科學教育學刊 Chinese Journal of Science Education
1999, 第七卷第四期, 367-392 1999, 7(4), 367-392

開發科學創造力的 V-Map 教學策略實徵研究

[1] 江新合 [2] 唐偉成
[1] 國立高雄師範大學科學教育研究所
[2] 高雄縣瑞興國民小學

(投稿日期：88 年 5 月 25 日，修訂日期：88 年 11 月 16 日，接受日期：88 年 11 月 24 日)

摘要：本研究提出一套開發學生科學 創 造 力 V-Map 教學策略，其教學流程涵蓋：① V-Map 尖端呈現教學事件② V-Map 右側強調科學過程技能的學習③ V-Map 左側強調科學概念知識的學習④從右側到左側的教學過程中，都以認知衝突的策略問學生：爲什麼？是什麼？如何證明？

本研究係依準實驗設計研究法，就 V-Map 教學策略進行實徵研究。選擇某兩所國民小學共四班的 144 位五年級學生做爲研究對象，每校各選一班爲實驗組另一班爲控制組，進行爲期十二週的教學研究。

本研究認爲，開發科學創造力的先備能力有①觀察能力、②分類能力等，而科學創造力則定義爲①設計的能力、②尋求替代的能力等；研究結果發現：採用「開發科學創造力的 V-Map 教學策略」之實驗組學生在①觀察能力、②分類能力等科學創造力的基本能力方面，具有顯著性的進步（$p < 0.05^{**}$），在①設計的能力、②尋求替代的能力等二項科學創造力，表現上也有進步，但未達顯著性水準。二位參與教學的教師則認爲「開發科學創造力的 V-Map 教學策略」具有：①能增進學生思考的能力，②能增進學生思考的興趣，③能促使學生接受多元的想法，及④能增進學生多元的思考能力。

關鍵字：V-Map 教學策略、科學創造力

壹、前言

行政院教育改革審議委員會（1996）出版的「教育改革總諮議報告書」中指出：

「在未來多變的世界裡，年輕人要有獨立自主的心靈，而不隨波逐流；瞭解自己的長處和優點，而自信地適性發展；學習欣賞美的事物，有健康的身心；具備創造思考、批判反省、適應變遷的能力；懂得如何與自己相比，做一個能自律而樂觀進取的人。」

其中特別值得引起本文注意是「創造力」，因爲「創造力」被公認爲未來二十一世紀的公

民所應具備的重要能力，也就是未來所要強調的教學目標之一。

Torrance 和 Goff（1989）指出，1960 年代美國的教育目標及方法，曾發生了一場寧靜革命（quiet revolution），這場革命使得美國的教育目標轉爲強調創造性思考解題（creative problem solving）和創造性的表達（creativity expression）。時勢所趨，近年各國課程的改革風潮中，也都強調要以培養學生問題解決的能力爲首要的教育目標，如：我國目前正在研擬的九年一貫科學課程標準、香港中小學科學課程綱要、美國國家科學課程標準以及西澳科學課程標準，紛紛將此當做教育的重要目標之一（湯偉君，邱美虹，1998）。這些課程標準同時都強調「發展學生具有創造性、責任感、信心的基本能力來解決問題」或是「在科學上從事創造性的思考及活動」。總而言之，發展學生創造性思考以及解決問題的能力，以面對未來的問題，是目前各國政府都強調的重要教育目標之一。

由於教學環境（尤其是教材、教學進度等因素）的限制，本研究僅能針對科學創造力的先備技能：①觀察技能、②分類技能，及科學創造力中的③設計技能、④尋求替代的技能等進行分析，而研究目的則爲：

①開發一套可以培育學生科學創造力的 V-Map 教學策略。

②分析 V-Map 教學策略對學生「科學創造力」所產生的影響。

③分析 V-Map 教學策略對學生「學習成效」所產生的影響。

④分析 V-Map 教學策略對學生「學習興趣」所產生的影響。

貳、文獻探討

本研究中將提出一套可以開發國小學童科學創造力的教學策略，並探究此教學策略對開發學生科學創造力之影響。據此，本章將由：一、創造力與科學創造力；二、開發創科學造力的相關理論；三、開發科學創造力的教學策略設計等三部分進行討論。

一、創造力與科學創造力

許多與創造力相關的研究中，都將「創造力」與「擴散思考能力」畫上等號，並以①敏覺性（sensitivity）、②流暢性（fluency）、③變通性（flexibility）、④獨創性（originality）、⑤精進性（elaboration）等五項心理特質作爲評鑑個體具有創造力的指標（張玉成，1995），但是這樣的定義對「科學創造力」來說是否適切？在教育的領域中又是否實際呢？實在有相當的討論空間，因此，本節中將分成㈠對創造力定義的再思維；㈡從科學過程技能和科學知識層面分析科學創造力的類型；㈢科學創造力測驗等三個部分來進行討論。

(一)對創造力定義的再思維

「創造」（creative）的字源來自拉丁文的 Creatus，原意爲「製造或製作」，或按字面解釋爲「生長」。韋氏大字典的解釋「創造」（creativity）一詞代表著有「賦予存在」（to bring into existence）的意思，具「無中生有」（make out of nothing）或「首創」（for the first time）的性質（Gove, 1973, P.532）。

1988 年韋氏辭典則說明「創造力」（creativity）代表的是「創造的能力、藝術的或是智力的發明才能」。1988 年的英語詞庫字典則說明「創造力」一詞最早以英文字出現的紀錄是在 1870 年至 1875 之間，並將創造力描述爲一種「超越傳統概念、規則、型態、關係，並能創造有意義的新概念、形式、方法、解釋等等的能力。」

在上述的諸多定義中，一般研究「創造思考能力」的教育心理學家們的教學研究較偏向

於培育學生的「擴散性思考能力」，例如：威廉氏的創造與情意教學模式、基爾福特創造思考教學模式、陳龍安（ATDE）教學模式……等等（陳龍安，1985），但是筆者不禁質疑：

1. 何謂「無中生有」？如果以一般對「無中生有」一詞的理解，作爲「創造」的一項判準，那麼科學演進將不屬於「創造」。因爲，任何科學理論的建立顯然是不可能憑空出現的（連牛頓都要站在巨人的肩膀上！）！那麼，「無中生有」的意涵何在？涉及到那些層面因素呢？
2. 「首創」（originality）（一稱獨創）的標準何在？在許多有關創造思考能力的研究中，心理學家們都將「首創」作爲判定個體創造思考能力的重要指標。但是，若以「無中生有」做爲「首創」的標準，那麼除了愛因斯坦、海森堡……等偉大的科學家外，具有創造力的個體將是寥寥可數，這也使得教育上對開發創造力所進行的任何教學努力，都將變得毫無意義，於是，對「首創」一詞尋求具有教育意義的判準就有必要的了。
3. 最後，創造思考能力是否等同於擴散性思考能力？答案顯然是否定的！因爲如果這二者相等，那麼最具有擴散思考能力的妄想症病患顯然是最具有創造思考能力的人。但是，如果這二者不相等，那麼這二者的從屬關係又將如何界定？

關於第一個問題，筆者認爲若將「無中生有」定義爲「觀念的轉換」，尤其是以「對問題的重新理解與建構」爲主體，則將具有教育的意義。但是在「重新理解與建構」的過程中，必須涉及到的基本層面是什麼呢？或許從這個角度切入，可以找到形成「創造思考能力」或「創造力」的相關因素。

張玉成綜合歸納「購物車」、「安全刮鬍刀」、和「籃球運動」等發明的心路理論和運作過程，得到與「創造發明」相關的因素有：①創造發明的產生須先有動機②創造發明的需求與動機，有賴專注投入與耐心追求才能成功③動機與努力之外，創造發明需要有靈感或方法才能完成④創造發明始於發現問題，繼而探討問題，至驗證可行爲止⑤創造發明並非博士、專家的專利，任何人只要肯用心就有成功的機會。

筆者再從科學教學的角度切入來分析上述的因素，認爲涉及到「重新理解與建構」（或無中生有）的因素層面可分類爲：①*知識層面*、②*方法層面*及③態度（如*動機*）*層面*。茲舉例說明如下：

精神病患癱瘓症 GPI（general paralysis of the insane）曾是十九世紀醫學界傷透腦筋的問題（涉及到態度（如*動機*）*層面的因素*）。在顯微鏡發明之前，探索其成因的理論多以手淫的行爲爲主（*涉及到知識層面的因素*）。直到後來發展出微生物論時（*增強知識層面的因素*），有人才開始懷疑「是否微生物才是病因？」（*涉及懷疑的態度層面因素*），而完全扭轉了研究的方向，也因此找出致病的主因是「梅毒螺旋菌」（*涉及到知識層面及研究方法層面的因素*）。由此可見，對問題的「重新理解與建構」過程，確實涉及到「*知識層面*、*方法層面*及態度（如*動機*）*層面的因素*」，同時從這個案例也可以發現，科學知識的進展，基本上是基於知識的開發及對問題概念的「重新理解與建構」，並非靠著隨意收集資料就可以產生知識的累積。

