙事先畫出面積一樣，大小不一樣的模板，並以泡棉彩麗皮剪下實驗的材料。重複前面的方式進行實驗並觀察記錄。(兩個小三角形也可以放在不同位置來加以比較。)



* * 第二節課結束 * *

* * 第三節課開始 * *

參：綜合活動

一、歸納實驗結果，請孩子說出以上實驗的最佳條件。

二、名詞認識：老師提示學生

(1)在我們的實驗中，一開始鞋子並沒有移動的情形，

在這個時候的摩擦力，我們叫它：靜摩擦力

(2)慢慢的，角度越來越高，我們發現鞋子開始移動了，

當物品開始移動的這一刻，產生的摩擦力叫：
最大靜摩擦力

(3)當物品開始移動後，所產生的摩擦力就叫：

動摩擦力。

(4)動摩擦力會比最大靜摩擦力來得小，可能的原因

是：物品移動時與接觸面的密合程度，比靜止不動
時來得小。

三、運用以上的條件，你能不能設計出最具摩擦力的鞋底呢？

請學生發揮創意，根據實驗結果來做設計。

教師

引導

孩子

為前

面的

實驗

下結

論，並

分析

關於

摩擦

力的

名詞

教師

鼓勵

學生

勇於

嘗試

創作

學習單

學生能經

過思考，

踴躍說出

答案，並

仔細聆

聽。

學習單

學生能根

據實驗結

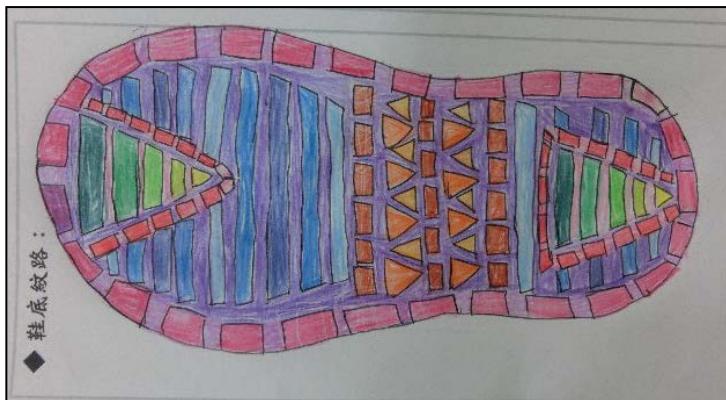
果，用心

地發揮創

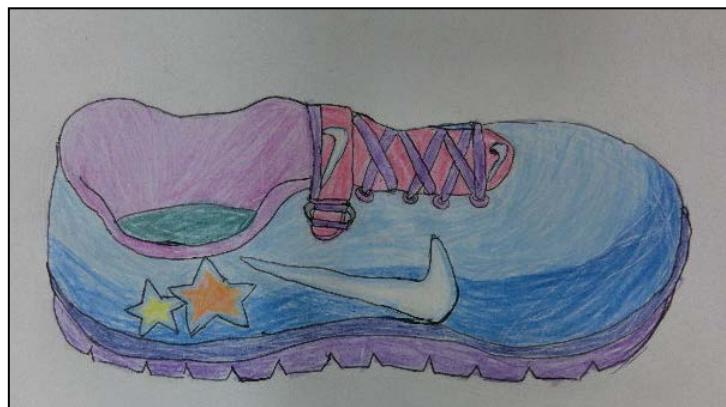
意，並具

體畫出圖

案。



四、請發揮創意，也設計這雙鞋子的樣式，讓自己成為一個最棒的製鞋達人！



* * 第三節課結束 * *

第三單元為節能減碳大作戰

創造力訓練課程教案~節能減碳大作戰

學習領域	自然與生活科技	教學年級	六年級		
教學單元	第二單元 热和我們的生活 活動 3 炎熱地區的房屋建築	教學來源	南一版六上		
教學者	楊宜倫	教學日期	2015 年 10 月 21 日		
教學時間	共 3 節 120 分鐘	教學規劃			
教學目標					
教	(一)了解綠建築的定義與影響因素				
學	(二)能透過實驗改變變因，進行通風實驗的研究。				
目	(四)能培養科學研究的精神與態度。				
標	(五)能發揮創意，設計理想的綠建築藍圖。				
活動 簡述	(一)引導學生探討影響室內通風的因素。				
	(二)透過實驗，改變不同變因，進行室內通風的探究 (三)引導學生歸納結果，發揮創意，設計理想的綠建築藍圖。				
教學 準備	(一)教師部分：實驗器材：紙箱、美工刀、溫度計、膠帶、檯燈、長尺 學習單、簡報				
	(二)學生部分：自然課本、筆				
分	1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作。				
段	1-3-3-1 實驗時，確認相關的變因，做操控運作。				
能	1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。				
力	1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。				
指	1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。				
標	1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果。 3-3-0-3 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實。 3-3-0-1 能由科學性的探究活動中，瞭解科學知識是經過考驗的。 6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。 6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法 7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事。 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。 8-3-0-2 利用多種思考的方法，思索變化事物的機能和形式。				
具體目標		教學活動	說明	資源	評量
(一)了解綠建築的定義與影響因素		壹：準備活動 一、心智地圖電腦軟體的安裝。			

	<p>二、事先以紙箱做好房屋的模型。</p>		
2-1-1	<p>貳：發展活動</p> <p>【活動一】了解綠建築的定義與影響因素。</p> <p>1.說明近年來，地球暖化的問題越來越嚴重了，很多現象告訴我們，如果沒有環保意識，地球溫度會越來越高，海平面會越來越上升，人們以後可能會遇到前所未有的威脅與災難，因此如何不再傷害地球是很重要的一件事。</p> <p>為了落實節能減碳，除了日常生活中保護地球的種種措施外，如何設計一個環保節能的綠色建築，也是愛護地球的一大目標與方向。</p>		學生能踴躍說出答案
2-1-2	<p>2.老師提示：「課本裡面有提到綠建築具備的條件。你能不能說出有哪些？」</p> <p>3.請學生運用心智圖將綠建築的條件寫出來。</p>		學生能仔細觀察並比較分析
2-2-1			學生能經過思考，踴躍說出答案
2-2-2	<p>【活動二】針對通風問題做實驗探討</p> <p>1.老師說明，以上綠建築的條件中，就我們的能力來說，大概只能進行有關通風的相關研究。你認為哪些因素會影響屋內的通風情形呢？ (開窗大小、開窗位置、屋頂通風.....)</p> <p style="text-align: center;">* * 第一節課結束 * *</p> <p style="text-align: center;">* * 第二節課開始 * *</p>		
2-3-1	<p>3.請學生依據以上討論出來的因素，改變變因進行科學探究實驗。(老師解釋操縱變因、控制變因、應變壁因的定義。)</p>		學生能仔細做實驗，並做

2-3-2	<p>(1) 一面牆只開一扇窗，觀察升溫與降溫的情形。</p> <p>(2) 一面牆不只開一扇窗，觀察升溫與降溫的情形。</p> <p>(3) 兩面牆不只開一扇窗，觀察升溫與降溫的情形。</p> <p style="text-align: center;">＊＊第二節課結束＊＊</p> <p style="text-align: center;">＊＊第三節課開始＊＊</p> <p>(4) 改變屋頂開天窗的大小，觀察升溫的情形。</p> <p>(5) 開天窗後加裝屋頂，觀察升溫一度所需的時間。</p>		確實的觀察與記錄。
2-3-3	<p>一、歸納實驗結果，請孩子說出以上實驗的最佳條件。</p> <p>二、運用以上的條件，再結合之前討論的綠建築要素，你能不能設計出心目中理想綠建築的藍圖？</p> <p style="text-align: center;">＊＊第三節課結束＊＊</p>		學生能經過思考，踴躍說出答案，並仔細聆聽。 學生能根據實驗結果，用心地發揮創意，並具體畫出設計圖。

第四單元為電磁車快跑，以下為教案

創造力訓練課程教案~電磁車快跑

學習領域	自然與生活科技	教學年級	六年級		
教學單元	第四單元 電與磁的奇妙世界 活動 2 生活中的電磁鐵	教學來源	南一版六上		
教學者	莊婷媗	教學日期	2015 年 12 月 02 日		
教學時間	共 5 節 200 分鐘	教學規劃			
教學目標					
教	(一)了解各種變因的定義				
學	(二)透過科學史，了解電磁學的演進				
目	(三)能透過實驗改變變因，進行電磁車快跑的研究。				
標	(四)能學以致用，找出電磁車會跑的秘密。				
活	(一) 透過廣告引導學生了解各種變因的定義。				
動	(二) 從科學史談電與磁。				
簡	(二)透過實驗，改變不同變因，進行電磁車行走原理及速度的探究				
述	(三)引導學生思考所學，運用在解決問題上。				
教					
學	(一)教師部分：實驗器材：水管螺旋線圈、學習單、簡報				
準	(二)學生部分：電池、強力磁鐵、裸銅線、筆、學習單				
備					
分	1-3-1-1 能依規劃的實驗步驟來執行操作。				
段	1-3-3-1 實驗時，確認相關的變因，做操控運作。				
能	1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。				
力	1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。				
指	1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。				
標	1-3-5-3 清楚的傳述科學探究的過程和結果。 3-3-0-3 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實。 3-3-0-1 能由科學性的探究活動中，瞭解科學知識是經過考驗的。 6-3-2-1 察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果。 6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法 7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測可能發生的事。 7-3-0-2 把學習到的科學知識和技能應用於生活中。 8-3-0-2 利用多種思考的方法，思索變化事物的機能和形式。				
具體目標		教學活動	說明	教材	評量
(一)了解各種變因的定義		壹：準備活動 一、下載全聯廣告-洗髮精篇及米果篇。		全聯廣	

