

提升國小學童批判思考能力之教學研究

郭金美

國立嘉義大學應用物理學系

摘要：本研究目的是以科學寫作融入國小自然與生活科技領域教學，並檢視其對國小學童批判思考能力及意向之成效。研究方法採用前、後測準實驗設計，對象為嘉義市某國小兩班六年級學生，一班為實驗組，另一班為控制組，每班各 33 人。實驗組以科學寫作融入的模式教學，控制組則以一般教學方法上課，實驗時間為一學期。兩組學生於教學前、後分別以「康乃爾批判思考測驗甲式」及「批判思考意向量表」施測，所有測驗資料皆予以統計處理與考驗。

研究結果有四項發現：一、以科學寫作融入教學可提升國小學童的批判思考能力：實驗組學生在提升整體「批判思考能力」，以及分項能力「歸納」和「演繹」方面，均顯著優於控制組學生（ $F_{1,63} = 5.82, p < .05$ ； $F_{1,63} = 4.46, p < .05$ ； $F_{1,63} = 4.99, p < .05$ ）。而在提升批判思考分項能力「觀察與決定可信度」及「辨認假設」方面，則未達顯著差異（ $F_{1,63} = 0.03, p > .05$ ； $F_{1,63} = 0.13, p > .05$ ）。二、以科學寫作融入教學對不同學習成就學生之批判思考能力發展的影響程度不同：實驗組的中成就學生在提升批判思考能力方面，顯著優於控制組的學生（ $F_{1,24} = 7.17, p < .05$ ）而對高、低成就學生的影響，則未達顯著差異（ $F_{1,16} = 0.09, p > .05$ ； $F_{1,17} = 3.04, p > .05$ ）。三、以科學寫作融入教學可提升國小學童的批判思考意向：實驗組學生在提升整體「批判思考意向」，以及其分項「系統性與分析力」和「整體與反省思考」方面，均顯著優於控制組學生（ $F_{1,63} = 7.20, p < .05$ ； $F_{1,63} = 6.12, p < .05$ ； $F_{1,63} = 5.67, p < .05$ ）而在提升「心胸開放」及「智識好奇心」方面，則未達顯著差異（ $F_{1,63} = 0.65, p > .05$ ； $F_{1,63} = 1.99, p > .05$ ）。四、以科學寫作融入教學對不同學習成就學生之批判思考意向發展的影響無顯著差異：實驗組與控制組的高、中、低成就學生在提升批判思考意向方面的比較皆未達顯著差異（ $F_{1,16} = 2.26, p > .05$ ； $F_{1,24} = 2.10, p > .05$ ； $F_{1,17} = 2.29, p > .05$ ）。

研究結論顯示科學寫作教學為一項提升學童批判思考能力及意向的良好策略，研究者建議教師可採用科學寫作融入教學，來促進學童批判思考能力及意向的發展，為學生提供多元化的思考空間，並針對不同學習成就學生的需求，發展更適合的科學寫作活動。

壹、研究背景

隨時代的變遷，培養學生獨立批判思考能力與解決問題的能力，以順應瞬息萬變的人類文明演變，是學校教育的重要目標。目前教育部已實施之九年一貫課程，明確指出國民教育階段應培養之基本能力，其中「運用科技與資訊」和「獨立思考與解決問題」兩項正是關於批判思考能力的培養。「獨立批判思考與解決問題」即指養成獨立思考及反省的習慣，有系統地研判問題，並能有效解決問題和衝突（教育部，2001）。

批判思考是屬於高層次的認知行為，其思考歷程涉及思考者的知識、意向及技能，為一複雜的認知歷程（葉玉珠，2000），若想要提升國小學童批判思考與解決問題的能力，顯然以講述式教學法並不太合宜。因此，許多學者針對批判思考教學提出不同的策略與模式，以進行相關的研究討論。Gonzales-Rubio（1988）曾將批判思考教學的課程歸納為認知過程法、啟發式取向法、形式思考發展法、語言與符號操作法、著重思考教材的教學法（引自鄭英耀，1992），其中語言與符號操作法即主張利用寫作來提升批判思考（Olson，1984），而近年來相關的研究亦有利用寫作教學的方法來提升學生的批判思考能力（Paul，2000；紀淑琴，1998）。另外，溫明麗（1997）亦提出六項批判思考教學的通則，其中「提供創造與反思的機會」與「提供足夠的、自由的想像空間」兩項恰與寫作之功能不謀而合。因此，寫作亦可作為一種提升批判思考能力的教學策略。