對問題的「重新理解與建構」就是研究者對「無中生有」的新理解，也是對「創造思考」的具體定義，這個定義也符合格式塔心理學家對「創造的洞察」的看法，他們認爲：對問題

突然的轉換看法，或對問題主動再「重新理解與建構」的主因就是「創造的洞察」(Smith, 1995)。

關於第二個問題，研究者認爲在一般研究中，對「首創」就是「無中生有」的詮釋，在教學上會使得學生一昧的進行天馬行空式的、不切實際的胡思亂想，也因而忽視了教學的實際目標（陳龍安，1988）。因此在教學上，「首創」(或創造、無中生有）必須定義爲：「學生自行建構出對他自己的認知體系而言是新的、原創性的，且具有適切性的概念」，唯有如此的定義才能符合創造思考教學的價值！

這裡比較有爭議的是何謂「適切性」？筆者認爲適切性的判準是：能符合「經驗邏輯」或「理性批判」驗證的新(或原創性)概念(洪振方，1998；鄭昭明，1997)。

關於第三個問題，基於對第一個問題及第二個問題的認知，可見「擴散性思考」不一定能產生「創造思考」，因爲「創造思考」必須符合「適切性」的判準。

綜合以上的探討，研究者認爲「科學創造力」(scientific creativity)應該是：「個體（如：學生）依其①*開放的態度及動機*，運用其本身所具備的②*科學過程技能*和③*科學知識*，來製造對個體認知體系而言是新事物的能力。此一定義包含三個層面：

1. 個體以其開放的態度、強烈的動機及對問題的堅持來接納問題。
2. 個體以其*科學知識*來認知問題。
3. 個體以其科學過程技能及適切性的判準來運作問題。

從科學過程技能和科學知識層面分析科學創造力的類型

綜合上述的探討知道，本研究的「科學創造力」與一般研究者的定義不同，特別強調「無中生有」或「創造」必須以個體的認知體系做爲比較的標準，其內涵則由①*開放的態度及動機的層面*，②*科學過程技能的層面*，*以及*③*科學知識的層面*等三大層面因素所組成。

江新合（1997a）亦曾利用「知識場論」的觀點進行「*科學過程技能層面與科學知識層面*」對科學創造力影響的分析，認爲「科學創造力」的具體形態可分爲：①水平式科學創造力。②垂直式科學創造力。③靈感式科學創造力等三個類型(江新合，1997a；饒見維，1994)。茲分別敘述如下：

1. 水平式科學創造力

水平式科學創造力強調對數種舊知識「重新化合」的一種能力，亦即將數種舊知識重新「化合」成層次等級沒有什麼改變的新知識，例如應用超音波設計清洗儀器、玻璃染上顏色成爲隔熱玻璃……等。

形成「水平式科學創造力」的因素不但需要科學知識，也需要相關的科學技能，例如：預測技能、觀察技能、多元思考技能、聯想技能、推理技能、類化技能、組合技能、設計技能、解決問題技能等皆是，其關係如下：

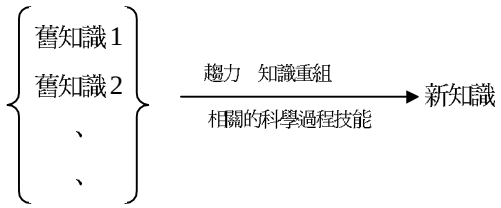


圖1：水平式科學創造力示意圖（江新合，1997a）

2. 垂直式科學創造力

垂直式科學創造力強調對某一主題知識不滿意而產生「重新理解與建構」的一種能力，亦即將某一主題知識經「重新理解與建構」而達到主題深化或創新的知識，例如古典牛頓力學對速度接近光速時的許多物理現象都無法獲得滿意的解釋，經過 10 多年的努力才建構出相對論。

形成「垂直式科學創造力」不但需要科學

知識，亦需要相關的科學技能，而這些科學技能大多和形成「水平式科學創造力」的相關科學技能都彼此重疊，諸如：預測技能、觀察技能、多元思考技能、聯想技能、推理技能、類化技能、組合技能、設計技能、解決問題技能等，其關係如下：

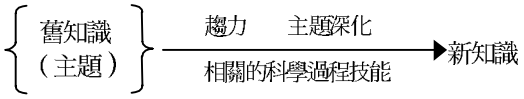


圖 2：垂直式科學創造力示意圖（江新合，1997 a）

3. 靈感式創造力

靈感式創造力基本上是比較傾向於符合某些適切性要求的「天馬行空」式創造力（即擴散思考能力），譬如開發有名的電腦程式、設計前衛的衣服、設計效果震驚的電子廣告、創作藝術等等，類似這些科學創造力，雖然也需要科學過程技能和科學知識做基礎，但基本上是依靠個體的幻想力或想像力爲主，這些已開發擴散性思考的教學模式在正常的教學中不易實施，因此僅將部分合適的教學策略融入本研究中。

分析江新合教授對科學創造力的理念，亦與本研究的看法相似，即「創造」就是利用一些科學過程能力，對某些科學概念進行「重新理解與建構」。

綜合上述諸多的分析得知，涉及科學創造力的「*科學過程技能*」可歸納成下列四種能力：

1.組合舊概念的技能（含預測、觀察、問問題、聯想……等思考技能）。

2.多元思考的技能（含組合舊概念、推理、類化、主題深化……等思考技能）。

3.解決問題的技能（含多元思考、評估、下決定……等思考技能）。

4.創新的技能（含直覺、想像、多元思考、解決問題……等思考技能）。

這些分析所得，將做筆者設計本研究教案及科學創造力測驗時的參照指標。

(三)科學創造力測驗

目前創造思考能力測驗（如威廉式圖形測驗、拓弄思非語文測驗……等評量工具）具有以下的問題：

1.創造思考能力測驗未配合教學目標來設計，因此不能利用這些測驗來收集和教學相關的資料，以做爲解釋教學策略之有效性！事實上「威廉式圖形測驗」或類似的量具不足測驗一位科學家的創造力。

2.創造思考能力測驗未考慮創造者的動機及態度，在受試者的創造動機不足下，無法測得符合受試者動機及態度的創造力。

3.創造思考能力測驗未考慮科學技能及科學知識，無法看出與科學相關的多元思考技能、解決問題的技能、組合舊概念、形成新概念的技能、以及創新的技能。

一般而言，目前都以「拓弄思創造思考能力測驗」做爲「科學創造力」的量具，但這些測驗量具的內容卻是以擴散性思考爲主，因此若利用這些量具做研究，來詮釋受測者的科學創造力，眞的值得爭議！

筆者認爲，「科學創造力」，最低限度要能評量出受試者在科學過程技能及科學知識二個領域中的創造力，以及在科學領域的創造傾向，譬如評量出受試者的多元思考技能、解決問題的技能……，如此才能符合科學教育目標的基本要求，才可以預測受試者未來在科學領域的成就。

綜合上述分析所得，研究者認爲：

1.科學創造力是一種「重新理解與建構」的能力，也是每一個人與生俱來的潛能，但這個潛能卻受到①科學知識層面及②科學技能層面（如科學過程能

力、實做能力、後設認知的管理能力……），③動機和態度層面（如興趣、個人需求、環境……）等的影響，因此必須藉著教育的手段，增強這三個層面對個體的影響力。

2.創造力爲多種高層次思考技能（如批判思考技能、推理技能……）的互動結果，並非單一能力。

3.創造力與創造思考能力基本上是一之兩面，創造力是執行創造思考結果的能力，而創造思考能力是一種潛能，必需藉著「重新理解與建構」來呈現其想法是否具備「經驗邏輯性」或「適切性」。

最後研究者試圖將以上的分析結果，以圖 3 來說明之。

二、開發科學創造力教學策略設計

經過前述的幾項因素分析，研究者認爲江新合（1997b）所提出的 V-Map 教學模式及其教學策略(見圖 4)(以後以可以 V-Map 教學策略稱之），可以有效來開發學生的科學創造力，茲敘述如下：