	二、事先準備好水管螺旋線圈。		告	
2-1-1	<p style="text-align: center;">貳：發展活動</p> <p>【活動一】變因的教學：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 全聯廣告—洗髮精篇 2. 針對廣告中各種變因的深入探討 3. 變因的運用與理解—全聯廣告-米果篇 <p style="text-align: center;">* * 第一節課結束 * *</p> <p>【活動二】從科學史談電與磁：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 電磁學之父--厄斯特的生平事蹟 2. 電流磁效應原理的介紹 3. 長直導線周圍產生磁場原理與現象的探討 4. 螺旋線圈兩端磁場的原理與現象的探討 5. 電學之父—法拉第的故事 <p style="text-align: center;">* * 第二、三節課結束 * *</p> <p>【活動三】電磁車快跑：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請學生依據影片上的說明，試著讓電磁車跑動 2. 實驗、討論並回答學習單上的問題 3. 試著討論並研究讓電磁車跑更快的方法 <p style="text-align: center;">* * 第四、五節課結束 * *</p> <p style="text-align: center;">參：綜合活動</p> <p>一、根據學習單問題，各組發表研究結果。</p> <p>二、運用所學的電磁學概念，找出電磁車行進的秘密，並探討電磁車快速行進的方法。</p>	廣告 學習單	學生能仔細觀察並分析各項變因	
(二)透過科學史，了解電磁學的演進		ppt 自製教具	學生透過科學史更加明白電與磁的關聯	
(三)能透過實驗改變變因，進行電磁車快跑的研究。		影片 電磁車 材料	學生能仔細做實驗，並找出方法與討論學習單上的問題。	
(四)能學以致用，找出電磁車會跑的秘密。			學生能根據實驗結果，找出答案。	

二、課室觀課結果

在為期兩學期的四個單元教學中，針對實驗組的七個班級，研究團隊的助理至少觀課一次，以避免對教學的教師造成困擾。在八次的觀課紀錄中，研究團隊發現，老師多能依照提供的教案進行教學，配合實際教學情形，讓學生事先對實驗進行假設，實驗過後再分組討論，並記錄實驗結果。採各組討論出寫在習作上的因素後再進行實驗，雖然花費時間較長，但每組實驗結果不同，產生答案能更多面向，讓學生進行討論與分析。而在學生的反應方面，學生創造力的產生，對於動手做的實驗非常感興趣，就在好奇心的驅使，觀課期間，發現很多學生喜歡自己動手操作，猜想結果是否跟自己假設相同，促進學生增強對周遭事物的敏銳觀察力。而且學生對於各單元的興趣濃厚，因為已有先前幾堂課的先備知識，在實驗之前，也都能對於結果大膽假設，再透過實驗，並仔細求證，也都也符合教案中的教學內容和目標，展現學生獨立思考的能力。由此可知，本研究所設計的課程卻時能引起學生的學習興趣及增進課堂中的討論與學習氣氛。而八次的觀課紀錄則如附件一所示。

三、階層線性模式分析結果

下表1為全體學生、實驗組學生以及對照組學生在各變項四個波次調查的平均數及標準差。由表1可以發現，全體學生及實驗組學生的獨創性大致上呈現先微幅下降後再上升的曲線發展趨勢，而對照組學生則是呈現線性下降的發展趨勢。

表1 各變項四個波次調查的平均數及標準差

		全體學生(n=369)		實驗組(n=160)		對照組(n=209)	
		平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
獨創性	W1	49.74	20.33	49.17	29.65	50.19	7.71
	W2	46.86	6.09	47.11	5.42	46.67	6.57
	W3	46.94	7.65	51.87	6.54	43.16	6.15
	W4	47.34	10.98	56.73	8.02	40.16	6.68
愉悅	W1	4.83	0.94	4.71	0.96	4.93	0.93
	W2	4.77	0.81	4.66	0.95	4.86	6.57
	W3	4.95	1.04	4.77	1.05	5.08	1.02
	W4	4.92	1.06	4.79	0.95	5.02	1.13
同理心	W1	4.68	0.91	4.58	0.94	4.75	0.89
	W2	4.64	0.80	4.64	0.94	4.64	0.67
	W3	4.74	1.01	4.66	0.99	4.81	1.01
	W4	4.80	1.05	4.68	1.04	4.89	1.06
知足	W1	2.41	1.33	2.43	1.22	2.39	1.42
	W2	2.34	1.01	2.44	1.21	2.27	0.82
	W3	2.12	1.25	2.23	1.28	2.03	1.22

	W4	2.21	1.36	2.31	1.30	2.14	1.40
自信	W1	4.29	1.03	4.17	1.08	4.39	0.98
	W2	4.36	0.83	4.29	0.97	4.41	0.70
	W3	4.42	1.12	4.32	1.18	4.49	1.07
	W4	4.44	1.13	4.36	1.10	4.50	1.16
創意思考策略	W1	4.48	0.72	4.01	0.58	4.84	0.61
	W2	4.40	0.53	4.28	0.51	4.49	0.52
	W3	4.41	0.60	4.64	0.57	4.24	0.56
	W4	5.83	0.64	5.33	1.00	5.21	0.59
創意成品信念	W1	4.36	0.82	3.83	0.66	4.78	0.67
	W2	5.25	0.89	4.14	0.59	4.11	0.58
	W3	4.31	0.62	4.54	0.64	4.13	0.54
	W4	5.54	0.61	4.79	0.65	3.82	0.63
抗衡負面評價	W1	4.50	0.76	4.01	0.67	4.88	0.60
	W2	4.38	0.52	4.31	0.60	4.45	0.45
	W3	4.55	0.71	5.02	0.42	4.20	0.50
	W4	4.45	0.84	5.14	0.62	3.92	0.57
冒險性	W1	4.32	0.55	3.92	0.46	4.62	0.41
	W2	4.23	0.32	4.13	0.35	4.31	0.27
	W3	4.22	0.42	4.40	0.45	4.08	0.35
	W4	4.20	0.64	4.74	0.45	3.78	0.43
好奇心	W1	4.60	0.69	4.10	0.56	4.98	0.51
	W2	4.54	0.43	4.38	0.47	4.67	0.36
	W3	4.53	0.48	4.73	0.50	4.34	0.41
	W4	4.49	0.75	5.09	0.60	4.03	0.49
想像力	W1	4.36	0.71	3.88	0.63	4.73	0.52
	W2	4.24	0.38	4.12	0.41	4.33	0.34
	W3	4.25	0.47	4.44	0.50	4.10	0.39
	W4	4.32	1.61	4.84	0.51	3.92	1.01
挑戰性	W1	4.45	0.67	3.96	0.47	4.82	0.54
	W2	4.37	0.40	4.22	0.41	4.48	0.34
	W3	4.33	0.45	4.54	0.48	4.18	0.35
	W4	4.45	1.08	4.95	0.50	4.07	1.67

(一) 虛無模式

在進行 HLM 成長模式分析前，首先需進行虛無模式，來檢測資料中來自個體間的變異成份是否顯著，若為顯著，則表示組間的效果不容忽視，有必要進行

階層線性模式的分析。本研究的虛無模式如下所示：

$$Y_{ti} = \pi_{0i} + e_{ti}$$

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + \gamma_{0i}$$

其中 $i=1, \dots, n$ 為學生個體； Y_{ti} 為對個體 i 於第 t 年數所測量的創造力； π_{0i} 為截距，即個體 i 的創造力平均數； e_{ti} 為層次一的隨機誤差，假定其為獨立且服從於變異數為相同 σ^2 的常態分配； β_{00} 為學生創造力在四個時間點的總平均數； γ_{0i} 為隨機效果，即個人的獨有的誤差。

表 2 學生創造力虛無模式比較分析摘要表

組別	全體學生			實驗組學生			對照組學生		
	係數	標準誤	<i>t</i> 值	係數	標準誤	<i>t</i> 值	係數	標準誤	<i>t</i> 值
創造力初始									
狀態(π_{0i})									
截距(β_{00})	47.72	0.42	112.84*	51.20	0.75	67.93*	45.10	0.42	106.28
隨機效果									
變異數	χ^2	<i>p</i>		變異數	χ^2	<i>p</i>	變異數	χ^2	<i>p</i>
初始狀況(r_{0i})	35.12	786.60	.000	23.61	207.53	.002	28.72	952.23	.000
層一誤差(e_{ti})	123.51			252.83			32.09		

* $p < .05$

虛無模式分析結果，若不分實驗組與對照組的全體學生來看，層次一（個體內）的變異量為 123.51，層次二（個體間）的變異量為 35.12 ($\chi^2=786.60, df=368, p < .05$)，達顯著水準，滿足階層線性模式之成長模式分析依變項的個體內與個體間變異成份必須存在的要求。且經由計算的組內相關係數為 0.2214，表示在有參展的學生科技創造力的全體變異量中，個體間的變異量約占 22.14%，而個體內重複測量的變異量約占 77.86%。

在實驗組學生部分，層次一（個體內）的變異量為 252.83，層次二（個體間）的變異量為 23.61 ($\chi^2=207.53, df=151, p < .05$)，達顯著水準，滿足階層線性模式之成長模式分析依變項的個體內與個體間變異成份必須存在的要求。且經由計算的組內相關係數為 0.0854，表示在實驗組學生創造力的全體變異量中，個體間的變異量約占 8.54%，而個體內重複測量的變異量約占 91.46%。