符合建構主義精神的教學模式在自然與生活科技領域的學習已受到重視，故以科學寫作融入科學教室的教學方式亦日漸受到專家學者所關注，據相關的研究結果顯示科學寫作可以提供學生反思的機會，透過結論的推理及預測來提升多元化思考的層次，並有助於批判思考的形成與發展（Keys，1994，1999，2000；Fellows，1994；Mason & Boscolo，2000；蔡志賢，2003）。因此，若將科學寫作融入自然與生活科技領域教學，以提升國小學童批判思考能力，應該是一值得探討的方向，基於此一信念和動機，本研究的目的期望透過「科學寫作融入自然與生活科技領域教學」之實驗，來了解其是否能提升國小學童之批判思考能力，研究結果作為後續發展教學及提供教師作為教學上的參考。

貳、研究目的

本研究之目的期望以科學寫作融入自然與生活科技領域教學，以檢視其對學童批判思考能力及意向之成效。具體研究問題為：

- (一)接受科學寫作教學與一般教學的國小學童，教學後批判思考能力是否達顯著差異？
- (二)接受科學寫作教學與一般教學的不同學習成就學童，教學後批判思考能力是否達顯著差異？

(三)接受科學寫作教學與一般教學的國小學童，教學後批判思考意向是否達顯著差異？

(四)接受科學寫作教學與一般教學的不同學習成就學童，教學後批判思考意向是否達顯著差異？

參、研究方法

本研究設計根據 Keys (2000) 所提出的「啟發式科學寫作策略」融入六年級自然與生活科技課程實施，為期一學期的教學，進行三個單元學習，並以「康乃爾批判思考測驗甲式」及「批判思考意向量表」為測量工具，採準實驗研究方式來比較研究科學寫作融入科學教學對國小六年級學童批判思考能力及意向的影響。研究樣本以立意抽樣的方式，選擇嘉義市某國小兩班六年級的學童，共計 66 位，曾接受科學寫作訓練的班級為實驗組，另一班為控制組，此兩個班級的自然與生活科技課程均由合作教師所擔任，且均採常態編班，並以獨立樣本 t 檢定方式考驗其五年級下學期之學業總成績，結果未達顯著差異 ($t = -1.040, p = .30 > .05$)，表示兩班學生具有同質性。

本研究之教學模組分為四個階段：第一階段為引導階段，於每個活動開始前 5 分鐘利用活潑的方式說明教學單元內容，引起學生學習動機，再以提問題、腦力激盪方式將概念引入，時間約為 40 分鐘；第二階段為探索階段，以小組討論方式進行，鼓勵學生分享及比較個人的想法，於分組討論後實施小組學習之個人寫作，引導學生寫出對自然現象的觀察、活動內容的詮釋或科學實驗設計，時間約為 80 分鐘；第三階段為歸納澄清想法階段，各小組報告討論結果，教師歸納學生的想法，並與科學概念作比較，以澄清學生的概念，最後進行形成性科學寫作，時間約為 80 分鐘；第四階段為反思階段，學生於本活動結束後利用課餘時間完成回顧學習歷程之科學寫作，以瞭解學生反思的過程及想法改變的歷程，時間約為 40 分鐘。

進行的教學單元有「氧化現象」、「族群與群落」及「我們呼吸的空氣」等三個單元。兩個班級均在教學前實施批判思考測驗與量表前測，教學後實施批判思考測驗與量表後測，並將前、後測所蒐集的資料，以統計方法比較學生在接受不同的教學方法後，對其批判思考能力及意向的影響。實驗組的每一教學包含三個活動，每一個活動分別依照科學寫作教學模組來進行，包括引導階段、探索階段、歸納澄清想法階段及反思階段，並於探索階段實施「小組學習之個人寫作」，歸納澄清想法階段實施「形成性科學寫作」，反思階段實施「回顧學習歷程之科學寫作」，各項寫作活動由教學者與研究者根據教材內容擬定大綱，引導學生組織寫作內容架構，依序進行「氧化現象」、「族群與群落」及「我們呼吸的空氣」等三個單元的教學。控制組教學則按照教學者原有的教學方式，依循 XX 版教學指

