

批判思考之思考批判：科學教育中的 批判思考教學與評量

蘇明勇

台北市立師範學院科學教育研究所

(投稿日期：92年5月27日；修正日期：92年8月29日；接受日期：92年9月2日)

摘要

批判思考是一個重要的教育目標，它在本質上與科學思考非常相近，但在科學教育上卻未獲重視。故本文旨在探討批判思考與科學思維之間的關係，透過文獻分析的方式，針對批判思考的內涵、批判思考與科學思維的關係、批判思考融入科學學習之教學與評量、批判思考融入科學學習的啟示等課題加以討論。經由本文的探討提供具體的教學與評量方法，作為科學教師引導學生發展應付環境挑戰的遠見與能力之參考。

關鍵詞：批判思考、科學教育、科學思考、教學與評量

前言

在英國、澳洲、紐西蘭、北美洲等國家的政府報告書中，都將批判思考視為主要的基本能力(generic abilities)，世界各國對於批判思考教學相當重視，甚至將其列為國家的教育目標(Pithers & Soden, 2000)。但是儘管思考之於人類是如此重要，可是教育上長久以來對思考的忽略卻也是不爭的事實。雖然批判思考常被極力主張為持續整個世紀的教育目標，許多目標至今卻仍未達成(Ennis, 1993)。

「科學思維能力」的培養為科學教育培養具備科學素養國民的重要目標之一，在科學教育過程中不應被忽視。但是觀察現今國內科學教育界雖不乏從事有關科學問題解決與科學創造思考的研究，特別是後者在當代科學學習中的重要性已獲普遍認同，但是關於批判性思考的科學思維研究卻不多見，由此凸顯出一般學者對於批判思考與科學思維能力之間的關係並不清楚，尤其缺乏批判思考融入科學教育的研究，這個問題正是本文所要加以探討與釐清的。

現今實施的九年一貫課程中不但缺乏批判思考相關具體的課程規劃，也沒有一套完整的教學和評量措施，在教師自身對於批判思考理念原本就模糊不清的情況下，想要推動批判思考教學的理想便成爲一項「不可能的任務」。

一、批判思考的意義

在中國文化中，「批判」二字給人的印象多是負面大於正面，在傳統儒家思想中庸平和的處事原則下更不鼓勵「嚴以律人」，或對他人進行檢討與批判。若由字義上來說，「批判」的英文是「critical」，此字來自字根「skeri」，即截斷、分開或分析之意，而且它源於希臘文「kriterion」，意指譴責的(condemnable)、吹毛求疵的(censorious)(Bruning, et al.,1999；潘裕豐 1993)。而在「牛津辭典」中，「critical」則具有以下三種意義：1.在危機期中的、轉捩點的(of or at a crisis)；2.批評家之作品的、批評的(of the work of a critic)；3.吹毛求疵的、非難的(fault-finding)(梁實秋、吳悉真，1990)；由字面上來看，批判一詞的概念容易被誤解爲只知挑人毛病而不知自我反省，且缺乏實質具體之建設性，故一般人聽到批判一詞便產生反感及排斥之心。

若就批判思考(critical thinking)的意義而言，波諾(Edward de Bono)認爲「批判思維」原指通過攻擊對方，去除一切偽裝來顯露事實，如此真理得以昭示(芸生、杜亞琛譯，1999)，相對於此一說法，貝爾(Barry K. Beyer,1990)卻認爲，批判思考所謂的

批判並不是負面的或責問的，而是因為它依據規定的準則來做判斷。

實際上，批判思考是完全肯定意味的術語，既沒有負面的意義，也不是中性的。它應該與對別人表現得冷酷的、否定的、敵意的或不友善的所謂「吹毛求疵」的特點完全不同(Facione,1986，引自陳膺宇，1994)。可見，許多人將「批判」視為「批評」實為一大錯誤，吾人於了解批判思考內涵之前，有必要針對批判思考之定義及內涵加以進一步探討，故以下就其定義與內涵詳細闡述如後。

(一) 批判思考之定義

從國內外主要研究批判思考學者所下的定義來看，「批判思考」的定義可謂眾說紛紜，沒有統一的結論，有關影響學生批判思考的因素相當多，如何加以考慮及納入也是一大問題，亟待後續的研究加以解決。以下舉出幾位重要學者的看法加以討論，或許可使讀者對批判思考有進一步的了解。

Dewey(1933)修訂其著作「How We Think」，提出「較好的思維方式」--反省思維，可說是批判思考探討的開始，其具有五個歷程，包括：暗示、理智化、假設、推理與檢驗假設(姜文閩譯，1992)。Perkins (1987)認為：「批判性思考是一種較好的思考方式，可改善我們收集、詮釋、評估和選擇資訊的能力」(Bruning, Schraw & Ronning, 1999)。Ruggiero(1988)則認為思考是任何有助於說明或解決問題、做決定、滿足知的慾望的心智活動；它在於搜尋解答，設法從中取得意義。而批判思考則是：「將我們經歷的活動中所理解到或聽到的概念加以評估，檢驗它們的有效性與正確性，必要時加以推敲或改進。」

Ennis(1996)指出「批判思考是理性的反省性思考，著眼於決定何者可信、何者可為」。必須注意的是在此定義下，它涵蓋創造性的活動，且包含系統地闡述假設、問題、替代方案以及計畫實驗的實際活動。