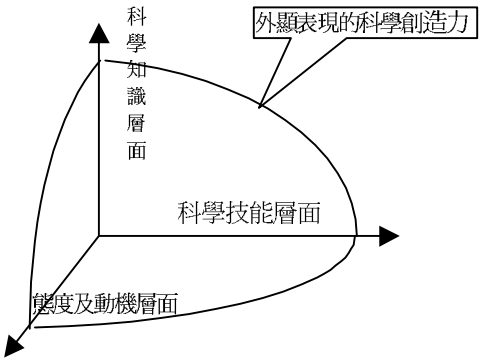


圖 3：組成科學創造力的三大相關層面因素

◦利用學習事件強化學生學習的動機

前面提到，科學創造力是每一個人與生俱來的潛能，但這個潛能卻受到①科學知識層面，②科學技能層面（如多元思考技能、解決

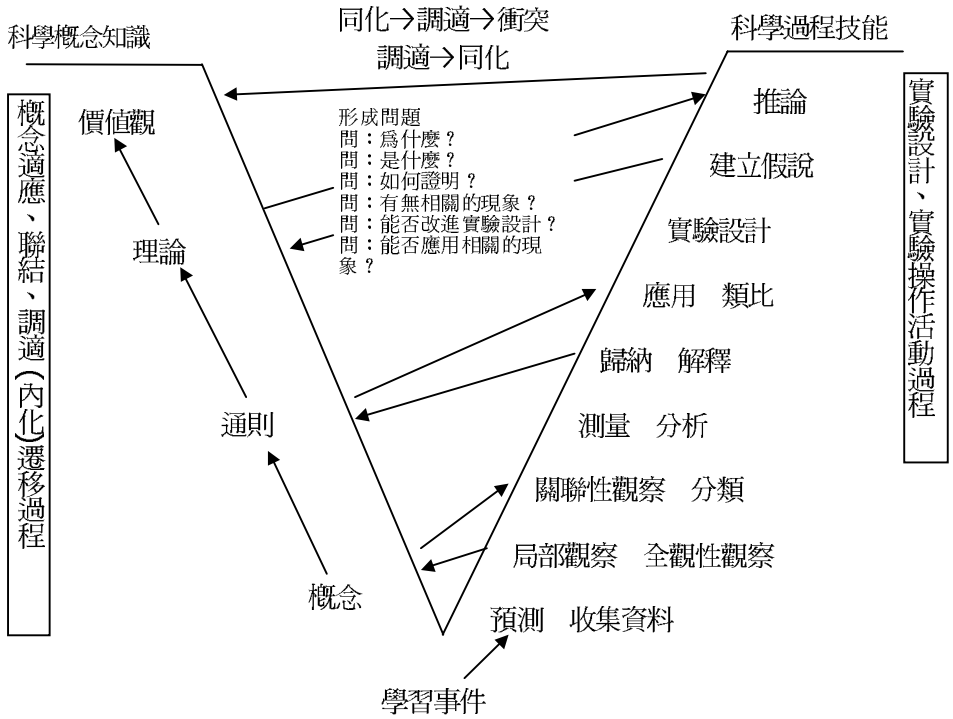


圖 4：融合認知衝突之 V-Map 教學策略（江新合，1997b）

問題的技能、組合舊概形成新概念的技能、創新的技能），③態度和動機層面（如興趣、個人需求、環境的需求……）等的影響，因此必須藉著教育的手段將它開發出來。

就態度和動機層面（如興趣、個人需求、環境的需求……）而言，特別要強調實現自我爲目的的學習動機，而且學習動機愈強，則產生的「創造力」將愈強（張玉成，1995；Amabile, 1983；Birch, 1945）。

在 V-Map 教學策略中，開始時教學者可利用實驗活動或事件的呈現方式，再配合問：你看到什麼現象？爲什麼會產生這種現象？這個現象是否也在日常生活中出現？你能否舉出和出現相關的其它現象……（對學生而言最好爲一認知衝突事件），引出學生解決問題的挑戰動機。

(二)利用「做中學」及「討論中學習」可以培育學生的科學技　、科學概念知識和創造力

當學生進入解決問題的興趣之後，教學者應該安排科學技能的學習環境，讓學生逐步進行：①預測（引導學生進行各種層面的預

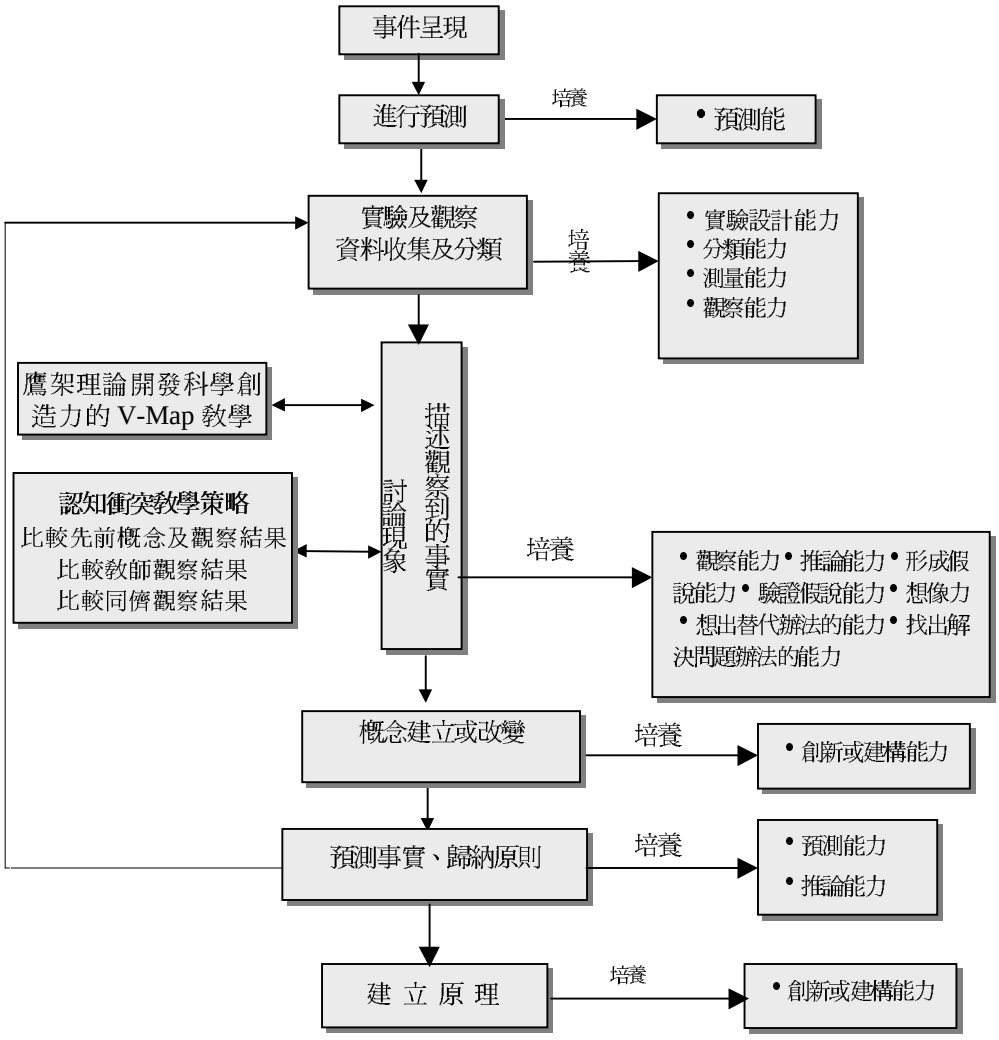


圖 5：V-Map 教學策略中相關理論及所設計的教學流程示意圖

測）➡②進行分組實驗：(引導學生進行局部觀察、全觀性觀察、關聯性觀察、分類、測量……)➡③實驗發現記錄（引導學生發現最不易被覺察的現象、對一個實驗至少要找到十個以上的現象）➡④討論（選擇至少五個重要的發現進行全班性的討論，並以：爲什麼？怎麼證明？及認知衝突、互相批判的教學策略，引出必要的科學概念）➡⑤主題深入的探討（選出至少一項發現進行主題深入的探討，引出學生的想像能力和創造能力）。

a.Ⅲ. V-map 教學策略中之相關教學理論及所設計流程

筆者依據 V-Map 教學策略，結合相關教學理論與能力指標設計出完整的教學流程如(圖 5)。

參、研究方法

本研究的研究方法兼具「質」與「量」二部分。就量的部分而言：先由過去相關文獻中分析出認爲能開發學生科學創造力的相關因素，再依據這些因素提出教學策略，並進一步建構出與教學策略相符的教材。然後採用「準」實驗設計，探究實驗組與控制組在經過教學處理後，在科學創造力測驗及自然科成就測驗上的改變。

就質的部分而言：透過教室觀察、錄影分析及半結構式晤談，以確保教師所使用的教學策略能符合研究者的設計，並據此分析教師與學生在教學過程中的互動。

研究方法的內容將涵蓋：①研究對象②研究設計（內涵：量的方面、質的方面、準實驗設計、及實驗處理）③研究工具（內涵：科學創造力測驗、學習成就測驗與學習保留率）等三大項（實驗組的教學設計，內涵：教學活動設計、實驗組的 V-Map 教學策略，放在附錄），茲分項說明如下：

一、研究對象

以南部某二所國小（一爲都市型態、另一爲鄉村型態），每校各選二班（一班爲實驗組、另一班爲控制組）之五年級（11～12 歲）學童，共四班計 144 人爲本研究之對象，進行十二周的準實驗設計。

二、研究設計

在「量」和「質」的設計如下：

㈠量的方面：

1.量具：

研究者爲了解經過 V-Map 教學策略教學的學生在「科學創造力」和「一般自然科學測驗」上的改變，而自行研發「科學創造力測驗」與「一般自然科學習成就測驗」二種量具，以對學生進行教學前測及後測的探究。

2.數據蒐集：

科學創造力測驗部分：

實驗教學開始前進行前測，實驗教學過程中測驗一次，實驗教學結束後進行一次後測，總共進行三次（實驗組與控制組同時進行）。

成就測驗與學習保留率部分：

實驗教學開始前的第一次成績考查成績做爲前測之成績，實驗教學結束前的第二次成績測驗爲後測之成績，後測後第三週以同份成就測驗（問題與選項重新排列）進行測驗，做爲學習保留率的依據。