引的方法與步驟進行教學，教學指引的內容主要是按照民國 82 年之「國民小學自然課程標準」所設計，由科學活動發展科學的概念，並以學童的科學活動為中心，加強科學過程及科學方法的訓練，依序進行「氧化現象」、「族群與群落」及「我們呼吸的空氣」等三個單元的教學。

肆、研究工具及資料分析

本研究之資料處理方式以量的分析為主，其統計分析為比較兩種教學與學習方式對國小六年級學童批判思考能力及意向的影響，資料來源為「康乃爾批判思考測驗甲式」及「批判思考意向量表」所蒐集的前測分數為共變項，後測分數為依變項，進行單因子共變數分析 (analysis of covariance, ANCOVA)，藉以瞭解實驗組以科學寫作融入的科學教學對學生批判思考能力與批判思考意向是否有顯著影響，以及不同學習成就的學生經過科學寫作融入教學，其批判思考能力與批判思考意向之改變情形是否有顯著差異。本研究界定 .05 為顯著水準 ($\alpha = .05$)。「康乃爾批判思考測驗」內含四向度：「歸納」、「觀察與決定可信度」、「演繹」及「辨認假設」；「批判思考意向量表」內含四向度：「系統性與分析力」、「心胸開放」、「智識好奇心」及「整體與反省思考」。

伍、研究結果

研究結果發現以下結論：

一、以科學寫作融入教學可提升國小學童的批判思考能力

將兩組學生在「康乃爾批判思考測驗甲式」前、後測總分的得分，進行單因子共變數分析，發現接受不同教學方法的兩組學生，對其批判思考能力發展的影響達顯著差異 ($F_{1,63} = 5.82, p < .05$)，意即以科學寫作融入自然與生活科技教學，可以有效提升學童的批判思考能力。寫作教學的許多實證研究 (Applebee, 1984; Howard, 1988; Paul, 2000; Rivard, 1994; 紀淑琴, 1998) 也強調寫作可以用來促進批判思考能力的發展，不僅能敞開思考的窗口，將原先的想法重組成新的知識，更可提升思考的層次，來達成有效學習。與前述寫作教學有關的實證研究對照，一些科學寫作的相關實證研究 (Fellows, 1994; Keys, 1994, 1999, 2000; Prain & Hand, 1999; Mason & Boscolo, 2000; Mason, 2001; 蔡志賢, 2003) 也一再的強調科學寫作的功能可提供學生反思的機會，並根據新舊知識的連結來對自己的思想進行反思，進而促進批判思考能力的發展。而本研究之科學寫作融入教學，亦以此功能為基本架構。因此，強調以科學寫作融入教學，目的是要加強學生的思考智能，訓練其知識的表達，於找尋有力的資訊與證據後，能進一步辨認假設與分析，將資訊與證據建構成個人的理解，並反思自己的想法，提出個人的見

解。由本研究的教學實驗所得結果來看，能使學生在科學寫作學習的歷程中，因反思而促進學生批判思考能力的發展，故在促進學生批判思考能力方面，以科學寫作融入教學，能得見其顯著之教學效果。

另外，以單因子共變數分析，各別進行兩組學生在「康乃爾批判思考測驗甲式」前、後測之「歸納」、「觀察與決定可信度」、「演繹」及「辨認假設」得分的考驗，得以下結論：

(一) 批判思考之「歸納」與「演繹」能力均達顯著差異

接受不同教學方法的兩組學生，對其批判思考之「歸納」與「演繹」能力發展的影響達顯著差異 ($F_{1,63} = 4.46, p < .05$; $F_{1,63} = 4.99, p < .05$)，且實驗組優於控制組。足證科學寫作融入教學，在提升批判思考之「歸納」與「演繹」能力方面，顯著優於一般教學方法。研究者就批判思考的「歸納」與「演繹」能力向度，來說明科學寫作教學與一般教學的差異，並推論其產生顯著性差異的可能性。