Mayfield(1997)主張批判思考是：「根據已證實的標準(standards)，有意識地(consciously)觀察、分析、理解及評估」。它最終必須成為習慣(habits)，包含：能主動地觀察自己的思考過程、收集訊息時不妄作判斷、能釐清論點及其限制等重點。

張玉成(1998)認為當個體對任何訊息資料(如言論或敘述)內容進行評析，進而從事接受或拒絕之抉擇時，即在運用批判性思考。Bailin et al. (1999a)則指出：「批判思考是一種基準性的進取精神，亦即我們對於自己或他人所說、所做、所寫運用適當的準則與標準；它包含例如基於適當標準的背景及運作知識、關鍵概念的知識、擁有有

效探究及某些重要心智習慣等的心智能力」。

而學者溫明麗(2002)則整理出批判思考的定義為：「批判思考是一位具自主性自律者之心靈所從事的辯證活動。此辯證活動包括質疑、反省、解放與重建的心靈運作，此心靈活動的主要目的旨在使人類的生活更具合理性。」

(二) 批判思考之內涵

批判思考與一般思考在本質上究竟有何差別，由上述學者的定義中似乎不太容易了解，由於學者對於批判思考的看法採取不同的觀點與角度，所以產生不盡相同的詮釋，以下綜觀國內外學者的論點，就批判思考的技能、批判思考的態度與批判思考的知識三個主要的面向加以探討。

1. 批判思考的技能

將批判思考視為一種技能者，認為批判思考是一種技術(skills)或能力(abilities)，意指人類實際的認知能力，包含集中注意力、分析、判斷等。國外學者 Robert H. Ennis 曾將批判思考的技能可分成五個領域，共 12 種批判思考能力(Ennis, 1985；Ennis,1987；王秋絨，1991；Bruning, Schraw & Ronning, 1999)，茲整理如下表：

表一 五種領域的批判思考能力

領域	思考能力
基礎的澄清 (Elementary Clarification)	(1) 能專注於問題的重點(Focusing on a question) (2) 能分析論點(Analyzing arguments) (3) 能提出及回答有助澄清或質疑的問題(Asking and answering question of clarification and/or challenge)
基本的支持(Basic Support)	(4) 能判斷消息來源的可信度 (Judging the credibility of a source) (5) 能觀察及評估觀察報告的可靠性 (Observing and judging observation reports)
推論 (Inference)	(6) 能演繹並加以評估 (Deducing, and judging deductions) (7) 能歸納並加以評估 (Inducing, and judging inductions) (8) 能做價值判斷並加以評估 (Making and judging value)

	judgments)
進階的澄清 (Advanced clarification)	(9) 能定義名詞並評估其定義 (Defining terms and judging definitions) (10) 能確認假設 (Identifying assumptions)
策略與手段 (Strategy and Tactics)	(11) 能決定採用一種行動 (Deciding on an action) (12) 能與他人互動 (Interacting with others)

國內學者張玉成(1991)則將之簡化為把捉重點、條理貫達、態度謹嚴、事證舉例、正確推理、掌握變項與價值判斷等七項行為特質，似乎可作為理解批判思考能力之參考，有助於快速及初步掌握其意義。

2. 批判思考的態度

將批判思考視為一種態度者，認為批判思考是一種人類心理的意向或傾向(dispositions)，也就是個人在進行批判思考時除了需運用相關的技能外，還必須具備肯用心思考的態度。研究批判思考的教育哲學家將批判思考視為是同時包含技巧/能力(skills / abilities)與意向(dispositions)的一種思考；而真正的批判思考是指人類真正的傾向(tendencies)、習性(propensities)或趨向(inclination)，亦即在不同背景脈絡下以特定方式從事思考(Siegel, 1999)。

Ennis(1985)與 Norris & Ennis(1989)曾詳列批判思考共包括以下十幾項意向：(1)能針對主題或問題尋求清楚的陳述；(2)能尋求理由；(3)能試圖消息靈通；(4)能使用並提及可信的消息；(5)能考慮整個情況；(6)能試圖與主要焦點保持相關；(7)能謹記最初及基本關注的事(8)能尋找替代的選擇；(9)能心胸寬大；(10)當證據與理由充足時能採取或改變立場；(11)能像主題所強調的那樣精確；(12)能用有條理的方法處理複雜的部分；(13)能對他人的知識、身份或素養富有感情的層面保持敏感。也有學者認為批判思考不只是一套技巧而已，它定義了一個人的性格；而且它本身即包含理智的特徵(intellectual traits)或理性的美德(virtues of mind)，例如：理智的正直、理智的移情、理智的謙卑、理智的勇氣、理智的毅力等(Elder & Paul,1998)。

換言之，所謂理智的特徵就是一個人從事思考的心理傾向或態度，它關係到一個人是否願意思考與最終能不能從事思考，故一個人除了應具備思考的技能之外，更重要的是必須具備類似心胸寬大、消息靈通以及對他人保持敏感等態度。

3. 批判思考的知識

國內學者洪久賢(1993)整理國外學者的研究後認為，所謂批判思考的「認知層面」也就是指邏輯推理、科學方法及做判斷所需的規準等方面的知識，而且批判思考需要有學科知識為基礎，在真實世界裡有機會應用知識則效果更為彰顯。由此，一個人要能批判地思考必須先具備知識；批判思考不可能在真空(vacuum)狀態下發生，必須應用學科知識與經驗常識方可進行(Norris, 1985；陳麗華，1989)。是以個體首先不但必須具備能批判地思考的意向，還需要運用他們對於主題所知與所學的技巧，尤其更不能忽視的是要能應用他們的常識及經驗進行思考活動，如此方能有效地進行批判思考。