3.統計方法：

以 SAS 套裝統計程式中的 GLM 一階線性模型進行 F 考驗，每次考驗都以前次測驗成績做爲平衡之共變數 ，進行考驗。

本研究中以 p 值小於 0.05 做爲是否達到顯著差異的標準（*p<0.05）。

㈡質的方面：

1.半結構晤談：

在實驗過程中對二位參與研究的教師及 11 位實驗組學生（高分組 4 位，中分組 3 位，低分組 4 位）進行「教學感受」、「學習態度」的改變觀察與晤談。

參與教師部分：每週教學完成後進行一次晤談。

實驗組學生部分：實驗教學中一次，實驗結束後一次。

◆晤談的綱要如下：

對參與研究教師的半結構晤談設計

(1)你以後還會用這種教學法嗎？

(2)開發科學創造力的教學法和你原先的教學方式有什麼差別很多嗎？

(3)你的學生會喜歡這樣子的教學嗎？討論的氣氛會不會熱絡？

(4)如果整個學期都這樣上課，你的學生會不會感到很煩？

(5)您覺得這樣的教學法好不好教？是否具有實用價值？

（晤談記錄可參閱附錄二）

◆對實驗組學生的半結構晤談設計

本研究中，晤談對象是以前測成績爲分組依據，分爲高分組 4 位、中分組 3 位，低分組 4 位，共 11 位實驗組學生。晤談問題設計如下：

⑴你喜不喜歡這樣的上課方式？爲什麼？

(2)在最後的問題部分，能不能刺激你去思考？爲什麼？

(3)那這樣的上課，能不能提昇你的觀察能力？爲什麼？

(4)這樣的上課方式對你學習自然有沒有幫助？爲什麼？

（晤談記錄可參閱附錄二）

2.教室觀察錄影：

在實驗處理開始前一週，每週二節課對實驗組及控制組之教學過程進行錄影。在 12 週的實驗教學中，扣除二週無法進行教學外，每班均錄有 20 捲錄影帶(每節 40 分鐘,每捲錄 80 分鐘)。此部份資料用於校正半結構晤談資料之依據，及確認參與教師在實驗組所進行之教學能符合研究者所設計之教學法，以及不影響控制組之慣用教學法。

a.準實驗設計

(見圖 6)

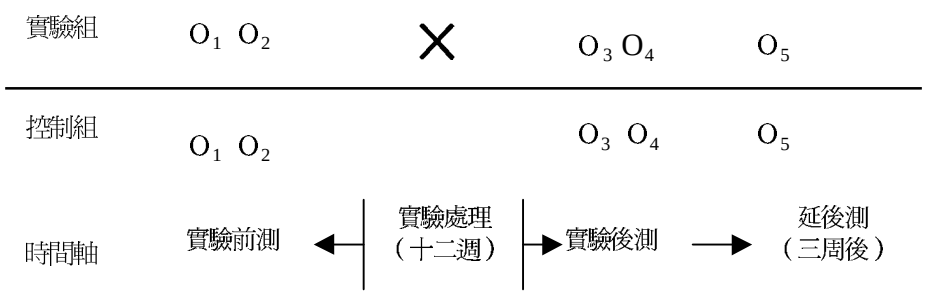


圖 6：準實驗設計示意圖

表1：圖6中準實驗設計示意圖說明

O_1 O_3	爲科學創造力測驗（含觀察能力、分類能力、尋求替代的能力、設計實驗的能力）之前、後測。
O_2 O_4	爲一般自然科學習成就評量之前、後測（以實驗處理中的三個教學單元爲評量內容）。
O_5	同前項O_4的學習成就評量，但評量時間爲完成後測的三週後進行。
× ：	實驗處理： 實驗組的學生以開發科學創造力爲導向之 V-Map 教學策略。控制組的學生則仍接受參與教師的習慣教學法（見教師的慣用教學法）。

pm準實驗設計示意圖中（即圖６）的實驗處理說明

1.爲避免教師因素影響實驗，各校控制組與實驗組的教師爲同一人，共有二位老師參與實驗。

2.控制組與實驗組的分組方式、教學節數與教材

(1)分組方式：因參與學校之實驗設備與器材之限制，因此不論實驗組或控制組，均將每班學生分成六組，每組約 4～6 人，分組時教師不指定學生組別，完全由學生自行決定小組成員，每組並自行推選出一位組長，負責實驗器材的領取及發放。

(2)教學節數：除月考外，均在實驗室上課。每週上課四節，但在 12 周的教學中，有一週爲校慶準備活動及一週爲定期考查，共計減少 8 節，因此實際授課節數爲 40 節。

(3)教材：在本研究中，所實驗組與控制組均使用的教材是國立編譯館所編之國民小學自然科學課本第九册第四單元「細胞的觀察」、第五單元「力與運動」、第六單元「槓桿」及第七單元「輪軸與滑輪」等四個單元（見附錄二，教學活動設計範例）。

3.對控制組的慣用教學法

(1)依據課本的實驗設計進行實驗。

(2)教師以講述的方式並依據課本①講解實驗中的觀察重點、②講解產生實驗現象的原因與③講解實驗的結論。

(3)教學完成後，以參考書爲學生進行精熟學習與補救教學。

4.對實驗組的 V-Map 教學策略

就本研究而言，希望能在「解決科學問題」的情境中，激發出學生的科學創造力，因此依據國小五年級的自然科分組，採用圖 5 融合認知衝突之 V-Map 教學模式（江新合，1997a）來進行教學。

三、研究工具

本研究中所使用之「科學創造力測驗」與「學習成就測驗」均爲研究者自行開發，其內容詳述如下：

㈠科學創造力測驗

1.量具

爲了配合教學內容以及普遍化的需求，以實驗報告做爲科學創造力的評量工具是可行的方式之一，因此每單元教學完成後，進行施測，其程序如下：①進行實驗操作，並回答：②*你看到什麼*？③*你如何把看到的現象分類*？④*你如何將所看到的諸現象應用於生活中*？⑤*從這個實驗的理論中，你能否引發你設計一個新的實驗*，部分設計見（附錄三）。

2.量具的評鑑內容

就本研究而言，可以從實驗活動報告中抽離出和科學創造力相關的能力：①觀察能力、②分類能力、③尋求替代能力、與④設計實驗的能力等。

3.評分

學生的報告要如何評量呢？其方法如下：

(1)要瞭解學生是否具有「創造力」，評分者必須充分掌握五年級學生在自然科方面的起點行爲，因此本研究聘請 3 位擔任過五年級自然科教學 2 年以上之自然科教師擔任本測驗的評分者。

(2)以①創意；②可行性；③敘述的完整性等做爲評鑑的三個主要項目。

(3)以「①創意」爲評分的重點，以②可行性及③敘述的完整性做爲酌予增減分數的參考。

(4)給分採用相對給分模式，先將每組之答案依優劣排出高低，然後依優劣的排序給分（每位評分教師均排出屬於自己的優劣次序並給分）。

4.評分者信度

在本研究中對四個班級，每班分成六組進行三次測驗，每次測驗分別測量四項能力，由三位教師評分，，每位教師對四項能力的分數共評出 288 份的成績，研究者由三位評分教師的評分中，任意對應取出 72 份，以 SAS 套裝程式進行 A、B、C 三位評分者評分分數的積差相關與內部一致性考驗，如下：

表 2：A、B、C 三位評分者評分之相關係數矩陣

	A	B
B	0.76***	
C	0.81***	0.86***

*** P<0.001　N=72　Cronbach α＝0.93

因爲三位評分者的相關係數均達到顯著相關 P<0.001 的水準，以及代表內部一致性的 Cronbach α值＝0.93，所以，在本量表的評分者信度上，相信三位評分者應該已達到一致的評分標準。

㈡學習成就測驗與學習保留率

爲配合教學及達到普遍化的目的，本研究採用一般學習成就測驗的命題方式來設計成就測驗，做爲分析實驗教學對學習成就的影響。在學習成就測驗的題型設計上，研究者儘可能採用一般教師在出題時所使用的題型，測驗題的內容，也以課本、參考書、測驗卷、自然科學習作、自然科學探討等做爲標準，重點說明如下：

測驗題的內容效度

測驗題的內容效度係依「雙向細目表」來分析決定。在「雙向細目分表」中（見表 3），因爲評量之對象爲國小學生，所以本研究減少教學目標中的高層目標，而將 Bloom 所提出認知領域的六項目標中的應用、分析、綜合、評鑑結合成「應用」一項，因此教學目標中僅有知識、理解、應用等三項。再依據本研究的教學內容與教學目標，由課本、參考書……中挑選適合之題目，作若干數字與題意上的修改後，便成了本研究的學習成就測驗卷。

此外，在學習保留率的測驗上，延後測之題目與原測驗卷相同，但題目中之選項、題目與題型排列的方式則是重新排列。

肆、研究結果及討論

利用準實驗研究法檢驗所開發的 V-Map 教學策略之教學成效，依對學生的①「科學創造力」、②「學習成就」以及③「晤談結果」等三部分討論如下：

表 3：自然科學學習成就測驗卷雙向細目表

教學目 / 教材內容 / 配分	題號	知識	理解	應用	合計	百分比	單元比例
1-1 顯微鏡構造	T3、D3	12		2	14	14%	35%
1-2 顯微鏡操作技能	C2、C3	4			4	4%	
1-3 細胞的構造	T2、C1、D6	9	2		11	11%	
1-4 細胞觀	T1、C4、C5	2	4		6	6%	
2-1 力的現象	T4、C8		4		4	4%	36%
2-2 力的來源	T5、T6、C6、D4		6	12	18	18%	
2-3 力的圖示	C7、D1	2	12		14	14%	
3-1 槓桿原理	T9、C9、D2、D5	2	0	19	21	21%	29%
3-2 槓桿分類	T8		2		2	2%	
3-3 省力的機械	T7、T10、C10		2	4	6	6%	
合計		31	32	37	100	100%	
百分比		31%	32%	37%	100%		