而在對照組學生部分，層次一（個體內）的變異量為 32.09，層次二（個體間）的變異量為 28.72 ($\chi^2=925.23, df=202, p < .05$)，達顯著水準，滿足階層線性模式之成長模式分析，依變項的個體內與個體間變異成份必須存在的要求。且經由計算的組內相關係數為 0.4723，表示在對照組學生創造力的全體變異量中，個體間的變異量約占 47.23%，而個體內重複測量的變異量約占 52.77%。

由虛無模式分析得知，無論是全體、實驗組或對照組學生的創造力上，皆有相當高的變異成份存在於個體間。根據虛無模式的分析結果，本研究將進行成長模式的檢定。

（二）非條件化成長模式

在了解學生創造力的初始狀態及成長趨勢前，本研究先進行非條件化線性成長（unconditional linear growth model）與非條件化成長曲線（unconditional quadratic growth model）兩個模式的概似比考驗，兩個模型的離異數統計量進行比較。結果在全體學生以及實驗組學生的線性成長模式的離異數分別為 4915.06，成長曲線模式的離異數分別為 11234.15 以及 4901.07，兩者的差分別為 10.25，這個差服從自由度為 3 的 χ^2 分配，其考驗結果達到顯著 ($p < .05$)，表示模式的簡化並不恰當。其次，對照組學生的線性成長模式的離異數為 4649.55，成長曲線模式的離異數為 4645.02，兩者的差為 4.53，這個差服從自由度為 3 的 χ^2 分配，其考驗結果未達到顯著 ($p > .05$)，表示模式的簡化恰當。因此，全體及實驗組的學生均採用二次曲線成長模式來檢定學生的創造力是否存在著不同的截距與斜率，而控制組學生則採用線性模式。本研究的無條件二次成長模式如下所示：

$$Y_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i} \text{ 時間}_{ti} + \pi_{2i} \text{ 時間}_{ti}^2 + e_{ti}$$

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + \gamma_{0i}$$

$$\pi_{1i} = \beta_{10} + \gamma_{1i}$$

$$\pi_{2i} = \beta_{20} + \gamma_{2i}$$

其中， π_{0i} 為截距，即學生個體*i*的創造力的初始狀態；而 π_{2i} 為創造力的成長曲率，時間 $_{ti}$ 為將個體*i*在第*t*波調查的時間，以減去第一波調查時間做為置中。 γ_{0i} 、 γ_{1i} 及 γ_{2i} 為層次二的隨機效果，假定每一 γ_{0i} 、 γ_{1i} 及 γ_{2i} 為獨立且常態的分配，其平均數為 0 且變異數為 τ_{00} 、 τ_{11} 及 τ_{22} 。

表 3 學生創造力非條件化二次成長模式比較分析摘要表

組別	全體學生			實驗組學生			對照組學生		
	係數	標準誤	t 值	係數	標準誤	t 值	係數	標準誤	t 值
固定效果									
創造力初始 狀態(π_{0i})									
截距(β_{00})	55.43	3.49	15.89*	59.99	8.23	7.29*	53.49	0.65	82.05*
平均成長率 (π_{1i})									
截距(β_{10})	-6.50	2.76	-2.35*	-12.44	6.21	2.00*	-3.36	0.17	-19.51*
平均加速度 (π_{2i})									
截距(β_{20})	1.31	0.57	2.29*	3.43	1.31	2.61*			
隨機效果	變異數	χ^2	<i>p</i>	變異數	χ^2	<i>p</i>	變異數	χ^2	<i>p</i>
初始狀況(r_{0i})	2796.47	277.81	>.50	7146.24	125.21	>.50	79.36	2377.71	.000
成長率(r_{1i})	1480.14	184.95	>.50	4046.60	81.50	>.50	5.06	1242.76	.000
加速度(r_{2i})	25.06	903.99	<.50	49.95	365.51	<.50			
層一誤差(e_{ti})	62.97			124.31			5.91		

* $p < .05$

非條件二次成長模式結果如表 3 所示， β_{10} 與 β_{20} 分別表示層次一時間項與學生創造力關係的估計參數，若其達顯著水準，表示時間可以預測創造力的成長

趨勢。

首先在全體學生部分的固定效果中，學生創造力在起始狀態 β_{00} 為 55.43；平均成長率 β_{10} 為 -6.50，成長加速度 β_{20} 為 1.31，均達顯著水準；而且 β_{10} 為負號，而 β_{20} 為正號，代表開口向上，全體學生的創造力呈現先下後上的趨勢。另外，在隨機效果部份，測量個人成長曲線參數 (γ_{0i} 、 γ_{1i} 和 γ_{2i}) 變異情形的估計值分別為：截距項變異量 $\tau_{00}=2796.47$ ($\chi^2=277.81, p>.05$) 未達顯著水準；平均成長率變異量 $\tau_{11}=1480.14$ ($\chi^2=184.95, p>.05$) 未達顯著水準；成長加速度變異量 $\tau_{22}=25.06$ ($\chi^2=903.99, p<.05$) 達顯著水準。結果顯示個別學生間的創造力存在不同成長曲率，成長曲線可能受到其他變項的調節，故可進一步進行曲率調節效果的檢定。再者，比較虛無模式與非條件二次成長模式可知，在全體學生的創造力層次一時間變項所解釋的變異數比例為 49.02%，即引進時間變數可以減少第一層誤差項的變異數達 49.02% 的程度。

在實驗組學生部分的固定效果中，學生創造力在起始狀態 β_{00} 為 59.99；平均成長率 β_{10} 為 -12.44，成長加速度 β_{20} 為 3.43，均達顯著水準；而且 β_{10} 為負號，而 β_{20} 為正號，代表開口向上，實驗組學生的創造力呈現先下後上的趨勢。另外，在隨機效果部份，測量個人成長曲線參數 (γ_{0i} 、 γ_{1i} 和 γ_{2i}) 變異情形的估計值分別為：截距項變異量 $\tau_{00}=7146.24$ ($\chi^2=125.21, p>.05$) 未達顯著水準；平均成長率變異量 $\tau_{11}=4046.60$ ($\chi^2=81.50, p>.05$) 未達顯著水準；成長加速度變異量 $\tau_{22}=49.95$ ($\chi^2=365.51, p<.05$) 達顯著水準。結果顯示個別學生間的創造力存在不同成長曲率，成長曲線可能受到其他變項的調節，故可進一步進行曲率調節效果的檢定。再者，比較虛無模式與非條件二次成長模式可知，在實驗組學生的創造力層次一時間變項所解釋的變異數比例為 50.83%，即引進時間變數可以減少第一層誤差項的變異數達 50.83% 的程度。

在對照組學生部分的固定效果中，學生創造力在起始狀態 β_{00} 為 53.49；平均成長率 β_{10} 為 -3.36，達顯著水準；而且 β_{10} 負號，代表線性向下，對照組學生創造力呈現線性向下的趨勢。另外，在隨機效果部份，測量個人成長曲線參數 (γ_{0i} 、 γ_{1i}) 變異情形的估計值分別為：截距項變異量 $\tau_{00}=79.36$ ($\chi^2=2377.71, p<.05$) 達顯著水準；平均成長率變異量 $\tau_{11}=5.06$ ($\chi^2=1242.76, p<.05$)，兩者均達顯著水準。結果顯示代表個別學生間的創造力在初始狀態及成長速度即存在有顯著差異。再者，比較虛無模式與非條件二次成長模式可知，在對照組學生的創造力層次一時間變項所解釋的變異數比例為 81.55%，即引進時間變數可以減少第一層誤差項的變異數達 81.55% 的程度，這是相當高的變異削減量。

(三) 共變數效果分析

本研究隨時間變動的共變數分析模式如下所示：

$$\text{Level 1 : } Y_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i} \text{ 時間}_{ti} + \pi_{2i} \text{ 時間}_{ti}^2 + \pi_{3i} \text{ 愉悅} + \pi_{4i} \text{ 同理心} + \pi_{5i} \text{ 知足} + \pi_{6i} \text{ 自信} + \pi_{7i} \text{ 創意思考} + \pi_{8i} \text{ 創意成品} + \pi_{9i} \text{ 抗衡負面} + \pi_{10i} \text{ 冒險性} + \pi_{11i} \text{ 好奇性} + \pi_{12i} \text{ 想像力} + \pi_{13i} \text{ 挑戰性} + e_{ti}$$

$$\text{Level 2 : } \pi_{0i} = \beta_{00} + \gamma_{0i}$$

$$\pi_{1i} = \beta_{10} + \gamma_{1i}$$

$$\pi_{2i} = \beta_{20} + \gamma_{2i}$$

$$\pi_{3i} = \beta_{30}$$

$$\pi_{4i} = \beta_{40}$$

$$\pi_{5i} = \beta_{50}$$

$$\pi_{6i} = \beta_{60}$$

$$\pi_{7i} = \beta_{70}$$

$$\pi_{8i} = \beta_{80}$$

$$\pi_{9i} = \beta_{90}$$

$$\pi_{10i} = \beta_{100}$$

$$\pi_{11i} = \beta_{110}$$

$$\pi_{12i} = \beta_{120}$$

$$\pi_{13i} = \beta_{130}$$

其中， β_{20} 為所有學生之創造力的成長曲率平均數； β_{30} 為四次調查後學生正向情緒中愉悅的平均數； β_{70} 為四次調查後學生創意自我效能中創意思考的平均數； β_{100} 為四次調查後學生創造力傾向中冒險性的平均數；以此類推，這些變項皆稱為隨時間變動的共變數。由於正向情緒的四個因素構面、創意自我效能的三個因素構面以及創造力傾向四個因素構面等變項是作為共變數，因此在形式上將它設為層次二中的固定效果。本研究除分析學生創造力受到時間變項的影響之外，在層次一也討論創造力是否為受到隨時間變動的共變項而影響其創造力，討論的變項共包含了正向情緒(愉悅、同李新、知足、自信)、創意自我效能(創意思考、創意誠品、抗衡負面)以及創造力傾向(冒險性、好奇心、想像力、挑戰性)。