許多學者在定義批判思考的意涵時，因為試圖將批判思考的意義加以簡化或標準化，本身便存在錯誤的想法或概念，也就是：1.把批判思考視為一種普遍的或可分割的技巧(critical thinking as generic or discrete skills)；2. 把批判思考視為一種心智的過程(critical thinking as mental processes)；3.把批判思考視為一套程序(critical thinking as sets of procedures)(Bailin et al., 1999b)，像這樣的迷思是吾人在定義批判思考時所要釐清與避免的。

由上可知，態度、技能與知識構成一個完整的批判思考架構，三者相輔相成、缺一不可，是以吾人如欲了解批判思考的全盤意義，便不能忽略其中任何一項。分析以上學者的看法後，研究者嘗試針對學者不同主張批判思考的因素組成爲能使人容易且清楚地掌握其意涵，認為有必要提出一個較易了解的定義，是以個人認為批判思考意指：「個體在與他人進行論辯的活動中，能理性且虛心地運用所知，對訊息加以掌握、評估、判斷、取捨、推論的心智能力或特質。個人運用此一特質的目的在於探索知識、做決定或解決問題。」

二、批判思考與科學學習的關係

(一) 批判思考與科學素養

科學素養在科學教育上的角色可謂非常重要，至於科學素養的內涵，則可以由美國科學促進協會及美國國家科學學會(National Academy of Science)於近代提出的三個重要科學課程計畫中一窺究竟；其一為美國科學促進協會於1961年提出的「科學—活動過程教學」(Science—a Process Approach, 簡稱SAPA)課程，強調科學素養為科學概念、科學過程及科學態度的平均發展；其二為美國科學促進協會於1989年「Project 2061: Science for All American」所提出的科學素養，它包括：「通曉於自然界並尊

重自然界的和諧；認識數學、技學及科學相互依賴的一些重要方式；了解一些科學關鍵性概念及原理；具有科學思考能力；知道科學、數學、與技學為人類的企業並了解其強度與限制；為個人及社會目標能夠使用科學知識及思考的方法等」；其三則為美國國家科學學會於 1995 年的國家科學教育標準(National Science Education Standards)中所指：「科學素養是有關科學概念與過程的知識與理解，它需要個人做決定、參與公民及文化事物及經濟生產力。它意指個人能在全國性或地方性決定之下識別科學的爭論並表示立場，而且在科學上與技術上能消息靈通」(National Academy of Science, 1995；魏明通，1997)。

國內學者則將科學素養界定為：「一個人對科學知識概念的了解、科學過程技能的運用操作能力以及處理問題的科學態度等三項內涵」(李明昆、江新合，2000)。並且科學素養的涵義乃包含科學的本質、科學概念、科學過程、價值標準、科學與社會、興趣、技巧等七方面(郭鴻銘、沈青嵩譯，1976)。

綜合以上論點可以發現，科教界長久以來重視的科學素養主要包含科學概念知識、過程技能、科學態度與價值觀、STS 之交互關係、科學本質及科學與人文等，可是甚少學者認為科學素養應包含科學思考。這可能是因為一般科學領域通常採用一致的方法來學習知識，亦即許多理論被認為是毫無疑問的事實，因此雖然科學探究中需要運用批判思考來評估資料，但是卻都受到已經存在的理論模式所限制，所以普遍不鼓勵對教學方法與科學目標加以批判，因此才會造成批判性的科學思考不被重視的現象(Hand,1999)。

學者曾針對國內外學者所提出的批判思考能力項目，將其歸納為十九項，並認為這些能力幾乎都是「自然與生活科技」學習領域所應必備的，內容包括：(1)觀察(2)分類(3)排序(4)比較/對比(5)解釋(6)了解意義(7)製碼(8)處理資訊(蒐集、組織、解析)(9)辨別(10)分析(11)評鑑(12)因果關係(13)設計探索(14)應用科學原則(15)邏輯思考(預測、推理、假設、歸納、演繹)(16)創造思考、想像(17)價值判斷/判斷、做決策(18)解決問題(19)後設認知(張玉燕，2002)。

可見，「自然與生活科技」學習領域的教學目標在於培養學生具備科學素養之「基本能力」，而運用批判性思考所進行的科學性探究活動，除了能使學生獲得相關的科學知識與技能外，在此過程中更能培養學生主動批判思考的習慣，如此將有助於科學知識的探究與科學本質的了解。

(二) 批判思考與科學思維

學者布魯納 (Jerome S. Bruner, 1986) 在兩種思維模式「Two Model of Thought」一文中認為，人類思考的運作不是單一不變的，其具有兩種主要模式，一是典範模式 (paradigmatic mode)，另一是敘述模式 (narrative mode)，它們皆提供人類組織經驗、建構事實的特殊方法。而典範模式 (paradigmatic mode) 又稱邏輯－科學模式 (logico-scientific mode)，即符合邏輯、科學的思考模式，此模式在本質上就是科學式的思考，它主要在使用科學的步驟去證實類別的關聯性及驗證事實。