科學寫作的理論基礎是依據 Flower 與 Hayes (1981) 寫作認知歷程模式，包括計畫、轉譯、回顧與監控，其中計畫歷程含括產生想想、組織想法與設定想法。當寫作活動開始時，作者從他的長期記憶中提取與寫作主題相關的訊息是為了產生想法。接著針對提出的訊息選取最有效的資料，並加以組織成為一個寫作計畫，此即與「歸納」及「演繹」能力的定義相符。而寫作者在主動尋找寫作的資訊的同時，一方面會將資訊或證據從個別知識之前提，推理出一般知識結論，從觀察到眾多的事例，執簡馭繁，歸納出通則。另一方面也可以訓練學生找尋有力的資訊與證據，並演繹推論出結果。

與科學寫作教學的文獻對照，Keys (1994) 的研究結果亦指出科學寫作教學可以提升學生的科學推論技能。由此可知，反思是科學寫作的一項重要功能，也是一把引發動機與導入概念的一把萬能之鑰，在科學寫作的教學過程中，教師得以瞭解學生的思考歷程，進而導正概念的演變，而此過程中教師再導引學生進行知識的重組時，學生也同時對新舊概念做逐一的解釋，並跟隨老師的引導將獲取的概念分門別類，重新組合成新的知識，因此，在知識的建構過程中科學寫作不僅提供了學生反思的機會，並藉由概念間的回饋，來啟發自我的思考，從而凝聚概念為知識，就如同資料建檔或歸檔的意思，利用科學寫作的教學，教師能針對學生的想法進行修正，並導引正確的科學概念，而學生也能從概念的 formed 與回顧學習的歷程中獲得知識的歸納，以及想法的澄清。此即為科學寫作教學與一般教學最大不同的地方，故在促進學生批判思考之「歸納」與「演繹」能力方面，以科學寫作融入教學，能得見其顯著的效果。

(二) 批判思考之「觀察與決定可信度」與「辨認假設」能力皆未達顯著差異

接受不同教學方法的兩組學生，對其批判思考之「觀察與決定可信度」與「辨認假設」能力發展的影響未達顯著差異 ($F_{1,63} = 0.03, p > .05$; $F_{1,63} = 0.13, p > .05$)，意即科學寫作融入自然與生活科技教學，在提升學童的「辨認假設」能力上，未達顯著的效果。其原因探討如下：首先，在「觀察與決定可信度」方面，由實驗組與控制組前後測得分來看(表 4-1)，兩組學生前後皆有頗佳的「觀察與決定可信度」之能力，即使再經教學實驗的強化，進步的幅度有限，故較難顯現其教學成效。

「辨認假設」能力對國小高年級學生而言乃正值發展開始階段，此外，由九年一貫能力指標之「思考智能」主題軸來比較國小五、六年級學生與國中學生所應達到的能力，發現「辨認假設」能力大多在國中階段需達成，因此，對國小學童而言，「辨認假設」能力尚且未能充分發揮，在教學上可能受限於學生的智力或發展成熟度，學生的「辨認假設」能力較為欠缺，導致教學成效未達顯著差異。

另外，研究者從教室觀察的過程中發現實驗組與控制組的教學方式有其相同的地方，由於合作教師原有的教學方式乃依循牛頓版自然課程教學指引的方法及步驟，故兩班的教學均有小組合作學習的融入，且皆重視觀察、推理、解釋資料、形成假設等科學過程技能的訓練。因此，從實驗組與控制組之教學方式來推論，其亦有可能造成科學寫作融入教學在提升學童的「觀察與決定可信度」及「辨認假設」能力方面未達顯著教學成效的結果。

二、以科學寫作融入教學，對不同學習成就學生之批判思考能力發展的影響程度不同

將實驗組與控制組學童分成高成就組、中成就組與低成就組，再以單因子共變數分析的統計方法，比較實驗組與控制組之高成就、中成就與低成就學童所得的在「康乃爾批判思考測驗甲式」前、後測總分的得分，得以下結論：其一，接受「科學寫作融入自然與生活科技教學」的中成就學生，在提升國小學童批判思考能力方面，顯著優於接受「一般教學方法」的學生 ($F_{1,63} = 7.17, p < .05$)。其二，接受「科學寫作融入自然與生活科技教學」的高、低成就學生，在提升國小學童批判思考能力方面，未達顯著差異 ($F_{1,63} = 0.09, p > .05$; $F_{1,63} = 3.04, p > .05$)。其原因探討如下：