共變數效果分析結果如表4所示，研究結果顯示全體學生的創造力除了時間變項外，僅受到同理心 ($\beta_{40}=0.82$, $t=2.38$, $p<.05$)、冒險性 ($\beta_{100}=4.16$, $t=6.05$, $p<.05$)、好奇心 ($\beta_{110}=2.67$, $t=4.21$, $p<.05$) 的顯著影響，且同理心、冒險性以及好奇心與學生創造力呈正向關係，也就是說同理心、冒險性以及好奇心越高的學生，其創造力會越高。此外，本研究也比較虛無模式與共變數模式可知，在創造力層次一時間及共變數模式所解釋的變異數比例為51.77%，即引進時間及共變數模式可以減少第一層誤差項的變異數達51.77%的程度，對照僅有時間變項的模型，僅增加了2.75%的變異解釋量，所以所引進的共變數對於全體學生的創造力成長趨勢貢獻並不大。

再以實驗組學生的創造力來看，除了時間變項外，僅受到創意成品 ($\beta_{80}=0.01$, $t=2.98$, $p<.05$)、好奇心 ($\beta_{110}=1.61$, $t=2.24$, $p<.05$)、挑戰性 ($\beta_{130}=1.74$, $t=2.34$, $p<.05$) 的顯著影響，且創意成品、好奇心與挑戰性對學生創造力呈正向關係，也就是說創意成品、好奇心與挑戰性越高的學生，其創造力會越高。此外，本研

究也比較虛無模式與共變數模式可知，在創造力層次一時間及共變數模式所解釋的變異數比例為52.25%，即引進時間及共變數模式可以減少第一層誤差項的變異數達52.25%的程度，對照僅有時間變項的模型，僅僅增加了1.42%的變異解釋量，所以所引進的共變數對於實驗組學生的創造力成長趨勢貢獻並不大。

最後以對照組學生的創造力來看，除了時間變項外，還受到創意思考 ($\beta_{70}=0.003, t=3.54, p<.05$)、創意成品 ($\beta_{80}=0.02, t=28.54, p<.05$)、抗衡負面 ($\beta_{90}=0.85, t=2.20, p<.05$)、冒險性 ($\beta_{100}=0.88, t=2.00, p<.05$) 的顯著影響，且創意思考、創意成品、抗衡負面、冒險性對對照組的學生創造力呈正向關係，也就是說創意思考、創意成品、抗衡負面、冒險性越高的學生，其創造力會越高。此外，本研究也比較虛無模式與共變數模式可知，在創造力層次一時間及共變數模式所解釋的變異數比例為84.43%，即引進時間及共變數模式可以減少第一層誤差項的變異數達84.43%的程度，對照僅有時間變項的模型，僅增加了2.88%的變異解釋量，所以所引進的共變數對於對照組學生的創造力成長趨勢貢獻並不大。

表4 學生創造力共變數分析模式分析摘要表

模型 固定效果	全體學生			實驗組學生			對照組學生		
	係數	標準誤	t 值	係數	標準誤	t 值	係數	標準誤	t 值
β_{00}	27.05	6.03	4.48*	60.12	8.94	6.72*	42.79	4.25	10.07*
β_{10}	-5.52	2.01	-2.75*	-14.30	7.19	1.99*	-2.76	0.34	-8.02*
β_{20}	1.17	0.42	2.76*	3.68	1.43	2.58*			
β_{30}	0.33	0.32	1.05	0.94	0.73	1.28	0.25	0.18	1.36
β_{40}	0.82	0.34	2.38*	0.99	0.74	1.33	-0.22	0.19	-1.17
β_{50}	0.16	0.14	1.16	0.17	0.38	0.44	0.02	0.08	0.29
β_{60}	0.24	0.21	1.10	0.22	0.44	0.50	0.04	0.14	0.25
β_{70}	0.003	0.004	0.59	0.08	0.06	1.30	0.003	0.0008	3.54*
β_{80}	0.007	0.01	0.62	0.04	0.005	2.98*	0.02	0.0006	28.54*
β_{90}	0.26	0.29	0.92	0.02	0.09	0.26	0.85	0.39	2.20*
β_{100}	4.16	0.69	6.05*	0.32	1.54	0.21	0.88	0.44	2.00*
β_{110}	2.67	0.63	4.21*	1.61	0.72	2.24*	0.20	0.50	0.41
β_{120}	0.25	0.34	0.72	0.29	0.92	0.32	0.10	0.08	1.16
β_{130}	0.22	0.29	0.76	1.74	0.74	2.34*	0.03	0.02	1.56
隨機效果	變異數	χ^2	p	變異數	χ^2	p	變異數	χ^2	p
初始狀況(r_{0i})	3155.74	295.77	>0.5	6829.14	127.85	>0.5	78.51	2309.68	.000
成長率(r_{1i})	1730.07	200.76	>0.5	3783.68	83.62	>0.5	4.51	1104.24	.000
加速度(r_{2i})	36.76	768.51	<0.5	58.66	678.21	<0.5			
層一誤差(e_{ti})	59.57			120.72			4.99		

* $p < .05$

(四) 條件化成長模式

本研究分析之條件化成長模式中的斜率預測模式如下所示：

$$\text{Level 1 : } Y_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i} \text{ 時間}_{ti} + \pi_{2i} \text{ 時間}_{ti}^2 + \pi_{3i} \text{ 愉悅} + \pi_{4i} \text{ 同理心} + \pi_{5i} \text{ 知足} + \pi_{6i} \text{ 自信} + \pi_{7i} \text{ 創意思考} + \pi_{8i} \text{ 創意成品} + \pi_{9i} \text{ 抗衡負面} + \pi_{10i} \text{ 冒險性} + \pi_{11i} \text{ 好奇性} + \pi_{12i} \text{ 想像力} + \pi_{13i} \text{ 挑戰性} + e_{ti}$$

$$\begin{aligned}
\pi_{0i} &= \beta_{00} + \beta_{01} \text{性別} + \beta_{02} \text{自然科成績} + \beta_{03} \text{分組} + \beta_{04} \text{補習} + \gamma_{0i} \\
\pi_{1i} &= \beta_{10} + \beta_{11} \text{性別} + \beta_{12} \text{自然科成績} + \beta_{13} \text{分組} + \beta_{14} \text{補習} + \gamma_{1i} \\
\pi_{2i} &= \beta_{20} + \beta_{21} \text{性別} + \beta_{22} \text{自然科成績} + \beta_{23} \text{分組} + \beta_{24} \text{補習} + \gamma_{2i} \\
\pi_{3i} &= \beta_{30} \\
\pi_{4i} &= \beta_{40} \\
\pi_{5i} &= \beta_{50} \\
\pi_{6i} &= \beta_{60} \\
\pi_{7i} &= \beta_{70} \\
\pi_{8i} &= \beta_{80} \\
\pi_{9i} &= \beta_{90} \\
\pi_{10i} &= \beta_{100} \\
\pi_{11i} &= \beta_{110} \\
\pi_{12i} &= \beta_{120} \\
\pi_{13i} &= \beta_{130}
\end{aligned}$$

其中， β_{11} 為男女學生的創造力在線性成長速率的差異； β_{21} 為男女學生的創造力在成長曲率的差異； β_{22} 為不同自然科成績學生的創造力在成長曲率的差異，以此類推。

經條件化成長模式中的斜率預測模式分析，結果如表5所示，首先在全體學生部分，分組在線性成長速率及成長曲率的調節效果部份，達顯著水準 ($\beta_{13}=10.92, t=4.61, p<.05$; $\beta_{23}=3.32, t=2.54, p<.05$)，也就是說，實驗組與對照組的學生在創造力的線性成長速率及成長曲率有顯著差異，而且實驗組的學生顯著高於對照組的學生，由此再次證明，應將實驗組與對照組的學生分開探討他們各自的成长趨勢。此外，自然科成績與補習與否 ($\beta_{22}=2.1, t=0.61, p<.05$; $\beta_{24}=-2.76, t=-2.12, p<.05$) 對全體學生創造力的成長曲率也具有調節效果，而且自然科成績越好，成長曲率越快；但是有補習的學生，其創造力成長曲率將顯著低於沒有參加補習的學生。此外。不管是男、女學生，其創造力成長曲率均不具有調節效果。而在隨機效果中，全體學生的創造力 ($\tau_{22}=53.49, \chi^2=154.75, p>.05$) 相對應的變異數成分未達顯著，表示已無其他個體層次變數可預測成長曲率變項而未被考慮到。除此之外，相較於只有時間變像的模式，全體學生創造力的初始狀態參數 π_{0i} 的殘差變異量分別從62.97減少到58.17，表示初始狀態的參數變異數有7.62%由層次二的變項所解釋。而不管有無參加科展的學生，層次二的變項並不能削減太多對創造力的成長速率的變異數。

在實驗組學生部分，在線性成長速率及成長曲率的調節效果部份，自然科成績與補習與否 ($\beta_{22}=1.29, t=2.87, p<.05$; $\beta_{24}=-2.02, t=0.96, p<.05$) 對實驗組學生創造力的成長曲率具有調節效果，而且自然科成績越好，成長曲率越快；但是有補習的學生，其創造力成長曲率將顯著低於沒有參加補習的學生。此外。不管是男、女學生，其創造力成長曲率均不具有調節效果。而在隨機效果中，全體學