學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力，而所謂「科學思維」意指課程綱要裡所定義「資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力(簡稱「思考智能」)(教育部, 2003)。同時，由於經常依據科學知識、方法與態度從事科學的探討與論證，可以使得學生更容易自然地養成批判思考的習慣和解決問題的能力，是以批判思考與科學思維可說具有相輔相成的作用。

而由「科學與科技素養」中所指的「思考智能」要項中我們可以明顯發現，批判思考與科學思維兩者之間具有密切的關係，學生無論從事創造思考、解決問題、推論思考或綜合思考，都需進行主動的思考運作，以冷靜客觀的態度對外在訊息加以釐清、辨別、假設及驗證，此一理性、虛心的態度與心靈特質，正好符合批判思考的心胸開闊的精神，所以批判思考可說是科學思考的重要運作基礎。

我們可以明顯發現，批判思考所重視的歸納、質疑、預測、推理和假設等抽象的思維能力，係屬於「科學性的批判思考」，為九年一貫課程「自然與生活科技」學習領域所不可缺少的能力。

三、融入批判思考的科學教學

經由前一節的探討可知，批判思考不但是現今教育所欲培養學生的重要目標之一，更是科學教育中不可或缺的一環，與其他科學素養要項相較，應有同樣重要的地位。可是科學教師如何在平時強調科學認知、過程技能及科學應用等動手操作的既有課程之外，給予學生更多的思考空間並鼓勵其從事正向、積極的思考（尤其在有限的時間之內），卻是一個有待克服的課題。

學者 Beyer(1998)認為不論任何年齡或年級的學生都能思考及行動，他們可以做

決定、解決問題、提出假設、評估訊息，甚至做推論；但是許多人卻無法有技巧地或一貫地完成這樣的運作，或者在適當的時間、地點完成。因此一位科學教師應當提供學生思考的機會，努力營造有助於思考的情境，並且鼓勵、激發學生進行批判性的理性思考。

在實際的教學策略上，從幾位學者的觀點可歸納出常用於教導學生高層次思考與批判思考的教學模式(張玉成, 1992；張秀雄, 1995；Court, 1991)，包括：師生互動與回饋、小組合作學習、問題解決、邏輯推理及社會議題等五種模式，這五種方法並非各自獨立，在使用時可以相互配合或運用。

而在當代科學學習潮流下，奠基於建構主義與情境認知理論思潮的教學策略可說扮演舉足輕重的角色，對於科學學習具有重要意義；基於以上兩項觀點，研究者嘗試將符合上述教學理念的小學自然科常用教學策略整理如下，期能找出對應與適合融入科學教學之批判思考教學模式。

表二 小學科學教學常用之教學策略

年代	學者	教學策略
1984	Wolfinger	闡釋法、互動闡釋法、討論法、蘇格拉底法、示範法、問題解決示範法、引導式發現法、開放式探究法。
1993	Neuman	言語活動、來賓演講、運用媒體、戶外教學、模擬演示、探究、示範、驗證、引導式發現、開放式發現。
1997	魏明通	演示實驗教學法、科學實驗教學法、科學概念教學法、科學過程教學法、科學態度教學法、科學探究教學法、問題解決教學法。
1997	王美芬、熊召弟	講述法、探究教學法、討論教學法、問思教學法、建構主義教學法(包括：學習環教學模式、問題解決教學模式、STS 教學模式、概念改變教學模式及類比教學模式)。
1999	鍾聖校	探討訓練模式、科學探討模式、創造性探討模式、概念達成模式、前導組織模式、集體探究模式、角色扮演模式、結構性科學探討模式、溝通理性感性教學模式、設計製作評鑑模式。

由上表可以發現，科學教室裡常用的教學模式不外問題解決教學、探究教學、合作學習教學、發現學習教學、STS 教學、蘇格拉底詰問法教學、概念改變教學、實驗教學及討論教學等教學策略，對照前述的批判思考教學模式，我們可以歸納出「STS 教學」、「蘇格拉底詰問法教學」及「合作學習教學」等三項融入式科學學習且有助於提升學生批判思考能力的教學模式。

此外，爲了彌補以上三項教學的不足，研究者另外還探討三項可融入科學學習的教學模式，它們分別是：「遊戲及角色扮演教學模式」、「科學史教學模式」以及「網路及電腦模擬教學模式」。「遊戲及角色扮演教學模式」目的在於配合不同年齡學生的需要，而「科學史教學模式」則爲了補充現行科學教學的不足，至於「網路及電腦模擬教學模式」則是爲了因應社會環境的變遷及學生學習型態的改變而加以設計的模式。以下就六項融入式的批判思考教學模式加以探討，作爲有意從事科學教學者參考之用。

1.STS 教學模式：

STS 教學模式是一種思潮，也是一項近代科學教育重要的改革運動。黃萬居(2001)認爲 STS 教學模式係指揭櫫以學生所關切的生活或社會的問題爲議題，由學生以主動自發的活動方式，探討此議題的相關問題，在過程中，由解決問題的活動獲得學識的增進和能力的增強的教學。STS 的教學是以生活議題或環境議題切入，訓練學生在解決問題的同時，透過教學活動的安排，增進學生的創造力、批判思考能力、解決問題能力、科學探究能力、科學態度、反省能力、同情理解他人能力、人際敏感性以及溝通技巧(吳璧純，2001)。