表 4：控制組與實驗組在觀察能力上之 F 考驗結果

	組　別	平衡後之平均值	F 考驗	說明
第一次	實驗組	M=16.00	F=6.95**	E＜C
	控制組	M=18.33		已達顯著差異
第二次	實驗組	M=6.17	F=9.70***	E>C
	控制組	M=5.17		已達顯著差異
第三次	實驗組	M=6.50	F=17.32***	E>C
	控制組	M=5.50		已達顯著差異

* P<0.05　** p<0.01　*** p<0.001　E：實驗組之平均值　C：控制組之平均值

樣本數：實驗組=72 人　控制組=72 人　全部=144 人

一、科學創造力測驗部分：

㈠觀察能力

實驗組與控制組比較，發現有明顯的進步，並已達顯著差異的水準。

㈡分類能力

此部份因施測題目漏列，故僅有前測與後測二部分之考驗結果，但實驗組與控制組比較，發現有明顯的進步，並已達顯著差異的水準。

㈢尋求替代方案能力

實驗組與控制組比較，發現有進步，但未達顯著差異的水準。

表5：控制組與實驗組在分類能力上之F 考驗結果

	組　別	平衡後之平均值	F 考驗	說明
第一次	實驗組	M=15.67	P=2.18	E<C
	控制組	M=17.17		未達顯著差異
第二次	實驗組	M=24.50	P=11.70***	E>C
	控制組	M=21.83		已達顯著差異

* P<0.05　** P<0.01　*** P<0.001　E：實驗組之平均值　C：控制組之平均值

樣本數：實驗組=72 人　控制組=72 人　全部=144 人

表6：控制組與實驗組在尋求替代方案能力上之F 考驗結果

	組　別	平衡後之平均值	F 考驗	說明
第一次	實驗組	M=1.81	F=6.62*	E<C
	控制組	M=2.25		已達顯著差異
第二次	實驗組	M=3.22	F=0.18	E>C
	控制組	M=3.36		未達顯著差異
第三次	實驗組	M=2.50	F=2.30	E>C
	控制組	M=2.11		未達顯著差異

*P<0.05　E：實驗組之平均值　C：控制組之平均值

樣本數：實驗組=72 人　控制組=72 人　全部=144 人

表7：控制組與實驗組在設計實驗的能力上之F 考驗結果

	組　別	平衡後之平均值	F 考驗	說明
第一次	實驗組	M=1.08	F=0.22	E>C
	控制組	M=0.95		未達顯著差異
第二次	實驗組	M=3.14	F=0.61	E>C
	控制組	M=2.92		未達顯著差異
第三次	實驗組	M=2.86	F=1.09	E>C
	控制組	M=2.63		未達顯著差異

E：實驗組之平均值　C：控制組之平均值

樣本數：實驗組=72 人　控制組=72 人　全部=144 人

㈣設計實驗能力

實驗組與控制組比較，發現有進步，但未達顯著差異水準。

討論：

以上的結果顯示：二校實驗組學生在①科學創造力的基本能力之二項指標：**觀察能力與分類能力**上，有顯著的進步②但就科學創造力的二項指標：**尋求替代方案能力與設計實驗能力**上，其**改變未達顯著水準**，原因分析如下：

1.實驗處理的時間不足

在教室觀察的錄影中，發現學生大約至第 6-7 週才開始願意主動的思考問題與發表意見，這點顯示出學生在前六週的教學中仍在適應這種教學方式，而實驗操弄時間只有十二週，扣除一般學校之正常慶典或課外活動，能用於教學的時數進剩下十周，因此教學操弄對於培養科學創造力的部分向度上影響並不顯著。

2.科學創造力測驗的評量向度不足

科學創造力的向度是多元多的，但在研究之初，因考量國小學生基本能力以及課程內容的限制，因此僅能以尋找替代方案能力與設計實驗能力做爲研究的重點，因此僅能宣稱學生在這兩個向度上沒有顯著改變，而無法依此宣稱「科學創造力」沒有改變。

3.科學創造力測驗的評量時間不足

許多的相關文獻都指出，創造歷程是需要在輕鬆的、沒有時間壓力的情境下才能發揮創造力，而在實際教學環境中，評量時間受到上課時間限制，使得科學創力測驗僅能利用下課的 20 分鐘，或午間休息的 30 分鐘進行，扣除實驗操作時間，學生作答時間不足 15 分鐘，當學生陳述完觀察結果及分類後，實際用於發揮科學創造力的時間極爲有限，因此有可能評量時間不足是本研究的重大缺點。

二、學習成就測驗部分

研究者爲了解實驗組學生接受 V-Map 教學策略後，是否會影響其在月考成績？因此將學生的月考成績以 SAS 套裝程式進行分析，除前測爲 t 考驗外，後測與延後測均以前一次之測驗結果爲共變數，進行一階線性模型共變數分析（GLM）。

進行接受 V-Map 教學策略的實驗組學生與控制組學生的組間與組內考驗時，發現：①實驗組與控制組在實驗開始前無差異，②在後測與延後測（後測後三週）的分數上，實驗組則顯著優於控制組，並已達顯著差異水準。因此若將控制組視爲穩定狀態，則實驗組在學習成就測驗上之成績應該有進步。

表 8：實驗組與控制組學習成效的後測與延後測之 F 考驗結果（控制前測）

	組　別	平衡後之平均值	考驗結果	說　明
前　測	實驗組	M=85.42	T＝-0.45	無顯著差異
	控制組	M=86.64		
後　測	實驗組	M=86.16	F=9.21*	E>C 已達顯著差異
	控制組	M=81.75		
延後測	實驗組	M=85.37	F=11.54***	E>C 已達顯著差異
	控制組	M=80.47		

* p<0.05　** p<0.01　*** p<0.001　E：實驗組之平均值　C：控制組之平均值

樣本數：實驗組=72 人　控制組=72 人　全部=144 人

三、晤談結果

1.經半結構晤談二位參與教師（見附錄二），並以三角校正其可信度後，發現二位參與教師共同的看法：

(1)V-Map 教學策略對於提昇學生的觀察能力的提昇是有幫助的。

(2)參與教師認爲 V-Map 教學策略可以提昇學生的科學創造力。

(3)V-Map 教學策略可以使學生喜歡思考問題。

(4)V-Map 教學策略能促使學生思考問題。

(5)教師肯定 V-Map 教學策略的可行性。

(6)參與教師認爲學生會接受 V-Map 教學策略。

(7)參與教師認爲用 V-Map 教學策略要能掌握時間。

2.經半結構晤談 11 位學生(見附錄二)，以三角校正其可信度後，發現學生的共同看法是：

(1)學生認爲 V-Map 教學策略上課方式對自然科的學習是有效的。

(2)學生願意討論，但不願意發表。

(3)學生願意主動的觀察與思考。

(4)學生喜歡 V-Map 教學策略的上課方式。

伍、結論與建議

本研究希望發展一套合理且有效的「開發科學創造力」的教學策略。因此，經由相關的文獻探討，分析出一些提昇創造力的因子與教學策略，經歸納與綜合後，再融合生理基礎、認知衝突理論、社會建構理論與二元編碼理論等，並以 V-Map 教學模式來結合科學過程技能與科學知識二個科學學習的目標，形成 V-Map 教學策略。

爲了瞭解 V-Map 教學策略在實際教學情境中對學生科學創造力與學習成效的影響，本文採用準實驗設計與教室觀察、深度晤談，對相關的依變項進行探究。茲依 1.**結論**；2.**研究建議**二節，分述如下

一、結論

1.從二位參與教師的晤談資料、科學創造力測驗、及自然科學習成就測驗等數據，認爲**本研究開發的 V-Map 策略**對於學生的自然科學習是有幫助的，不但可以提昇自然科學習成就，也可以提昇學生「觀察」與「分類」兩項的科學過程能力。

2.二位參與教師特別強調「**問問題**」及「**認知衝突**」等**教學策略**能提昇學生在科學上的多元思考能力。對部分學生晤談與對實驗組的教室觀察錄影資料的分析結果，也支持此一結論。

3.綜合各類研究數據顯示，本研究值得再進行更精密（即排除實驗處理的時間不足、科學創造力測驗的評量向度不足、科學創造力測驗的評量時間不足等不利因素）及擴大不同年級的實驗研究。

4.經由教室觀察與對二位參與教師與 11 位實驗組學生進行深度晤談後的結果顯示，**V-Map 教學策略**應可用於目前的教學環境中。

二、研究建議

本節將依對開發國小學生科學創造力教學策略的建議、對.科學創造力評量的建議等二個部分，建議如下：

㈠對開發國小學生科學創造力教學策略的

建議：

1. 研究結果顯示，本研究中所提出的 **V-Map 教學策略**應該是可以開發學生的科學創造力。無論參與教師或實驗組的學生都相當肯定這套教學策略，尤其是認知衝突的部分，學生認爲有助於思考，並能將學到的知識精緻化；教師則認爲可以使學生　思考更深入、更多元，並且對於學生自然科的學習成就成績沒有負面影響，所以研究者認爲**這套 V-Map 教學策略有推展的價值**。
2. 在使用 **V-Map 教學策略**時，應注意時間的掌握。本研究在設計時採用建構主義的理念，因此，在討論、發表與觀察上，會比傳統的教學法使用較多的時間，但是研究中也顯示，當學生熟悉了此一教學策略後，上課所用的時間會隨之減少。
3. 在研究中發現，如果教師本身具有較開放的教學態度，往往能提供學生較好的創造空間，使學生較能自由的思考、主動的發表看法，並維持較佳的學習動機與學習態度。