(一) 就高成就學生而言，其批判思考能力顯著進步的幅度有限

高成就學生的批判思考能力，相較於中、低學習成就的學生為佳。對照學業成就與批判思考的相關研究：葉玉珠（1991）在進行我國中小學學生批判思考及其相關因素之研究時，發現批判思考與學業成就有顯著正相關。尤其是在小學部分，批判思考與自然及社會科的相關最高。而郭郁智（2000）與劉清芬（2000）的研究結果也均指出：批判思考能力與學生的整體學業成就有顯著正相關。此外，在林雅慧（2001）的研究中指出：批判思考教學對實驗組資優生批判思考的全部分項能力均未能有效提升，其原因為資優生本身的批判思考能力已經較一般生優異，故其再進步的幅度有限，而呈現無顯著差異的教學成效。

(二) 就中成就學生而言，其批判思考能力顯著進步的幅度較大

就全部的研究對象而言，以科學寫作融入教學確實能提升國小學童的批判思考能力，然而，在不同學習成就的差異性考驗中，卻只有中成就學生，達顯著差異。在陳瑩燕（2000）及楊司維（2002）的研究中均指出：不同的教學法對中成就學生而言，能達顯著教學效果的原因為中成就學生的批判思考能力顯著進步的幅度較大。

對照本研究中成就學生的得分情形，實驗組之高成就學生的批判思考能力的前測平均得分為 20.17，表示其再進步的空間較大，此外，研究者亦從學生的寫作作品中，發現中成就學生寫作表達的能力較低成就學生為佳。因此，以科學寫作融入教學，便能看出其顯著的教學成效。

(三) 就低成就學生而言，其學習能力與寫作表達能力較困難

不同的教學法對低成就學生而言，可能會受限於學習經驗及學習能力較差的關係，以致較無法獲致顯著效果（陳瑩燕，2000；楊司維，2002）。而研究者在教室觀察的過程中，亦發現低成就學生的寫作表達能力較為困難，需花較多的時間來完成寫作任務。因此，對低成就學生而言，欲以科學寫作的方法獲得顯著的教學效果，實屬不易。

三、以科學寫作融入教學可提升國小學童的批判思考意向

將兩組學生在「批判思考意向量表」前、後測總分的得分，進行單因子共變數分析，發現接受不同教學方法的兩組學生，對其批判思考意向發展的影響達顯著差異（ $F_{1,63} = 7.20, p < .05$ ）。意即以科學寫作融入自然與生活科技教學，可以有效提升學童的批判思考意向。

Norris 與 Ennis（1989）曾指出：「批判思考的內涵包括批判思考的能力、批判思考意向與必備知識」，故批判思考的教學除了應發展學生的批判思考能力之外，也應重視學生的批判思考意向，也就是讓學生具備批判的精神、

願意尋求真理與證據、要求公平性、質疑和調查未經證實的言論 (Siegel, 1980)。批判思考的意向會影響個人運用批判思考能力的企圖，個人成功使用批判思考能力的經驗，也會同時強化其批判思考的意向 (Facione, 1995)。因此，鼓勵學生多作辯證反思可以提升學生的批判思考意向 (郭麗珠, 2002)，而科學寫作融入教學的一項重要的功能，就是提供學生反思的機會。即為科學寫作教學與一般教學最大不同的地方，此外，由於批判思考的意向與批判思考能力之間有顯著正相關 (Facione, 1995; Taube, 1997)，因此，在本研究的科學寫作融入教學中，學童批判思考意向會伴隨批判思考能力的提升而呈現正面的肯定。故在促進學生之批判思考意向方面，以科學寫作融入教學，能得見其顯著之教學效果。

另外，以單因子共變數分析，各別進行兩組學生在「批判思考意向量表」前、後測之「系統性與分析力」、「心胸開放」、「智識好奇心」及「整體與反省思考」得分的考驗，得以下結論：

(一) 批判思考之「系統性與分析力」及「整體與反省思考」意向均達顯著差異

接受不同教學方法的兩組學生，對其批判思考之「系統性與分析力」及「整體與反省思考」意向發展的影響達顯著差異 ($F_{1,63} = 6.12, p < .05$; $F_{1,63} = 5.67, p < .05$)，且實驗組優於控制組。足證科學寫作融入教學，在提升批判思考之「系統性與分析力」及「整體與反省思考」意向方面，顯著優於一般教學方法。