在教學方法上，學者黃萬居(2002)曾爲文歸納出十三種常用的 STS 教學策略，包括歸因論、認知發展論、操作制約學習、建構主義教學、批判性思考教學、討論教學法、創造思考教學、問題解決教學法、探究教學法、價值澄清教學法、問思教學法、合作學習教學法、講述教學法等方法。研究者認爲 STS 模式不僅奠基於建構主義、合作學習及科學社會學的精神和理論基礎，更符合情境認知理論的真實性活動的觀點，值得應用於批判思考教學上，故以下參考「自然與生活科技」學習領域附錄一之「教材內容要項」(教育部，2001)，設計配合實際課程、融入學習情境的教學議題實例。

表三 自然與生活科技學習領域教學議題實例

次主題 編號	次主題 內容	議題舉例
214	溫度與熱量	⊙水中放一支溫度計，水已經開了溫度計度數卻總是不超過 96°C，這隻溫度計壞了嗎？」
215	運動與力	⊙摩擦力會影響物體的運動，潮濕的道路上水很多，會增加

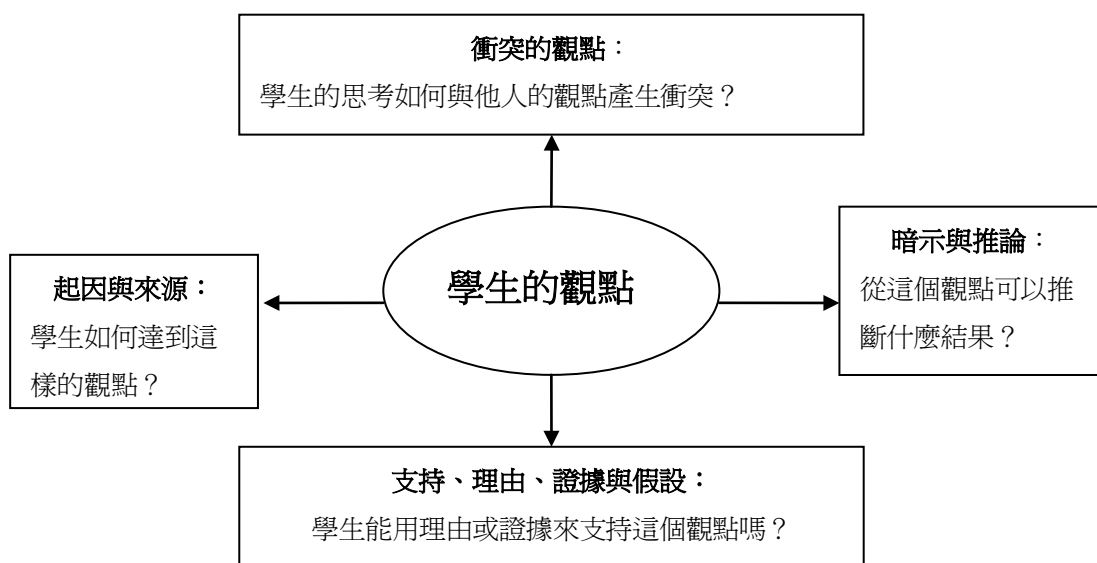
		輪胎的摩擦力嗎？
216	聲音、光與波動	⊙水晶花瓶在密閉無人的屋子裡可能無故地碎掉嗎？
231	動物的構造與功能	⊙常有人說：「多喝牛奶對人體有好處」，是真的嗎？ ⊙只要常運動、注意飲食，抵抗力就會增強，人就不會生病了嗎？
310	生殖、遺傳與演化	⊙有人說愛吃肉的人血液比較酸，結婚後容易生男生，是真的嗎？
320	地層與化石	⊙最近國外考古學家由化石中發現，人類共同的祖先是非洲人，你相信嗎？
421	環境污染與防制	⊙環境污染（水、空氣、噪音、垃圾污染等）對人類最大的危害是什麼？ ⊙飼養乳牛產生沼氣，會危害環境，甚至造成溫室效應嗎？ ⊙政府規定限用塑膠袋，可是卻允許使用紙製品，這樣真的環保嗎？
510	生物和環境	⊙人如果不吃動物，會不會造成動物過度繁殖，破壞食物鏈的平衡？ ⊙人類是否有權開發或使用岩石、空氣和水等自然的資源？
513	能源的開發與運用	⊙火力、核能、水力與太陽能發電有何優缺點？ ⊙只發展核能發電而不去發展太陽能發電，結果會如何？ ⊙應不應再建造核能發電廠四廠？」
520	科學的發展	⊙科學與科技發展對於人類的貢獻多還是破壞多？ ⊙有人說：「中國沒有科學，中國的科學皆來自於西方」，你認同嗎？
522	科學倫理	⊙在何種情況下醫生有權對病人執行安樂死？ ⊙在何種情況下可以進行複製人的實驗？ ⊙在何種限度下科學家可以使用動物實驗？動物是否也有生命權？

此外，國民中小學九年一貫課程「自然與生活科技重大議題」中所建議融入的資訊教育、環境教育、兩性教育、人權教育、生涯發展教育及家考政教育等六大議題，都是很好的情意設計題材，可以加以設計與納入。故運用 STS 模式時應注意議題的選擇，所謂好的融入議題應以能引起學生興趣且與學生生活經驗息息相關且適合學生程度者為佳，如此學生才會有探討的動機與進一步思考的興趣。