㈡對科學創造力評量的建議

目前對於「科學創造力」評量的研究極爲缺乏，一般研究都是以拓弄思創造思考能力測驗爲量具，這些測驗的內容都宣稱是一種擴散思考性測驗，但在研究結果上卻又詮釋爲創造力測驗，這點相當令人爭議！所以，從事科學創造力相關研究的研究者，應該先思考如何建立一套有效、可信的科學創造力測驗！

本研究中所提出的科學創造力測驗向度有：**多元思考的能力、解決問題的能力、組合舊概念、形成新概念的能力及創新的能力**。但因研究者預設了國小學童的能力，僅對尋求替代能力與設計實驗能力等二個分項能力進行評量，然而在實際情況中卻發現學生的科學創造力是多元的，也是無法預測的，因此，在未來的研究中，對科學創造力測驗應做更爲周詳的設計。

其次，以組的成績來評判 **V-Map 教學策略**能否促進創造力的成長，並不能看出每一位學生在科學創造力上的改變，必須改善。

誌　　謝

本研究感謝屏東縣大潭國小林美惠老師，屏東縣海濱國小莊清雄老師及鄧富月老師在教學及評量上所給予的協助。同時感謝國科會研究獎助(NSC-88-2519-S-017-001-C)經費補助。

參考文獻

1. 江新合（1997a）：**發展心理學研究**（未出版）。
2. 江新合（1997b）：邁向廿一世紀的科學教育。**物理教育**，第一卷第二期，1997 年秋季刊。
3. 行政院教育改革審議委員會（1996）：**教育改革總諮議報**告書。台北市：行政院教育改革審議委員會。
4. 洪振方（1998）：科學創造力之探討。**高師大學報**，201-214 頁。
5. 張玉成（1995）：**思考技巧與教學**。心理出版社。
6. 陳龍安（1993）：**創造思考教學的理論與實際**。台北市：心理出版社有限公司。
7. 鄭昭明（1997）：創造思考性的原理原則。張昭鼎紀念研討會。
8. 湯偉君，邱美邱（1998）：創造性問題解決模式對國三學生科學學習的影響。第十四屆科學教育學術研討會短篇論文彙編 p.p. 603-611。

9. 饒見維（1994）：**知識場論：認知、思考與教育的統合理論**。台北市：五南圖書出版公司。
10. Amabile, T.（1983）. *The social psychology of creative*. New York：Springer-Verlag.
11. Birch H. G.（1945）. The Role of Motivational Factors in Insightful Problem-Solving. *Journal of Comparative Psychology*, 38, 295-317.
12. Gove, P. B.（1973）（Ed.）. *Webster's Third New International Dictionary*.（台北市：新月圖書公司翻版）
13. Smith, M. S.（1995）. Getting Into and Out of Mental Ruts：A Theory of Fixation, Incubation, and Insight. In Sternberg, R. J. & Davidson, J. E.：(Ed.), *The Nature of Insight*,（pp.229-252）, Cambridge： The MIT Press.
14. Torrance, E. P. & Orlow, E. B.（1984）. *Torrance Tests of Creative Thinking Streamlined*（*Revised*）. *Manual*. Illinois: Scholastic Testing Service. Inc.
15. Torrance, E. P. & Goff, k.（1989）. A Quiet Revolution. *The Journal of Creative Behavior*, 23(2), 136-145.

附錄一

實驗組的教學設計

本研究爲符合教學現況，以滿足教師對於目前教學情境的需求，在教材設計上仍然選擇使用教師最普遍與最熟悉的教材內容，因此，實驗教材爲國立編譯館所編的國小自然科學第九册中的四個單元。但實驗組爲配合本研究所提出開發科學創造力教學策略，所以使用的教材做了小幅修改；控制組所使用的教材則仍然維持原教材設計。茲以修改過的「細胞的觀察」單元爲例，說明如下：

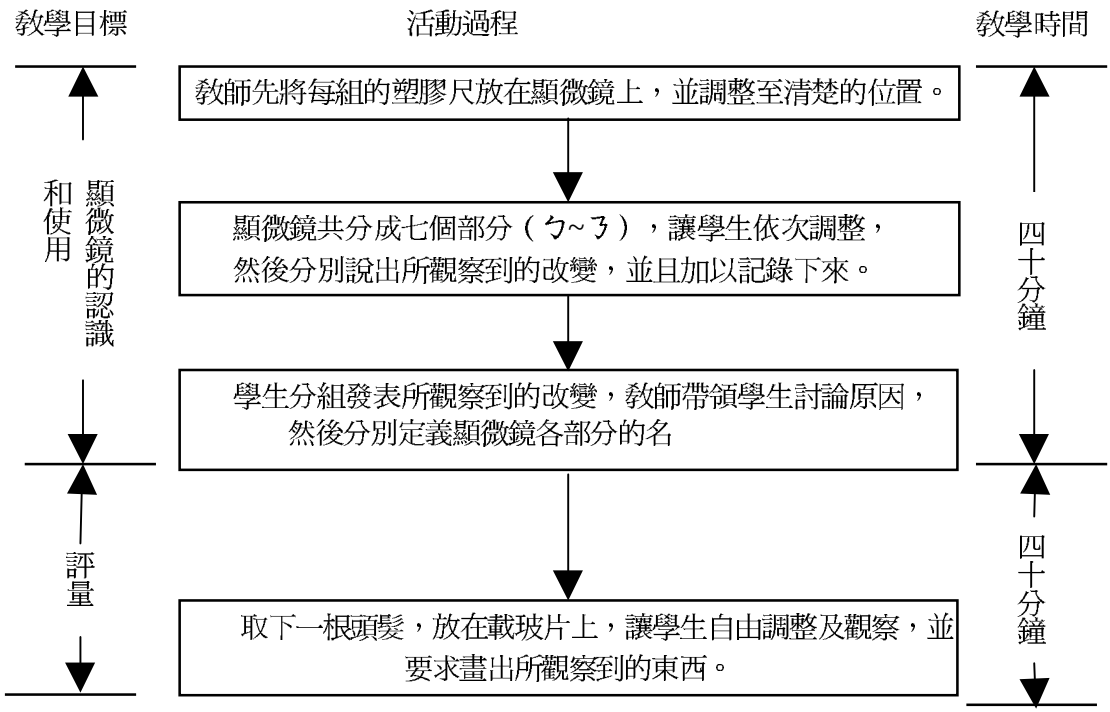
教學活動設計

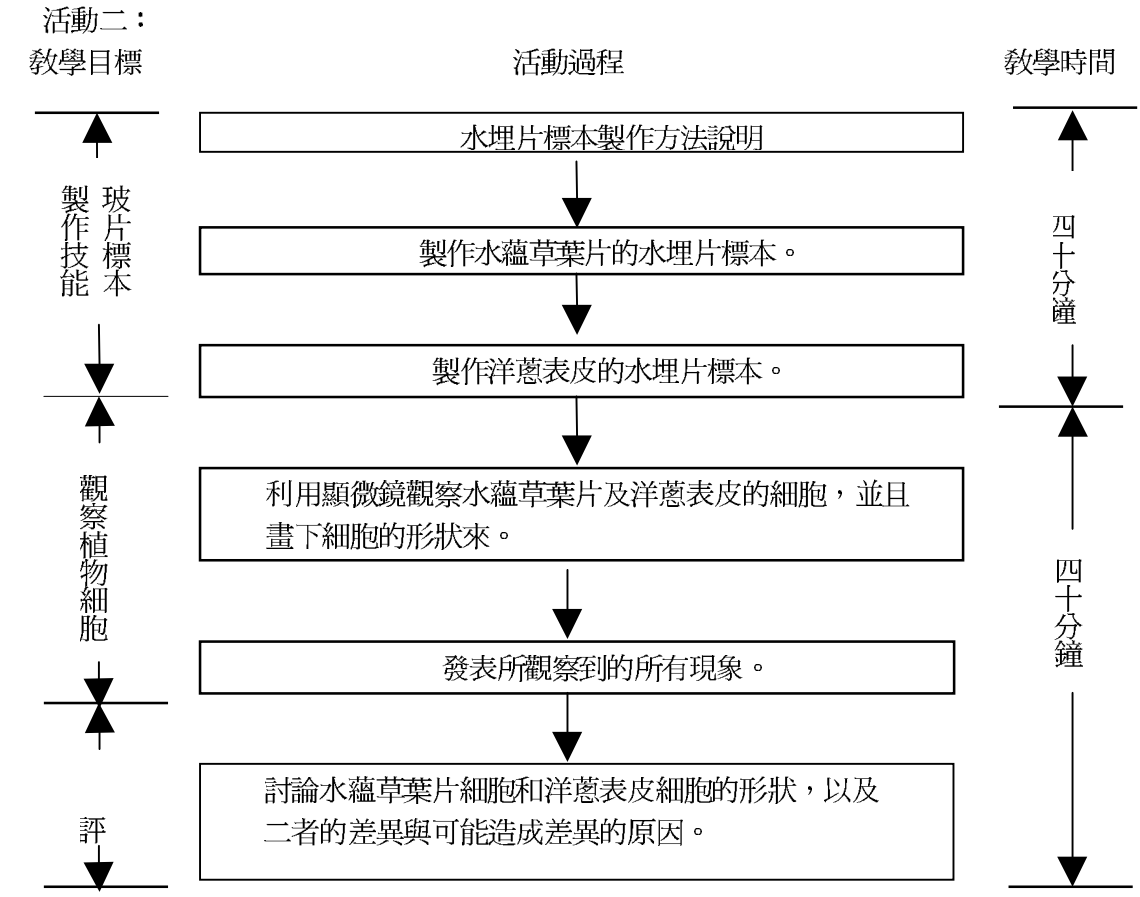
一、教學單元：細胞的觀察
二、教學時間：八節（共 320 分鐘）
三、教學材來源：國立編譯館自然科學第九册
四、教學器材：（每一組）共六組