就「系統性與分析力」的向度來說明，科學寫作教學的歷程，就是不斷的讓學生將獲取的訊息作統整，包括界定問題、規劃尋找資訊的方法、進行資訊搜尋、使用資訊、整合資訊與辨認假設與分析。因此，學生進行寫作的過程中，自然養成面對問題時能有系統地運用組織、分類與推理之方法來處理問題的態度，故在促進學生批判思考之「系統性與分析力」方面，以科學寫作融入教學，能得見其顯著的效果。

就「整體與反省思考」的向度來說明，科學寫作的理論基礎是依據 Flower 與 Hayes (1981) 寫作認知歷程模式，包括計畫、轉譯、回顧與監控，其中回顧與監控就如同反思。寫作者以閱讀的方式進行回顧，檢查寫作的內容有無不合乎預期目標之處，並將有問題的地方加以修改。監控本身是協調計畫、轉譯、回顧之進行的一個控制機轉。

因此，學生在透過科學寫作融入教學後，便會養成在解決問題的過程中，能先進行反省導正的態度，進而調整對事物的觀念，透過不斷的質疑與修正來建構個人的知識，學生在此歷程必須不斷的反省自我的觀點或理念，減低主觀與偏見，進一步可以增加學生反思的機會，也可以培養學生的批判思考能力 (Fellows, 1994; Mason & Boscolo, 2000; Mason, 2001)，從寫作

中來反思自己的學習，才能豐富學生對科學的理解（Prain & Hand, 1999），此即為科學寫作教學與一般教學最大不同的地方，故在促進學生批判思考之「整體與反省思考」意向方面，以科學寫作融入教學，能得見其顯著之教學效果。

（二）批判思考之「心胸開放」及「智識好奇心」意向皆未達顯著差異

接受不同教學方法的兩組學生，對其批判思考之「心胸開放」及「智識好奇心」意向發展的影響未達顯著差異（ $F_{1,63} = 0.65, p > .05$ ； $F_{1,63} = 1.99, p > .05$ ）。首先，從「心胸開放」的向度來探究其原因，研究者對照其他相關的批判思考教學文獻，發現國內學者（郭麗珠，2002；楊司維，2003）的研究指出：讓學生進行小組合作學習、彼此互相討論、發表意見、辯證與質疑的活動，可提升學生「心胸開放」的意向。相較於本研究之科學寫作教學，雖然在科學寫作教學模組之探索階段中，教師亦以小組討論方式進行，鼓勵學生分享及比較個人的想法，並將「形成性科學寫作」融入教學，引導學生寫出對自然現象的觀察、活動內容的詮釋或實驗設計。

然而，研究者在進行教室觀察時發現學生需花較多的時間在寫作過程，而學生在分享及比較個人想法的時間則較短，以致小組成員進行互相討論、發表意見、報告、辯證與質疑的機會減少，致使實驗組與控制組在批判思考之「心胸開放」意向考驗未達顯著差異。其次，從「智識好奇心」的向度探究其原因，由實驗組與控制組前後測得分來看（表 4-21），兩組學生前後皆有頗佳的「智識好奇心」之意向，即使再經教學實驗的強化，其增長亦為有限，而較難顯現其教學成效。

另外，研究者從教室觀察的過程中比較實驗組與控制組的教學方式，其相同的地方為兩班學生的教學均有小組討論學習的融入，且皆重視學生的好奇心、負責合作、尊重他人、客觀等態度的培養。因此，從實驗組與控制組之教學方式來推論，其亦有可能造成科學寫作融入教學在提升學童的「心胸開放」及「智識好奇心」意向方面未達顯著教學成效的結果。

四、以科學寫作融入教學對不同學習成就學生之批判思考意向發展的影響未達顯著差異

將兩組不同學習成就學生在「批判思考意向量表」前、後測總分的得分，進行單因子共變數分析，發現接受不同教學方法的兩組不同學習成就學生，對其批判思考意向發展的影響未達顯著差異（ $F_{1,63} = 2.26, p > .05$ ； $F_{1,63} = 2.10, p > .05$ ； $F_{1,63} = 2.29, p > .05$ ）。