2.蘇格拉底詰問法教學模式

批判思考的起源，可追溯到古希臘時代哲人的辯證之學，蘇格拉底(Socrates)常運

用詰問法來引導學生探索真理，也就是教師詢問學生一連串引導式的問題，逐漸地使學生在某一論點上感到困惑，而不斷修正答案和審視自己的觀念，直到答案趨向成熟與合理。美國著名的批判思考基金會認為：「蘇格拉底詰問法(Socratic questioning model)是最古老，且仍是最強而有力的教學工具，可使用於幫助學生批判地、分析地及獨立地思考」(Moore & Rudd, 2002)。由以下圖一蘇格拉底詰問模式的模型中，我們可以清楚地了解其教學運作之方式。



圖一 蘇格拉底詰問模式 (Moore, L. & Rudd, R., 2002, p.24)

故此模式採用提問的方式來幫助學生自我省思與批判，而非全然接受教師所言，教師在教學的過程中不但應像蘇格拉底一樣不給學生固定的「標準答案」，更要回饋學生額外的問題以引導進行思考與探索，最後深化其對概念的理解與認知。

在具體的教學步驟上，學者 Hannel & Hannel(1998)曾在美國德州研究以系統性蘇格拉底詰問法(systematic Socratic questioning)為基礎的教學法--「批判思考七步驟」(Seven Steps to Critical Thinking)。他們認為在進行這七個教學步驟之前，教師最好能先提供學生一個重要概念(Main Idea)，它是一個廣泛、普遍化的目標，說明為何進行課程的理由，能使學生產生投入課程的興趣，並與學生的生活相關(包括在學校、家裡、作功課或玩遊戲)。學者更指出此方法可以提供一個在教室中簡單且實際可行的教學策略，除了適用於一般學生之外，更能用於在學校表現較差或不擅於思考之學

生；因為這種策略的重點不在提供學生全新的經驗，而是由改變學生現有的經驗著手，所以即使因生活經驗不足而被認為是學習不力的學生，都可由學校中師生的直接互動對話有效地學習。研究者將其教學步驟整理如下：

表四 蘇格拉底詰問法批判思考七步驟

階段一	教師設計並提供學生重要概念			
階段二	教學步驟	步驟名稱	運用相關技巧	教師發問舉例
	步驟一	觀察訊息	歸類、識別	「可以告訴我你看到什麼嗎？」
	步驟二	尋找相似點與相異點	比較、找出關連性、類推	「你知道它們之間有何關係嗎？」
	步驟三	找出全面性的主題或關係	分類、整合、預先摘要	「從頭到尾發生了什麼事？」
	步驟四	我們知道什麼？	解碼、推測	「這個問題或老師的教學要我們做什麼？」
	步驟五	正確地回答	編碼	「你的答案是什麼？它為什麼正確？」
	步驟六	運用至類似情境	推論、計畫、應用	「我們可以把它運用到什麼地方？」
	步驟七	我們學到什麼？	作總結	「這個課程要我們學到什麼？」

在實際的科學科學教室中，教師應精進自身的發問技巧與能力，如此才能「問之有物」，特別更需釐清以下三種問題：1.開放性與封閉性問題；2.問題的認知層次之分析；3.問題的科學過程之分析(張靜儀，1997)。科學的學習必須將科學知識建構與再建構的歷程融入教學之中，於是教室裡自然會產生許多有意義的議題與問題；教師可以應用蘇格拉底式的對話讓學生彼此思辯、批判，應用科學的「遊戲規則」，化約經驗世界複雜性，建立精簡、有條理的科學概念，同時也培養多元思考、理性批判、有決策能力等科學素養的公民(王靜如，2002)。

3.合作學習教學模式

合作學習教學模式的理論基礎一方面近似於俄國社會學家兼認知心理學家維高斯基 (Lev S. Vygotsky, 1896-1934)所提出的交互教學(reciprocal teaching)理論，另一

方面也類似情境理論所強調的認知學徒制(cognitive apprenticeship)。車文博(1996)即認為在維高斯基交互教學的情境中，係以小組方式進行，成員之間運用預測、發問、概述和澄清等四種學習策略進行互動。教師運用這種交互教學法，可以示範各種不同的角色，幫助學生透過這種增進學習者相互發展、對話、教導和鷹架的歷程，而促進學習者對所學內容的確實理解及後設認知運用，提升學習的成效。

至於情境認知理論(situated cognition)學者則認為一般如直覺推理、解決爭議及協商等人們透過日常活動所發展的策略，都被學校活動刻板且定義明確的問題、形式化的定義與象徵所取代(見表六之比較，Brown, et al., 1989)；這反映了活動的本質、可利用的資源以及解決的方式需要一種問題解決倚賴的抽象知識所不能運用的方式，也就是所謂的活動(activities)方式來進行。Collins, et al. 認為認知學徒制(cognitive apprenticeship)試著使學生透過活動與社會互動來適應實際的慣例或原則，採取類似職業學徒制有效且成功的方法來引導學生學習(Brown, et al., 1989)。這派學者尤其認為「認知(knowing)與行動(doing)是連結在一起且不可分割的」，因此學生與教師、同儕在認知學徒教學模式下相互學習，教師提供可學習的模範，不但不讓學生單打獨鬥，反而鼓勵相互支援以進行學習活動。

表五 一般大眾、從業者與學生的活動比較

	一般大眾	學生	從業者
推論	因果性的故事	定律	因果性的模式
作用於	實際情境	象徵	概念化的情境
解決	急迫的問題與兩難	定義明確的問題	定義不清楚的問題
產生	可協商的意義和社會上建構的共識	固定的意義和永遠不變的概念	可協商的意義和社會上建構的共識

資料來源：Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning(p.28). *Educational Researcher*, 18(1).