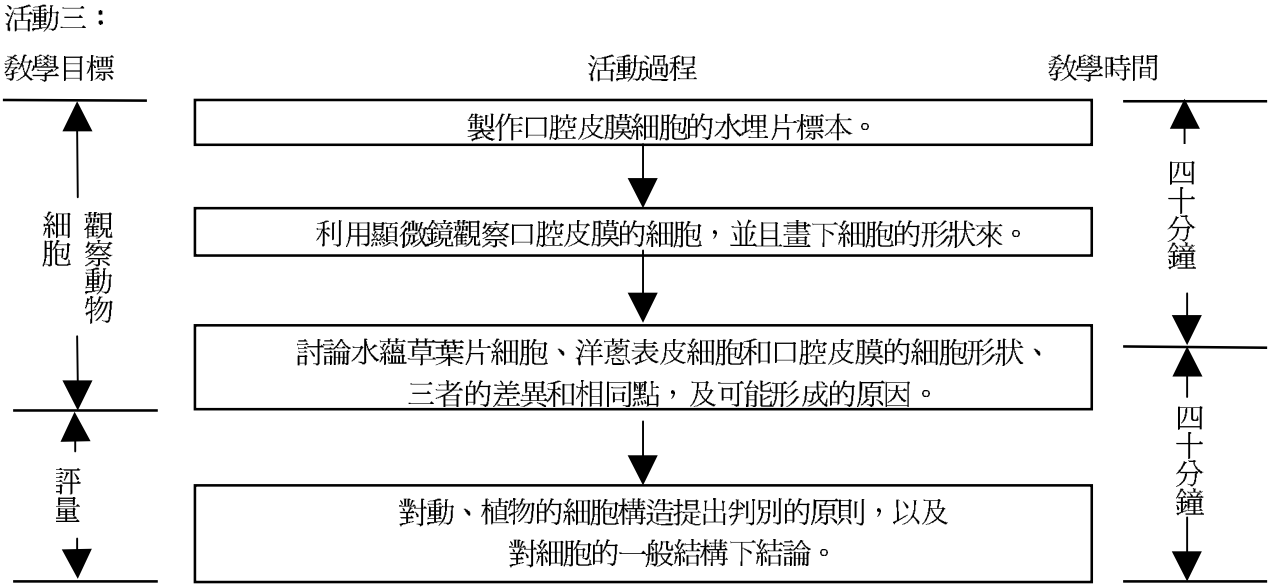
1.顯微鏡	2 台
2.載玻片	12 片
3.蓋玻片	12 片
4.棉花棒	12 支
5.滴管	1 支
6.鑷子	1 支
7.水蘊草	1 支
8.洋蔥	1 片
9.碘液	1 瓶
10.透明塑膠尺	1 支

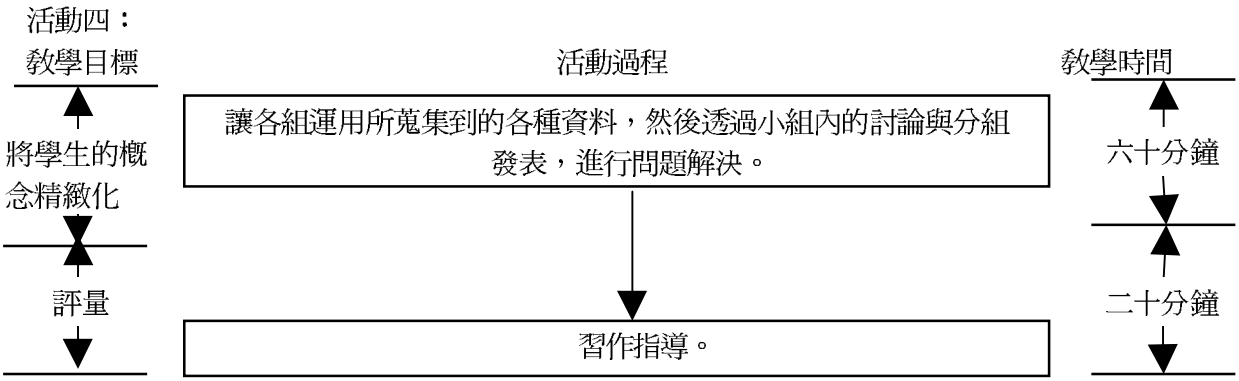
五、教學過程：

活動一




活動二：
教學目標
活動過程
教學時間
製作技能 玻片標本
觀察植物細胞
評
水埋片標本製作方法說明
製作水蘊草葉片的水埋片標本。
製作洋蔥表皮的水埋片標本。
利用顯微鏡觀察水蘊草葉片及洋蔥表皮的細胞，並且畫下細胞的形狀來。
發表所觀察到的所有現象。
討論水蘊草葉片細胞和洋蔥表皮細胞的形狀，以及二者的差異與可能造成差異的原因。
四十分鐘
四十分鐘


活動三：
教學目標
活動過程
教學時間
細胞 觀察動物
評量
製作口腔皮膜細胞的水埋片標本。
利用顯微鏡觀察口腔皮膜的細胞，並且畫下細胞的形狀來。
討論水蘊草葉片細胞、洋蔥表皮細胞和口腔皮膜的細胞形狀、三者的差異和相同點，及可能形成的原因。
對動、植物的細胞構造提出判別的原則，以及對細胞的一般結構下結論。
四十分鐘
四十分鐘



實驗組的 V-Map 教學策略及過程

第一、二節：如上（教學過程）

第三節：

活動重點	進行方式	教學目標
完成水蘊草、洋蔥的水玻片製做，並且將細胞畫下來。	1. 先講解玻片製作的原則及重點。 2. 製作玻片。 3. 畫出所觀察到的細胞形狀、特徵與顏色。 註：洋蔥細胞須染色。	玻片的製作過程技能與觀察態度。

第四節：

活動重點	進行方式	教學目標
詳細觀察水蘊草、洋蔥的細胞，並且能比較出二者的差異處，然後說出差異的原因與植物細胞的特徵。	1.先要求學生說出二者細胞的差異。（各組輪流報告，並且不得重覆！提出最多的組加分。） 註：學生至少應見到以下幾點 ①水蘊草爲綠色、洋蔥爲透明無色。 ②二種細胞都是長方形。 ③洋蔥細胞中間有一點黑黑的，水蘊草不清楚。 ④水蘊草細胞中有氣泡、亮亮的，可是洋蔥沒有。 ⑤洋蔥細胞須染色才能看清楚，水蘊草則不必。 2.分別討論形成上述所觀察現象的原因。 3.教師依發表的先後，分別討論造成二者細胞上述異同的可能原因。 4.說明植物細胞各部的構造名稱與功能。	1.培養學生觀察細胞結構以及建立各部功能與名稱。 2.培養學生能將所觀察到的現象加以歸納、分析與推論的能力。

註：

1.回家功課，要求學生找到 1 ～ 2 種動、植物細胞的照片。

2.教師在學生發表意見時只須口頭鼓勵，但不加任何評論及對錯。

第五節：

活動重點	進行方式	教學目標
詳細觀察口腔的細胞，並且能比較出動物與植物細胞的差異處。	1.製作口腔表皮細胞玻片。 2.口腔細胞非常容易脫落，可以用棉花棒或去頭的火柴棒抹下來（不可用力太大，以免受傷），然後塗抹在載玻片上觀察。 3.口腔細胞可分別做染色與不染色的兩組玻片，以供比較。 4.要求學生說明口腔細胞的特徵。 註：學生至少應見到以下幾點 ①口腔細胞與洋蔥一樣爲透明無色，且均需經染色，才藝觀察。 ②口腔細胞爲不規則狀，而植物細胞均近似方格狀。 ③口腔細胞與洋蔥一樣在中心都有一黑點。	培養觀察以及建立學生細胞結構的各部功能與名稱。

第六節：

活動重點	進行方式	教學目標
能比較出動物與植物細胞的差異處，並對造成二者差異的可能原因進行推論。	1.說明動物細胞各部的構造名稱與功能。 2.討論動、植細胞的差異所在。 3.對造成二者差異的可能原因進行推論。	將學生所觀察到細胞的各種現象，歸納分析後，再加以推論。