科學寫作融入教學，對高成就及低成就學生的批判思考能力發展的影響均未達顯著差異，因此，對其批判思考意向的影響，亦未達顯著成效，是可以預期的。其次，在中成就學生方面，雖然中成就學生在批判思考能力方面的影響，實驗組顯著優於控制組，而在批判思考意向方面，實驗組與控制組卻未達顯著差異，其主要原因為批判思考意向為受試者的心理層面的改變，需較長時間的培養，因而較難顯現其顯著的教學成效。

參考文獻

- 吳靜吉、葉玉珠(1992)。康乃爾批判思考測驗甲式之修訂。測驗年刊, 39, 79-103。
- 吳靜吉、鄭英耀、王文中(1992)。華格批判思考量表之修訂。教育與心理研究, 15, 39-77。
- 紀淑琴(1998)。思考性寫作教學方案對國中生寫作能力、後設認知、批判思考及創造思考影響之研究。台北：國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所碩士論文(未出版)。
- 張玉成(1992)。國小語文科實施批判思考教學之實驗研究。台北師院學報, 5, 1-66。
- 郭隋(2000)。國民中學學生學習策略、批判思考能力與學業成就之相關研究。高雄：國立高雄師範大學教育學系碩士論文(未出版)。
- 陳荻卿(2000)。批判思考教學策略運用在國小五年級社會科之實驗研究。台北：國立政治大學教育學系碩士論文(未出版)。
- 陳慧娟(1998)。科學寫作有效促進概念改變的教學策略。中等教育, 49(6), 123-131。
- 溫明麗(1997)。批判性思考教學：哲學之旅。台北：師大書苑。
- 葉玉珠(1991)。我國中小學生批判思考及其相關因素之研究。台北：國立政治大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 葉玉珠(1999)。批判思考意向量表。載於葉玉珠、葉碧玲、謝佳蓁(2000)。中小學批判思考技巧測驗之發展。測驗年刊, 47(1), 45。
- 葉玉珠(2000)。智能與批判思考。國立中山大學社會科學季刊, 2(1), 1-28。
- 葉玉珠、葉碧玲、謝佳蓁(2000)。中小學批判思考技巧測驗之發展。測驗年刊, 47(1), 27-46。
- 劉國權(2001)。STS 及科學寫作活動對學童科學概念及科學相關態度之影響研究。台北：臺北市立師範學院自然科學教育研究所碩士論文(未出版)。

- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking Skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York: Freeman.
- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory into Practice*, 32(3), 179-186.
- Ennis, R. H., Millman, J., & Tomko, T. N. (1985). *Cornell Critical Thinking Tests Level X & Z-Manual*. CA: Midwest Publications.
- Facione, P. A., Sanchez, C. A., Facione, N. C., & Gainen, J. (1995). The disposition toward critical thinking. *The Journal of General Education*, 44(1), 1-25.
- Fellows, N. J. (1994). A window into thinking: using student writing to understand conceptual change in science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 985-1001.
- Flower, L. S. & Hayes, J. R., (1981). A cognitive process theory of writing. *College Composition and Communication*, 32, 365-387.
- Keys, C. W. (1994). The development of scientific reasoning skill in conjunction with collaborative writing assignments: An interpretive study of six ninth-grade students. *Journal of Research in Science teaching*, 31(9), 1003-1022.
- Keys, C. W. (1999). Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science. *Science Education*, 83(2), 115-130.
- Keys, C. W. (2000). Investigating the thinking processes of eighth grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 676-690.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the science Writing heuristic as a tool for learning from laboratory investigations in secondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065-1084.
- Norris, S. P. & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating critical thinking*. Pacific Grove, CA: Midwest .
- Norris, S. P. (1985). Synthesis of research on critical thinking. *Educational Leadership*, 42(8), 40-45.
- Olson, C. B. (1984). Fostering critical thinking skills through writing. *Educational Leadership*, 42(3), 28-39.
- Rivard, L. P. (1994). A review of writing to learn in science: Implications for practice and research.
- Siegel, H. (1980). Critical thinking as an educational ideal. *The Educational Forum*, 45(1), 7-23.