生的創造力 ($\tau_{22}=144.49$, $\chi^2=64.25$, $p>.05$) 相對應的變異數成分未達顯著，表示已無其他個體層次變數可預測成長曲率變項而未被考慮到。除此之外，相較於只有時間變項的模式，實驗組學生創造力的初始狀態參數 π_{0i} 的殘差變異量分別從124.31減少到122.05，表示初始狀態的參數變異數有1.82%由層次二的變項所解釋。而對於實驗組學生來說，層次二的變項並不能削減太多對創造力的成長速率的變異數。

而在對照組學生部分，在線性成長速率的調節效果部份，補習與否 ($\beta_{13}=-1.27$, $t=-3.84$, $p<.05$) 對對照組學生創造力的線性成長速率具有調節效果，而且有補習的學生，其創造力線性成長將顯著低於沒有參加補習的學生。此外。不管是男、女學生，或是學生的自然科成績如何，其創造力成長速率均不具有調節效果。而在隨機效果中，對照組學生的創造力 ($\tau_{11}=4.56$, $\chi^2=1098.99$, $p<.05$) 相對應的變異數成分仍達顯著，表示尚有其他個體層次變數可預測成長速率變項而未被考慮到。除此之外，相較於只有時間變項的模式，對照組學生創造力的初始狀態參數 π_{0i} 的殘差變異量分別從5.91減少到4.99，表示初始狀態的參數變異數有1.58%由層次二的變項所解釋。而對於對照組學生來說，層次二的變項並不能削減太多對創造力的成長速率的變異數。

表 5 學生創造力斜率預測模式比較分析摘要表

組別 固定效果	全體學生			實驗組學生			對照組學生		
	係數	標準誤	t 值	係數	標準誤	t 值	係數	標準誤	t 值
創造力初始狀態 (π_{0i})									
截距(β_{00})	111.81	77.33	1.45	211.63	150.10	1.41	33.22	7.92	4.19*
性別(β_{01})	4.36	6.96	0.63	12.34	17.14	0.72	0.41	1.27	0.32
自然科成績 (β_{02})	0.54	0.68	0.79	-1.65	1.58	-1.05	0.13	0.08	1.57
分組(β_{03})	10.94	8.68	1.26						
補習與否 (β_{04})	7.36	8.01	0.92	-15.24	18.53	-0.82	1.98	1.32	1.51
平均成長率 (π_{1i})									
截距(β_{10})	68.44	59.89	1.14	141.35	118.93	1.19	3.15	1.67	1.88
性別(β_{11})	-3.24	5.42	-0.60	-9.47	13.32	0.71	0.46	0.32	1.46
自然科成績 (β_{12})	0.49	0.53	0.93	1.39	1.24	1.12	0.01	0.02	0.53
分組(β_{13})	10.92	4.61	2.34*						
補習與否 (β_{14})	-4.40	6.34	-0.69	10.97	14.57	0.75	-1.27	0.33	-3.84
平均加速度 (π_{2i})									
截距(β_{20})	15.84	12.05	1.32	30.62	24.09	1.27			
性別(β_{21})	0.74	1.10	0.67	1.95	2.68	0.73			
自然科成績 (β_{22})	2.11	0.61	3.44*	1.29	0.45	2.87*			
分組(β_{23})	3.32	1.31	2.54*						
補習與否 (β_{24})	-2.76	1.30	-2.12*	-2.02	0.96	-2.10*			
共變數分析									
β_{30}	0.07	0.30	0.24	0.91	0.76	1.20	0.26	0.19	1.38
β_{40}	0.90	0.35	2.61*	0.99	0.77	1.29	0.20	0.19	1.10
β_{50}	0.07	0.14	0.52	0.10	0.37	0.27	0.02	0.08	0.29
β_{60}	0.01	0.21	0.04	0.18	0.44	0.41	0.05	0.14	0.32
β_{70}	0.01	0.002	2.81*	0.07	0.05	1.31	0.003	0.0008	3.63*
β_{80}	0.005	0.008	0.60	0.01	0.004	3.12*	0.02	0.01	2.00*
β_{90}	0.11	0.18	0.63	0.02	0.09	0.24	0.83	0.38	2.17*
β_{100}	1.69	0.70	2.42*	0.21	1.54	0.14	0.85	0.44	1.92
β_{110}	1.29	0.61	2.14*	0.63	0.82	0.77	0.13	0.49	0.27
β_{120}	0.05	0.16	0.32	0.35	0.94	0.37	0.07	0.08	0.94
β_{130}	0.10	0.14	0.76	1.66	1.76	0.95	0.03	0.02	1.56
隨機效果									
變異數	χ^2	p	變異數	χ^2	p	變異數	χ^2	p	
初始狀況(r_{0i})	2675.12	280.49	>0.5	6724.82	122.33	>0.5	79.29	2273.91	.000
成長率(r_{1i})	1399.00	187.40	>0.5	3714.05	79.83	>0.5	4.56	1098.99	.000
加速度(r_{2i})	53.49	154.75	>0.5	144.49	64.25	>0.5			
層一誤差(e_{ti})	58.17			122.05			4.99		

* $p < .05$

伍、研究結論與建議

- 一、邀請國小自然與生活科技學科的授課教師及資深的科展績優教師，依據創造力發展原理，發展一套適用於國小自然與生活科技學科，並且以認知、情意、技能作為教學目標的創造力訓練課程，所編製的四個單元分別是五年級下學期的兩個單元，分別是「水溶液的酸鹼度」以及「摩擦力」；以及六年級上學期的兩個單元是「第二單元：熱與我們的生活~節能減碳大作戰」以及「第四單元：電與磁的奇妙世界~電磁車快跑」。
- 二、本研究已編制完成正向情緒量表、創意自我效能量表，且經由預試及正式施測後，發現具有不錯的信效度。
- 三、一共尋找願意實施創造力訓練課程的教師有七位，並在開始上課之前，針對本研究所開發的創造力訓練課程先進行分享會，一共有四次，過程中七位教師與兩位編制教材的兩位教師充分溝通及協調，務求讓參與實驗的教師能充分了解本研究精神及實施程序。
- 四、針對實驗組，一共施予四次的創造力融入自然科的教學，並且在每次教學之後，連同對照組接受評量，評量工具包含科學創造力、正向情緒、創造力傾向、創意自我效能以及學生的領域知識測驗，其中領域知識為自然科成績，採計第一次的成績，並且請家長填寫第一次的創造性思考與傾向量表。
- 五、利用 HLM 分析，了解學生在經過一年創造力訓練後的動態發展趨勢，並且比較參與與未參與創造力訓練課程的學童在科學創造力動態發展速率上的差異。針對 HLM 的分析結果，分述如下。

(一) 學生科學創造力在初階段具有個別差異且呈現先上後下發展的成長趨勢

以全體學生來看，科學創造力在初始狀態，也就是在第一波調查時，是有顯著差異存在的，顯示出創造力在開始調查時即存在有個別差異。而成長曲率為 1.31 呈現顯著正向成長，在平均成長率係數為 -6.50，也達顯著，代表曲線開口向上，學生科學創造力呈現先下而後上的趨勢。而以實驗組來看，成長曲率為 3.43 呈現顯著正向成長，在平均成長率係數為 -12.44，也達顯著，代表曲線開口向上，實驗組學生的科學創造力也是呈現先下而後上的趨勢。至於在對照組部分，在平均成長率係數為 -3.36，達顯著，代表對照組學生的科學創造力是呈現線性向下的成長模式。

(二) 正向情緒、創意自我效能以及創造力傾向的不同構面會隨著時間變動而與學生科學創造力產生共變

本研究除分析學生創造力受到時間變項的影響之外，在層次一也討論創造力

是否為受到隨時間變動的共變項而影響其創造力，討論的變項共包含了正向情緒(愉悅、同理心、知足、自信)、創意自我效能(創意思考、創意誠品、抗衡負面)以及創造力傾向(冒險性、好奇心、想像力、挑戰性)。首先，全體學生的創造力除了時間變項外，還會受到同理心、冒險性、好奇心的顯著影響，且為正向影響。而實驗組學生的創造力來看，除了時間變項外，也受到創意成品、好奇心、挑戰性的顯著影響，也為正向影響。以對照組學生的創造力來看，除了時間變項外，還受到創意思考、創意成品、抗衡負面、冒險性的顯著影響，也是正向影響。

(三)自然科成績、補習與否對學生科學創造力的成長趨勢具有影響

首先在全體學生部分，分組在線性成長速率及成長曲率的調節效果部份，達顯著水準，也就是說，實驗組與對照組的學生在創造力的線性成長速率及成長曲率有顯著差異，而且實驗組的學生顯著高於對照組的學生，由此再次證明，應將實驗組與對照組的學生分開探討他們各自的成長趨勢。此外，自然科成績與補習與否，對全體學生創造力的成長曲率也具有調節效果，而且自然科成績越好，成長曲率越快；但是有補習的學生，其創造力成長曲率將顯著低於沒有參加補習的學生。而在實驗組學生部分，分析結果同於全體學生的分析結果。而在對照組學生部分，在線性成長速率的調節效果部份，補習與否，對對照組學生創造力的線性成長速率具有調節效果，而且有補習的學生，其創造力線性成長將顯著低於沒有參加補習的學生。此外。不管是男、女學生，對於創造力成長速率均不具有調節效果。