第七、八節

活動重點	進行方式	教學目標
以似是而非的問題，讓學生在認知衝突中，作更深入的思考，並能在解題過程中建構出理論與解題策略。	問題一： 明明說：我們依據細胞的形狀，就可以分出是動物或植物的細胞。 牙牙說：細胞的形狀和細胞的功能有關。 文文說：細胞的形狀是自然形成的，與其他因素無關。 問題二： 1.動、植物的細胞可以由有沒有細胞壁來分辨。 2.動、植物的細胞可以由有沒有細胞膜來分辨。 3.動、植物的細胞可以由有沒有葉綠素來分辨。 4.動、植物的細胞可以由細胞的排列方式來分辨。	讓學生能利用對問題的討論，來養成出主動的建構知識能力，並且由問題解決中增進創造思考的能力。

	問題三： 1.細胞核是所有細胞都有的重要構造。 2.只有植物細胞才有細胞壁。 3.綠色植物的細胞中都會有綠色的葉綠素存在。 4.製作任何細胞的水埋片，都要加水，否則細胞將會萎縮。 問題四： 1.請你想一想，要如何計算出一個洋蔥總共有多少個細胞？	

註：若是顯微鏡數量不足，可用課本上水蘊草、洋蔥、口腔細胞的圖片或玻片標本代替（但細胞核將無法觀察到。）！此外，口腔細胞的玻片不易製作，請先嘗試製作，若無法成功，可用課本上的照片替代。

附錄二　半結構晤談部分紀錄：

1. 研究者對參與教師部分紀錄(IT為研究者，DT受訪教師）：

IT：你以後還會用這種教學法嗎？

DT：有部分會用。

IT：哪部分？

DT：像討論的部分我就會增加。

IT：還有呢？

DT：觀察的部分，我還是會讓他們發表察結果。

IT：考試成績呢？有沒有改變？

DT：還好啦！成績是沒有退步，不過那是你考試題目的設計是比較普遍的，沒有和你的教學內容一樣，如果像你教學的內容一樣的話，那控制組一定倒！

IT：教學法和你的原先的教學會差很多嗎？

DT：以前就是沒有那麼多的討論，像顯微鏡我都會先說，那像實驗組我就不會先說。

IT：如果一整個學期都這樣上課，學生會不會感到很煩？

DT：不會啦！而且我覺得這樣不錯呢！他們除了課本的內容以外，還可以讓他們想一些以前都不會想到的東西，不過像題目的設計不要太多，不然會上不完。

IT：學生會喜歡這樣子嗎？討論的氣氛不會比較熱絡？

DT：嗯……，會呀！像那個第一組喔，就……很多個在一起討論，討論的也很熱烈。

IT：第一組以前也會這樣討論嗎？

DT：嗯……，以前我也會讓他們討論！不過現在想的比較多啦！像現在我就覺有很多都是他們想出來的，……不錯啦！我是覺得蠻有進步的樣子！像論的態度、討論的習慣，都比較深入一點了。

IT：那您覺得這樣的教學法好不好教？

DT：嗯…，其實不會難教，只是我覺得比較花時間而已。

IT：時間花在哪裡？解釋嗎？

DT：解釋…，對！解釋嗎！還有讓他們討論的時間。還有啊！還有一些要讓們摸索嘛，這會比較久一點而已。啊其實這也只有在細胞的觀察的那一單元而已。

IT：你覺得如果繼續用這種方法教學，時間會不會縮短。

DT：看內容吧！上課的內容吧！像我剛始不會控制時間，現在我會給你幾分鐘，幾分鐘到你就討論出來這樣子。

2. 研究者對實驗組學生半結構晤談的部分紀錄（IT 爲研究者，JS2 受訪教師）：

IT：喜不喜歡這樣的上課方式？

JS204：喜歡

IT：爲什麼？

JS204：因爲覺得這樣上課蠻容易了解的啊！

IT：這樣上課很喜歡實驗嗎

JS204：嗯！

IT：實驗的結果有沒有和老師的不一樣？

JS204：很少

IT：那你們怎麼辦？

JS204：不一樣，我就去問別組怎麼做的！

IT：你覺得別人做的對，可是你們做的不對？

JS204：不是，我要去看別人怎麼做，和我們有什麼不一樣！

IT：在最後的問題，能不能讓你去思考？

JS204：會！

IT：那你怎麼思考問題？

JS204：先去參考別人怎麼寫，然後再回來想？

IT：那你會依據你的實驗結果來寫嗎？

JS204：會！

IT：會希望跟老師的答案一樣嗎？

JS204：不會，我們會依據我們的答案來寫

IT：那你喜歡思考這樣的問題嗎？

JS204：會呀！

IT：那如果上課都用這樣的問題讓你想，你喜不喜歡？

JS204：喜歡！可是不喜歡發表！

IT：你喜歡想，可是會自己去找資料嗎？

JS204：會呀！

IT：下課也會？

JS204：對呀！因爲如果可以找到資料我很高興！

IT：那你會找起他的同學討論嗎？

JS204：不會！因爲我覺得他們都有他們己的意見，有時候會和我的不一樣！可是他們不會自己去找資料來證自己的答案，有時候他們覺得老師講這樣就這樣！

IT：如果你找到的資料和老師說的不樣，你會跟老師說嗎？

JS204：應該會！可是還沒有這樣的機會

IT：同學呢？你會不會跟他們說

JS204：不會，因爲跟他們講會被罵。

IT：實驗課中，你喜不喜歡觀察。

JS204：喜歡啊，

IT：你的觀察能力好嗎？

JS204：不好，因爲總是弟弟觀察的比較快。

IT：那這樣的上課，對你的觀察有沒有幫助

JS204：應該會呀！

IT：喜歡自然？

JS204：會呀，因爲做實驗很好玩！

IT：這樣的上課方式對你學習自然有有幫助的？

JS204：有，因爲做實驗和思考過問題，可以讓結果記得更深刻。

附錄三　科學創造力評量表

評量單元：自然科學第九冊第六單元槓桿
評量時間：四十分鐘（含討論與作答） 評量地點：一般教室
評量方式：以組爲一個評量單位。
注意事項：
1. 同組可以相互討論，並可使用一切相關的資料幫助作答，但不可抄襲他組的答案。
2. 答案可以用圖形、數字或文字來表達，只要能夠清楚的說明你的想法就可以。
3. 請盡一切的力量作答，答案寫得愈多愈好。

組別：第_____組

第一題:在整個槓桿實驗的操作過程中，支點、施力點、抗力點分別有那些特徵？（觀察能力）（評分方式：一個正確答案給予二分）

支點：
施力點：
抗力點：

第二題：請將下列使用槓桿原理的機械，進行分類（填入編號即可）。（分類能力）（評分方式：一個正確答案給予二分）

1. 蹺蹺板　2. 開瓶器　3. 筷子　4. 掃把　5. 打棒球 6. 腳踏車手把　7. 裁紙器　8. 桿秤　9. 衣夾　10. 施工用的獨輪車 11. 圓鍬（鏟子）　12. 水龍頭　13. 釘書機　14. 剪刀　15. 釣竿	
分類	ㄅ類： 共同特徵： ㄆ類： 共同特徵： ㄇ類： 共同特徵： 其他類： 共同特徵：

第三題：小源想把 1000 公斤的冰箱由客廳移到廚房，請你想一想如何幫他解決這個問題？（主題深化，尋找新的替代方案）（評分方式：專家效度）

答：

第四題：請你設計一個實驗，來說明三種類型的槓桿中那種必省力，那種必費力！（知識重組，設計實驗的能力）（評分方式：專家效度）

答：

An Experimental Study on A V-Map Teaching Strategy of Developing Scientific Creativit

[1] Shing-Ho Chiang, [2] Vincent Tang
[1]Graduate Institute of Science Education at NKNU
[2] Jei-Shin Elementary at Kaohsiung

Abstract

In this study, the researcher had designed a V-Map teaching strategy to promote students' scientific creativity. The strategy includes the following steps ① presenti a learning event at the bottom of V-Map,② focus on scientific process learning at the right side of V-Map, ② focus on scientific knowledg learning at the left side of V-Map, and ③ during processes from right to left or from left to right teacher had to ask students with "Why?", "What?", "How to prove it?" and so on with strategy of cognitiv conflict, to help them developing scientific creativity and cognition learning.

In this study, a quasi-experiment design was used for analyzing that the effects caused by the V-Map teaching strategy. Totally 144 students of grade 5 were selected form two elementary schools. Each school, two classes were chosen, one served as a experimental group and the other served as a control group. The V-Map teaching strategy was applied on the experimental group and the traditional teachi method was used in the control group. Twelve weeks were used in this study.

In this study, the scientific creativity is divided into two parts. The ability of observing and assorting are the pre-ability of the scientific creativity, and the ability of substitution and designing experiment are the base ability of the scientific creativity. The main finding in this study were as followi ： ① The performance ability of observing and assorting of experimental group was better than that of the control group with significant difference under $p<0.05$. The scores gathered from substitution and designing experimental were not significant difference between experimental group and control group, but the scor the experimental grou had a better progress ② The performance of learning achievement test and the conservation rate of learning effect (re-test after one mouth) of the experimental group was better than that of the control group with significant difference under $p<0.05$. ③ The performance of the learning interest and the scientific attitude gathered from questionnaire were not significant difference between experimental group and control group ④ Data gathered from 2 participant teachers by deep interview were as follows： They all conform that the V-Map teaching strategy was useful ① to improve the scientific thinking skills, ② to promote students' thinking interest, ③ to promote students' multiple thinking concepts, and ④ to improve students' multiple thinking strateg .

Key words：V-Map teaching strategies、Science creativity

江新合　唐偉成