在實際的教學上，小組工作可被用在合作學習的情境，如同儕家教(peer tutoring)、實驗室經歷和合作小組中，雖然其間有各式各樣的合作型態，但其本質皆相同，即透過組員和組員間的討論、辯證、質疑、協助、分享等互動，彼此互相觀摩學習、互相幫助、鼓舞動機、包容差異，以擴大學習效果(Stone & McCarthy, 1944，引自黃萬居，2002)。

運用合作學習教學模式來訓練學生的批判思考是一個常用的策略，學生經由與他人互動除了可以相互切磋、相互協助以增進個人成就與團體績效之外，也可以培養學生傾聽、接納他人意見的心胸與氣度。此外，教師在使用合作學習教學模式之前，也應先自問「如何兼顧團體成長歷程與個人績效？」、「如何在小組學習中為學生評分？」以及「學生如何分組才能具公平性（異質或同質分組）？」等實際的問題，才能克服合作學習之缺陷，發揮此模式最大之功效。

4.遊戲及角色扮演教學模式：

一般人可能會質疑，批判思考既屬人類較高層次之思考智能，自然適合針對年齡較高或發展層次較成熟之學生進行引導，且以瑞士兒童心理學學者皮亞傑(Jean Piaget,1896-1980)之重要理論「發生認識論」(Genetic Epistemology)的認知發展階段分期觀點而言，十一歲以前的學生要能發展像批判思考等高層次之思考似乎不太可能。但是後來的學者研究發現，皮亞傑的認知發展分期明顯低估兒童認知思維能力，主要原因有三：1.實驗情境不夠生活化，未能符合兒童知識經驗；2.兒童語言表達能力不足；3.不知道認知是連續而非間斷的(張春興，1996)。由此，年幼兒童雖然在心智發展上未臻成熟，但是本身與成人同樣具備邏輯思考與解決問題等思考能力，只是成人未能加以有效引導而誤以為其無法做高層次思考而已。

其實除了自然學習領域的教學過程本身可以訓練學生批判思考，利用遊戲和具有爭議性的課題來教學也可以達到訓練學生批判思考的目的。其中遊戲教學實際進行方式有邏輯拼圖、數字和符號的解決問題、屬性遊戲等(張玉燕，2002)，而此一教學方式正好可適用於年齡較小的學生，使其在遊戲的情境下自然學習思考技巧與態度，對於低認知發展層次或低成就學生而言，此一方法相當值得參考。

西方心理學大師愛德華·波諾(Edward de Bono)曾研究出一套水平思考(lateral thinking)的理論與思考訓練方法，其中的「六頂思考帽(six thinking hats)教學」(見表三)實屬融合遊戲與角色扮演兩者的教學模式。波諾認為思考最大的敵人就是複雜，因為它會導致混亂。如果思考的方式簡單明瞭，它就會變得比較有趣而且有效果；只要肯扮演思考者的角色，並真正從事思考，你就可能是一位成功的思考者(江麗美譯，1996；芸生、杜亞琛譯，1999)。故透過規則的解說，學習者一次只戴上一種顏色的思考帽，並扮演該種思考者的角色從事問題情境的思考，讓思考儘可能單純就是最有效率且最佳的思考方式，而且學生可以因而在角色扮演中習慣思考、樂於思考。其中「黑

色思考帽」與「黃色思考帽」屬於理性判斷的思考，近似於批判性思考，教學者可以針對此兩者多鼓勵學生從事批判性的思考活動。

表六 六頂思考帽教學

意義	思考是來自所扮演的角色，而不是由自我出發；如果你扮演一個思考者的角色，你就會是個思考者。		
價值	<ol style="list-style-type: none"> 1. 角色扮演 (role-playing) 2. 引導注意力 (attention directing) 3. 方便性 (convenience) (或易於使用) 4. 頭腦化學的可能基礎 (possible basis in brain chemistry) 5. 遊戲規則的建立 (rules of the game) 		
目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 簡化思考，讓思考者一次只做一件事。 2. 讓思考者可以自由變換思考型態。 		
教學方式	運用發問技巧激發學生思考與聯想。		
主要內容	種類	顏色的聯想	代表的涵意
	白色思考帽	中立、客觀	客觀的事實與數字
	紅色思考帽	憤怒、狂暴與情感	情緒上的感覺
	黑色思考帽	陰沈、負面的	負面的因素 (為什麼不能做)
	黃色思考帽	耀眼、正面的	希望與正面思想
	綠色思考帽	生意盎然、肥沃豐美	創意與新的想法
	藍色思考帽	冷靜的、在萬物上方的	思考過程的控制與組織

傳統認知心理學家認為兒童必須達到特定的認知發展階段才能從事高層的抽象思考，此觀點間接造成在實際教學中缺乏針對國小中年級以下學童(特別是幼兒階段學童)設計的批判思考教學模式；而具備遊戲性與角色扮演特性的思考帽教學模式不失為補救此一教學漏洞的好方法，適合低年齡學童的需要，可提供科學教師不同的批判思考教學選擇，有待教師加以實際研究與應用。