六、研究建議

「創造力是能被教導的嗎？」在本研究分別對創造力訓練課程的學生進行一年半的科學創造力表現追蹤的結果，發現實驗組的學生，其科學創造力的發展趨勢是顯著不同於對照組學生，足見學生的創造力並非天生不變的，是可以後天被培養、發展、教導與訓練的；時代的進步與環境的急速改變使創造力人才的培育成為教育的首要任務，而要培養創造性人才，則需從小往下紮根做起，小學的學校教育是創造力開發與培養的關鍵期，但從本研究中卻也發現學生創造力隨時間降低的成長趨勢，建議在學校的課程發展與設計中，應加強融入創造力相關的教學與課程。再者，本研究發現正向情緒、創意自我效能及創造力傾向與其科學創造力表現之間存在著正向關係，而且自然科成績越好、沒有補習的學生，創造力的成長曲率有會較快。建議教師應培養學生的創造力傾向與創意自我效能，其自信心高，創造力表現也會比較好，所以教師在教學過程中，適時的建立學生的自信心，可以有助於培養學生創造力表現。

參考文獻

- 方紫薇、陳學志、余曉清、蘇嘉鈴(2011)。正向情緒及幽默有助於國中升之科學問題解決嗎？*教育科學研究期刊*，56(4)，43-68。
- 方瑋、邱發忠(2009)。軍事組織創造傾向量表的發展。*復興崗學報*，95，173-204。
- 王秀槐（2001）：課程設計的理念與架構。發表於九年一貫課程學生科學創造力研討會。
- 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*（頁 83-110）。臺北市：教育部。
- 江美惠(2005)。創造性問題解決教學方案對資優學生創造力及問題解決能力影響之研究。*資優教育研究*，5(2)，83-106。
- 何茉如、林世華（2000）。國中生幽默感對於生活壓力、身心健康之調節作用。*教育心理學報*，32 (1)，123-156。
- 余 婪 (2006)。臺灣、大陸與香港中小學教師之玩興、教學創新、工作滿足與工作表現之關係。*教育與心理研究*，29 (2)，227-266.
- 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。
- 吳秀娟、潘裕豐(2007)。主題統整教學對國小學童創造力、問題解決能力及學業成就的影響之研究。*資優教育研究*，7(2)，71-103。
- 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）。
國立高雄師範大學，高雄市。
- 吳柳儀(2006)。教師創意教學之剖析。*臺東特教*，23，17-21。
- 吳靜吉(2002)。華人學生創造力的發掘與培育。*應用心理研究*，15，17-41。
- 李秀姿、陳昭儀(2007)。創作性戲劇教學對國小資優生創造力與人際溝通影響之研究。*資優教育研究*，7(2)，19-46。
- 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。
- 李明昆、洪振方(2012)。提升科學創造力的探究教學策略之實驗研究。*科學教育研究與發展季刊*，65，49-74。
- 李偉清(2012)。國小資優生創造傾向量表之編製研究。*特殊教育研究學刊*，37(1)，79-102。
- 李新民（2010）。*正向心理學在學校教育的應用*。高雄市：麗文文化。
- 李新民、陳密桃(2009)。大學生感恩學習介入方案成效分析：拓延建構理論假設的考驗。*課程與教學季刊*，12(2)，107-134。
- 李新民、陳密桃、謝青曇（2007）。職場幽默與心理健康之相關研究：以幼兒教師為例。*教育心理學報*，38 (4)，375-396。
- 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。
- 汪美香、黃炳憲（2012）。專業技能與創造力的關聯：創意自我效能中介角色。

- 南台學報，37(4)，1-14。
- 周子敬、彭睦清（2005）。國內大專院校教師工作壓力及工作滿足感差異比較。
- 智慧科技與應用統計學報，3(1)，85-107。
- 林志哲（2011）。從「感恩」出發-尋找向上提升的力量。教育研究學報，45(1)，1-23
- 林幸台、王木榮（1999）。威廉斯創造力測驗。台北：心理出版社。
- 林淑芳、吳麗娟、林世華（2004）。中學生共依附特質與信任感之相關研究。教育心理學報，35(3)，295-318。
- 林碧芳、邱皓政（2008）。創意教學自我效能感量表之編製與相關研究。教育研究與發展期刊，4(1)，141-170。
- 邱發忠、陳學志、卓淑玲（2003）。幽默創造訓練之課程設計暨實徵效果評估，教育心理學報，34(2)，179-198。
- 邱發忠、陳學志、徐芝君、吳相儀、卓淑玲（2008）。內隱與外顯因素對創造作業表現的影響。中華心理學刊，50(2)，125-145。
- 邱皓政、葉玉珠（1998）。技術創造力的定義。技術創造力研討會。國立中山大學，高雄。
- 施乃華（2002）。創造思考教學成效之後設分析。國立彰化師範大學碩士論文。彰化市：未出版。
- 洪文東（1999）。科學的創造發明與發現。台北市：台灣書店。
- 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（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（2003a）。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。
- 洪文東（2003b）。創造性問題解決化學單元教學活動設計與評估。科學教育學刊，11(4)，407-430。
- 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。
- 洪蘭（譯）（2003）。Seligman,M.著。真實的快樂（AuthenticHappiness）。臺北市：遠流。
- 胡衛平、俞國良（2002）。青少年的科學創造力研究。教育研究，23(1)，44-48。
- 常雅珍（2005）。國小情意教育課程—正向心理學取向。臺北市：心理出版社。
- 常雅珍、毛國楠（2006）。以正向心理學建構情意教育之行動研究。師大學報：教育類，51(2)，121-146。
- 張玉山（2000）。九年一貫科技課程的訂頒與後續因應。2001年12月8日，取自 <http://mail.nhltc.edu.tw/~publish/35homepage/13.htm>

- 張惠博(2001)。九年一貫課程實施與教師專業成長。*科學教育月刊*, 239, 13-25。
- 張景媛、陳學志、黃譯瑩 (2004)。幽默訓練融入綜合活動對國一學生創造思考與人際因應之影響。*教育心理學報*, 36 (1), 13-33。
- 教育部(2000)。國民中小學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。
- 教育部(2002a)。創造力教育白皮書。台北：教育部。
- 教育部(2002b)。創造力教育中程發展計畫。台北：教育部。
http://www.creativity.edu.tw/project_introduction/origin.php.
- 許明珠、劉蕙晴、黃瓊瑢 (2004)。認知行為療法：兒童自信心建立的輔導與應用。*輔導季刊*, 40 (4), 16-23。
- 陳玉樹(2008)。創造力訓練課程成效分析：準 Solomon 四組設計。*課程與教學*, 11(4), 187-212。
- 陳玉樹、胡夢鯨 (2008)。任務動機與組織創新氣氛對成人教師創意教學表現之影響：階層線性模式分析。*教育心理學報*, 40(2), 179-198。
- 陳玉樹、郭銘茜 (2013)。四向度成就目標對教師創意教學表現之影響：創意自我效能的中介效果與團隊學習行為的跨層級調節效果檢定。*教育科學研究期刊*, 58(3), 85-120。
- 陳亮光(2008)。建置對外華語文師資培育創意教學課程增進教師創造力之研究。*中華語言學報*, 1, 143-172。
- 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。
- 陳密桃、陳玲婉 (2006)。國小學童母親的人格特質與親職壓力、幸福感之相關研究。*高雄師大學報：教育與社會科學類*, 20, 1-20。
- 陳學志、徐芝君(2006)。幽默創意課程對教師幽默感及創造力之影響。*師大學報：教育類*, 51, 71-93。
- 曾文志 (2007)。大學生對美好生活的常識概念與主觀幸福感之研究。*教育心理學報*, 38 (4), 471-441。
- 游健弘(2003)。CoRT 創造思考教學對國小資優班學生語文創造能力學習成效之研究。*資優教育研究*, 3(2), 37-63。
- 馮鈺璿、鄒文婷、賴素靜、林瑞清、鍾月容、詹日宜 (2004)。生命教育教學主題「感恩的心」：一個關懷生命、尊重他人、提升自我的教學主題。*國教世紀*, 209, 101-106。
- 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。
- 葉玉珠、葉玉環、李梅齡、彭月茵(2006)。以創作性戲劇教學啟發幼兒創造力之行動研究。*師大學報教育類*, 創造力特刊, 1-27。
- 葉靜瑜 (2008)。正向情緒課程方案對國小四年級學童之正向情緒及挫折容忍力之影響。國立臺南大學碩士論文，未出版，台南市。

- 詹志禹(2002)。影響創造力的相關因素-從小學教育環境與脈絡來考量。學生輔導，**79**，32-47。
- 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）。國立高雄師範大學，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。
- 鄭英耀、王文中(2002)。影響科學競賽績優教師創意行為之因素。應用心理研究，**15**，163-189。
- 鄭英耀、王文中、張川木(2003)。科學創意教學實驗與教材發展-以國小自然科為例。行政院國家科學委員會研究計劃成果報告(NSC 91-2522-S-110-003)。高雄市：國立中山大學教育研究所。
- 鄭英耀、李育嘉、劉昆夏(2008)。科展績優教師教學行為與學童創造力、問題解決能力之關係。教育與心理研究，**31**(1)，1-30。
- 鄭英耀、劉昆夏、張川木(2007)。國小自然科創造性問題解決教學效果之研究。科學教育學刊，**15**(5)，565-591。
- 蕭佳純(2012)。國小學生內在動機、學科知識與創造力表現關聯之研究：教師創造力教學的調節效果。特殊教育研究學刊，**37**(3)，89-113。
- 蕭佳純(2014)。國小學童參與科展的歷程、內在動機與科技創造力成長的縱貫性分析。教育實踐與研究，**27**(2)，33-66。
- 蕭佳純 (2015)。國小學童科學創造力成長歷程之縱貫性分析。科學教育學刊，**23**(1)，23-51。
- 賴貞嬌、陳漢瑛(2006)。台北市國民小學教師健康促進生活型態與幸福感之關係研究，學校衛生，**51**，37-52。
- 錢昭君、張世慧(2010)。心智圖法寫作教學方案對國小學生創造力及寫作表現之影響。特殊教育學報，**32**，79-100。

- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of Personality and Social Psychology*, **45**, 357-376.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in the context: Update to the social psychology of creativity*. Oxford: Westview Press.
- Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. In B. M. Staw & L. L. Cummings (Eds.), *Research in organizational behavior* (Vol. 10, pp. 123-167). Greenwich, CT: JAI Press.
- Amabile, T.M.(1995). Attributions of creativity: What are the consequences. *Creativity Research Journal*, **8**(4), 423-436.
- Ashby, F. G., Isen, A. M., and Turken, U. (1999). A Neuropsychological Theory of Positive Affect and Its Influence on Cognition. *Psychological Review*, **106**(3),

529-550.

- Baldwin, T. T., & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: A review and directions for future research. *Personnel Psychology*, 41, 63-101.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84 (2), 191-215.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action : A social cognitive theory*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Batey, M., Furnham, A., & Safiullina, X.(2010). Intelligence, general knowledge and personality as predictors of creativity. *Learning and Individual Differences*, 20, 532-535.
- Baumann, N., & Kuhl, J. (2005). Positive affect and flexibility: Overcoming the precedence of global over local processing of visual information. *Motivation and Emotion*, 29(2), 123-134.
- Beghetto, R. A. (2006). Creative self-efficacy: Correlates in middle and secondary students. *Creativity Research Journal*, 18(4),447-457.
- Benedek, M., Fink, A., & Neubauer, A. C. (2006). Enhancement of ideational fluency by means of computer-based training. *Creativity Research Journal*, 18(3), 317-328.
- Berman, D., & Davis-Berman, J. (2005). Positive psychology and outdoor education. *Journal of Experiential Education*, 28(4), 17-24.
- Besançon, M., & Lubart, T., (2008). Differences in the development of creative competencies in children schooled in diverse learning environments. *Learning and Individual Differences*, 18(4), 38-389.
- Birdi, K. S. (2005). No Idea? Evaluating the effectiveness of creativity training. *Journal of European Industrial Training*, 29(2),102-111.
- Burke, L. A., & Hutchins, H. M. (2007). Training transfer: An integrative literature review. *Human Resource Management Review*, 6(3), 263-296.
- Cameron, K. S., Dutton, J. E., & Quinn, R. E. (2003). An introduction to positive organizational scholarship. In K. S. Cameron, J. E. Dutton & R E. Quinn (Eds.), *Positive organizational scholarship* (pp. 3-13). San Francisco, CA : Berretl-Koehler.
- Caro, D. H., McDonald, J. T., & Willms, J. D. (2009). Socio-economic status and academic achievement trajectories from childhood to adolescence. *Journal of Education*, 32(3), 558-590.
- Carruthers, C., Hood, C., & Parr, M. (2005). Research update: The power of positive psychology. *Parks & Recreation*, 40(10), 30-37.
- 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.
- Chen, G., Gully, S. M., & Eden, D.(2001). Validation of a new general self-efficacy scale. *Organizational Research Methods*, 4,62-83.
- Chenug, C., Roskams,T., & Fisher, D.(2006). Enhancement of creativity through a one-semester course in university. *Journal of Creative Behavior*, 40(1),1-25.
- Choi, J. N. (2004), Individual and contextual predictors of creativity performance: The mediating role of psychological processes, *Creativity Research Journal*, 16(2), 187-199.
- Chon, M. A., & Fredrickson, B. L. (2009) . Positive emotions. In S. J. Lopez & C. R. Snyder (Eds.), *Oxford handbook of positive psychology* (2nd ed.,pp.13-24). New York, NY: Oxford University Press.
- Claxton, A. F., Pannells, T. C., & Rhoads, P. A. (2005). Developmental trends in the creativity of school-age children. *Creativity Research Journal*, 17(4), 327–335.
- Cohen, D. K., Raudenbush, S. W., & Ball, D. L. (2003). Resources, instruction, and research.Educational. *Evaluation and Policy Analysis*,25(2), 119-142.
- Colquitt, J. A., LePine, J. A., & Noe, R. A. (2000). Toward an integrative theory of training motivation: A meta-analytic path analysis of 20 years of research. *Journal of Applied Psychology*, 85(5), 678-707.
- Cramond, B., Matthews-Morgan, J., Bandalos, D., & Zuo, L. (2005). A report on the 40-Year follow-up of the Torrance test of creative thinking: Alive and well in the new millennium. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 283-291.
- Copley, A. J. (2001). *Creativity in education and learning*. London: Kogan Page.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychological discovery and invention*. NY: HarperCollins.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 313-338). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Csikszentmihalyi, M. (2008). Flow-The psychology of optimal experience. New York : HarperCollins Publishers.
- Daniel, M.(2007). Can creativity be improved by an attention-broadening training program ? An exploratory study focusing on team sports. *Creativity Research Journal*,19(2-3),281-291.
- Dresel, M. (2001). A longitudinal study of Dweck's motivation-process-model in the classroom. *Psychologische Beiträge*, 43(1), 129-152.
- Edmonds, J. (2004). Unlocking creativity - A teacher's guide to creativity across the curriculum. In R. Fisher & M. Williams (Eds.), *Creativity in science: Leaping the void* (pp.82-91). London: David Fulton.

- Elliot, A. J., & Trash, T. M. (2001). Achievement goals and the hierarchical model of achievement motivation. *Educational Psychology Review*, 12, 139-156.
- Eris, O., Chachra, D., Chen, C., Sheppard, S., Ludlow, L., Rosca, C., Bailey, T., & Toye, G. (2010). Outcomes of a longitudinal administration of the persistence in engineering survey. *Journal of Engineering Education*, 99(4), 371-395.
- Estrada, C., Isen, A. M., & Young, M. (1997). Positive Affect Facilitates Integration of Information and Decreases Anchoring in Reasoning among Physicians. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 72(1), 117-136.
- Feldhusen, J. F., & Treffinger, D. J. (1980). *Creative thinking and problem solving in gifted education*. Dubuque, IO: Kendall/Hunt.
- Fisher, R. (2004). Unlocking creativity - A teacher's guide to creativity across the curriculum. In R. Fisher & M. Williams (Eds.), *What is creativity?* (pp.6-20). London: David Fulton.
- Fisher, R., & Williams, M. (2004). *Unlocking creativity - A teacher's guide to creativity across the curriculum*. London: David Fulton.
- Fleith, D. S. (2000). Teacher and student perceptions of creativity in the classroom environment. *Report Review*, 22(3), 148-153.
- Forgas, J. P., Vargas, P., & Laham, S. (2005). Mood effects on eyewitness memory: Affective influences on susceptibility to misinformation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 41, 574-588.
- Fredrickson, B. L. (2002). Positive emotions. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Eds.), *Handbook of positive psychology* (pp. 12-134). NY: Oxford University Press.
- Fredrickson, B. L. (2004). Gratitude, like other positive emotions, broadens and builds. In R. A. Emmons & M. E. McCullough (Eds.), *The psychology of gratitude* (pp. 145-166). NY: Oxford University Press.
- Fredrickson, B. L. (2004). The broaden-and-build theory of positive emotion. The Royal Society, 359, 1367-1377.
- Fredrickson, B. L. (2006). The broaden-and-build theory of positive emotions. In M. Csikszentmihalyi & I. S. Csikszentmihalyi (Eds.). *A life worth living: Contributions to positive psychology* (pp. 85-103). New York: Oxford University Press.
- Fredrickson, B. L. (1998). What good are positive emotions? *Review of Psychology*, 2(3), 300-319.
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology. *American Psychologist*, 56, 218-225.
- Fredrickson, B. L. (2003). The value of positive emotions: The emerging science of positive psychology is coming to understand why it's good to feel good. *American Scientist*, 91 (4), 330-335.

- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. A. (2000). Positive emotions broaden action urges and the scope of attention. Manuscript in preparation.
- Fredrickson, B. L., & Branigan, C. (2005). Positive emotions broaden the scope of attention and through-action repertoires. *Cognition and Emotion*, 19(3), 313-332.
- Fredrickson, B. L., & Levenson, R. W. (1998). Positive emotion speed recovery from the cardiovascular sequelae of negative emotions. *Cognition and Emotion*, 12(2), 191-220.
- Fredrickson, B. L., & Losada, M. F. (2005). Positive affect and complex dynamics of human flourishing. *American Psychological*, 60(7), 678-686.
- Garaigordobil, M. (2006). Intervention in creativity with children aged 10 and 11 years: Impact of a play program on verbal and graphic-figural creativity. *Creativity Research Journal*, 18(3), 329-345.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds*. New York: Basic.
- Gasper, K. (2004). Permission to freely? The effect of happy and sad moods on generating old and new ideas. *Creativity Research Journal*, 16(2&3), 215-229.
- Gong, Y., Huang, J. C., & Farh, J. L. (2009). Employee learning orientation, transformational leadership, and employee creativity: The mediating role of employee creative self-efficacy. *Academy of Management Journal*, 52(4), 765-778.
- Grawith, M. J., Munz, D. C., & Kramer, T. J. (2003). Effects of member mood states on creative performance in temporary workgroups. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 1, 41-54.
- Gruber, H. E., & Wallace, D. B. (2001). Creative work: The case of Charles Darwin. *American Psychologist*, 61(4), 346-349.
- Guilford, J. P. (1967). Creativity: Yesterday, today and tomorrow. *Journal of Creative Behavior*, 1, 3-13.
- Heller, K. A. (2007). Scientific ability and creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.
- Horng, J. S., Hong, J. C., Chanlin, L. J., Chang, S. H., & Chu, H. C. (2005). Creative teachers and creative teaching strategies. *International Journal of Consumer Studies*, 29(4), 352-358.
- Hu, W., & Abey, P. (2002). A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Isaksen, S. G., & Parnes, S. J. (1985). Curriculum planning for creative thinking and problem solving. *The journal of creative behavior*, 19(1), 1-29.
- Isaksen, S. G., Lauer, K. J., Ekvall, G., & Britz, A. (2001). Perceptions of best and worst climates for creativity: Preliminary validation evidence for the situational outlook questionnaire. *Creativity Research Journal*, 13(2), 171-184.

- Isen, A. M. (2000). Positive affect and decision making. In M. Lewis and J. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion* (2nd ed.) (pp. 417-435). New York: Guilford Press.
- Isen, A. M. (2001). An influence of positive affect on decision making in complex situations: Theoretical issues with practical implications. *Journal of Consumer Psychology*, 11(2), 75-85.
- Isen, A. M. (1987). Positive Affect, Cognitive Processes, and Social Behavior. *Advances in Experimental Social Psychology*, 20, 203-253.
- Jaussi, K. S., Randel, A. E., & Dionne, S. D. (2007). I am, I think I can, and I do: The role of personal identity, self-efficacy, and cross-application of experiences in creativity at work. *Creativity Research Journal*, 19(2&3), 247-258.
- Kahai, S. S., Sosik, J. J., & Avolio, B. J. (2003). Effects of leadership style, anonymity, and rewards on creativity-relevant processes and outcomes in an electronic meeting system context. *Leadership Quarterly*, 14(4), 499-524.
- Kaufman, J. C., & Bear, J. (2004). The Amusement Park Theoretical (APT) model of creativity. *The Korean Journal of Thinking & Problem Solving*, 14(2), 15-25.
- Kaufman, J. C., & Bear, J. (2005). The amusement park theory of creativity. In Kaufman, J. C., & Bear, J. (Eds.), *Creativity across domains: Faces of the muse* (pp. 321-328). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaufman, J. C., Bear, J., & Gentile, C. A. (2004). Differences in gender and ethnicity as measured by ratings of three writing tasks. *Journal of Creative Behavior*, 39, 56-69.
- Kaufmann, G., & Vosburg, S. K. (2002). The effects of mood on early and late idea production. *Creativity Research Journal*, 14(3-4), 317-330.
- Kharkhurin, A. V. (2009). The role of Bilingualism in creative performance on divergent thinking and invented Alien creatures tests. *Journal of Behavior*, 43, 59 -71.
- Kim, T.Y., Hon, A.H.Y., & Crant, J.M. (2009). Proactive personality, employee creativity, and newcomer outcomes: A longitudinal study. *J Bus Psychol*, 24, 93-103.
- Klein, H. J., Noe, R. A., & Wang, C. (2006). Motivation to learn and course outcomes: The impact of delivery mode, learning goal orientation, and perceived barriers and enablers. *Personnel Psychology*, 59, 665-702.
- Lamas, E., Maria, A., & Gomes, M. (2010). Didactics-promoting collaborative work and personal learning environment. Critical, creative and autonomous roles in a competitive society. *Congrés Internacional de Didàctiques*, 398(2), 1-8.
- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review*, 31(3), 313-327.

- Lyubomirsky, S., King, L., & Diener, E. (2005). The benefits of frequent positive affect: Does happiness lead to success? *Psychological Bulletin, 131* (6), 803-855.
- Mayer, R. E. (2008). Applying the science of learning: Evidence-based principles for the design of multimedia instruction. *American Psychologist, 63*(8), 760-769.
- Mayer, R. E., & Johnson, C. I. (2010). Adding instructional features that promote learning in a game-like environment. *Journal of Educational Computing Research, 42*, 241-265.
- Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp.449-460). New York: Cambridge University Press.
- Michael, D. M., Samuel, T. H., Dawn, L. E., Katrina, E. B., & Stephen, T. (2007). Developing leaders for creative efforts: A domain-based approach to leadership development. *Human Resource Management Review, 17*(4), 402-417.
- Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2005). The concept of flow. In C. R. Snyder & S. J. Lopez (Eds.), *Handbook of Positive Psychology* (pp. 89-105). New York : Oxford University Press, Inc.
- Nickerson, R. S. (1999). Enhancing Creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 392-430). Cambridge, UK: Cambridge University 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.
- Parnes, S. J. (1967). Creative behavior guidebook. New York: Scribers.
- Pintrich, P. R. (2000). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology, 92*, 544-555.
- Puccio, G. J., Wheeler, R. A., & Cassandro, V. J. (2004). Reactions to creative problem solving training: Does cognitive style make a difference? *Journal of Creative Behavior, 38*(3), 192-216.
- Rydell, A., Berlin, L. Bohlin, G. (2003). Emotionality, emotion regulation, and adaptation among 5 to 8-year-old children. *Emotion, 3*(1), 30-47.
- Schwarz, N. (2000). Emotion, cognition and decision making. *Cognition and Emotion, 14*, 433-440
- Scott, G. M., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004a). The effectiveness of creativity training: A quantitative review. *Creativity Research Journal, 16*(4), 361-388.
- Seligman, M. E. P. (2002a). *Authentic happiness*. New York: The Free Press.
- Seligman, M. E. P. (2002b). *Authentic happiness: Using the new positive psychology to realize your potential for lasting fulfillment*. New York: The Free Press.
- Seligman, M. E. P., & Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive psychology-An introduction. *American Psychologist, 55*(1), 5-14.
- Shalley, C. E., & Perry-Smith, J. E. (2001). Effects of social-psychological factors on

- creative performance: The role of informational and controlling expected evaluation and modeling experience. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 84, 1-22.
- Shapiro, P. J., Weisberg, R. W., & Alloy, L. B.(2000). *Creativity and bipolarity: Affective patterns predict trait creativity*. Paper presented at the Convention of the American Psychological Society, Miami, FL.
- Shepardson, D.P.(1991). *Relationships among problem solving, student interactions, and thinking skills*. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Lake Geneva, WI, April 7-10,1991.(ERIC Document Reproduction Service No. ED 338494).
- Simpson, E. J.(1972). *The classification of educational objectives: Psychomotor domain*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Smith, G. J., & Carlsson, I. M. (1985). Creativity in middle and late school years. *International Journal of Behavioral Development*, 8, 329–343.
- Smith, G. J., & Carlsson, I. M. (1990). *The creative process: A functional model based on empirical studies from early childhood to middle age*. Madison, CT: International Universities Press.
- Stenberg, R. J. (2000). Identifying and developing creative giftedness. *Roepers Review*, 23(2), 60-64.
- Sternberg, R. J. (1996). *Successful intelligence*. New York, NJ: Basic Books.
- Sternberg, R.J., & Lubart, T.I.(1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R.J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3-15). New York, NJ: Cambridge University Press.
- Talarico, J. M. & Rubin, D. C. (2007) Flashbulb memories are special after all; In phenomenology, not accuracy. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 557-578.
- Thompson, P., Jones, M., & Warhurst, C. (2007). From conception to consumption: creativity andthe missing managerial link. *Journal of Organizational Behavior*, 28, 625–640.
- Tierney, P., & Farmer, S. M. (2002). Creative self-efficacy: its potential antecedents and relationship to creative performance. *Academy of Management Journal*, 45(6), 1137- 1148.
- Torrance, E. P. (1962). *Guiding creative talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (1992). *Creative Problem Solving: An Introduction*. Sarasota, FL: Center for Creative Learning, Inc.
- Tugade, M., & Fredrickson, B. L. (2000). Resilient individuals use positive emotions to bounce back from negative emotional arousal. Manuscript in preparation.
- Uszyńska-Jarmoc, J. (2007). Self-esteem and different forms of thinking in seven and nine year olds. *Early Child Development and Care*, 177(4), 337-348.

- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2005). Creativity and occupational accomplishments among intellectually precocious youths: An age 13 to 33 longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 97(3), 484-492.
- Wang, C. W., Chen, M., Horng, R. W., Huang, C. Y., & Li, H. P. (2004). Case studies of implementation of Web-based group decision support system and creativity training in organizations. *Taiwan Management Journal*, 4(3), 357- 378.
- Wang, C., & Horng, R. (2002). The effects of creative problem solving training on creativity, cognitive type and R&D performance. *R&D Management*, 32(1), 35–45.
- Ward, J., Thompson-Lake, D., Ely, R., & Kaminski, F.(2008). Synesthesia, creativity and art: What is the link? *Journal of Psychology*, 99, 127-141.
- Williams, F. E. (1980). Creativity assessment packet(CAP): manual. Buffalo, New York: D.O.K. Publishers Inc.
- Xu, F., McDonnell, G., & Nash, W. R. (2005). A survey of creativity courses at universities in principal countries. *Journal of Creative Behavior*, 39(2), 75-88.
- Yager, R. E. (1996). *Teaching science in the elementary school*. Boston: little, Brown and Company.
- Zhao, J. J., & Zhao, S. Y.(2010). The impact of IQ + EQ + CQ integration on student productivity in web design and development. *Journal of Information Systems Education*, 21(1), 43-53.