5.科學史教學模式

Oldroyd(1977)認為利用科學史教學有下列幾項優點：(1)科學理論的歷史發展大多相對於該理論的邏輯結構，例如沒有原子的觀念，就不可能引介電子、質子、中子的發現；(2)由科學史可以了解科學家面對問題時思考或實驗探究的歷程，有助於學生領悟解決問題的方法；(3)適當的科學史例子，可幫助學生領悟科學家創造的過程；(4)讓學生了解科學理論是持續的改變著，也因而能使學生開闊心胸，接受錯誤；(5)讓學生了解科學與社會之間的關係，縮小科學與人文的鴻溝(許良榮、李田英，1995)。

尤其科學史不再只是一個故事而已，科學的發展過程中所蘊涵的經驗內涵，正是科學教育中幫助學生了解科學本質、及培養批判思考能力的「最真實」情境，因此融入科學史的教學不但能幫助學生學習科學知識與概念，更能引發學生從事批判性的思考，建構更正確的科學觀。至於科學史融入科學教學的方式非常的多，例如：歷史個案研究、互動式小品、歷史調查研究、角色扮演、歷史對話、探訪科學古蹟或參觀博物館、重複科學史上重要實驗、科學家私人傳記閱讀、小組討論、富有想像力的科學史寫作等方式皆是(洪振方，1998)。

因此，藉由科學史的引導，可以使學生了解科學的演進過程以及科學家的努力過程，學生可以從中了解相關的科學概念，甚至學習科學家的研究精神，培養正確的科學態度和科學素養，或者運用敘述科學故事來加強學習各派典的動機。學生尤其可以因此激發批判思考的動機與能力，其中也不乏類比及啓發的思想，用以激發學生的創造力，促進現代自然科學的發展，提供理論和實踐兩方面的經驗與教訓。

在一般科學教科書中大多是符號、公式與定律，使學習者覺得所學的總是枯燥無味又不具生命的理論，若能從科學故事或科學史開始介紹各種概念的演變及由來，除可增加趣味性之外，更能激發學生批判能力，故有其科學教育上的價值。

6.網路及電腦模擬教學模式

網路的發明與普及使得人與人之間的溝通更加便利，人們獲取資訊的速度與管道也愈趨快速與多元，利用網路搜尋引擎的功能，學生可以輕而易舉地查詢到想要的資料，可是真正能將資料加以求證、評估後再使用的可以說並不多見；學生在貪圖方便的情況下往往將資料照單全收，懶得思考內容的可信度，常常是直接採用網路的訊息而不知加以選擇，於是「網路使學生思考平庸化」的聲音便因之而起。Halpern(1999)便認為在科技進步的轉變之下，網路的教學不僅提供更多的教學方式，更凸顯批判思考能力的需要性，只需敲幾個鍵就能容易取得的大量資訊，使得評估資訊能力的重要性更勝以往；其中許多訊息並不確實，有些甚至是蓄意地且危險地造成迷惑(deceptive)。

Lynch, et al. (2001)認為教導學生評估網路上的訊息提供學生強化批判思考能力的機會。他們提供幾項特別的準則以供參考，包含：(1)注意網站的領域(2)確認贊助者是誰(3)確定作者是誰(4)確認資料是否更新(5)確定合適的範圍(6)評價其正確性等。教師應提醒學生需批判地評估且小心地引用網路上的內容，網路教學模式能使學

生有機會同時針對傳統的資料與網路上的訊息加以批判與評論。

而國內學者葉玉珠(1996)則透過「批判思考的電腦模擬教學(CS-TCT)」，研究電腦模擬應用於批判思考教學訓練之成效，雖然學者的研究對象為美國維吉尼亞大學的職前教師，但是相信如能配合中小學學生的程度與學習需要，設計相關電腦模擬教學軟體，作為教學輔助之用，相信應有不錯的效果，故在此提出作為一般教學之外的另類選擇。其研究結果發現電腦模擬的教學模式可以作為促進有效批判思考的有利工具，而欲使其效果最大化，至少還應融入三項要素：給予引導的練習、提供以研究發現為主的教學專業知識及促進自覺能力。綜合觀之，無論是網路或電腦模擬的批判思考教學，都應提供學生真實生活(real-life)或真實世界(real-world)的問題或素材，例如：民意調查、樂透彩、愛滋病、DNA 鑑定、抽煙，甚至於最近在社會上造成恐慌的 SARS(嚴重急性呼吸道症候群)等議題皆是。

此外，學者粘揚明(1997)也歸納出受新思考教學典範理論：「互動主義」(interactivism)影響下所產生的「對話互動式批判思考教學模式」，其對於批判思考教學有以下五項啟示：(1)教師應注意自己是否為學生樹立一具有「批判精神知識信念」的學習楷模；(2)注意學習情境所傳達給學生的知識信念是什麼；(3)注重個體知識信念對個體批判思考能力發展的影響，而以改變個體知識信念為批判思考教學的重要目標；(4)由「社會共享認知」(Socially shared cognition)的層面來培養批判思考的能力；(5)培養批判思考能力是一個不斷增進的歷程。

所以一個批判思考的教學理論應該把以上的情境因素都列入理論之中，才能趨近於真實思考發生時的本質，也才能建構出符合實際批判思考教學需求的理論。科學教師應能設計融入學科內容的教學策略，以發展出真正適合於科學學習的教學策略，至於應該運用何種教學模式，則完全要看學生的程度與教學需要而定，上述的六項教學模式，應可提供科學教師進行教學設計時很好的參考依據。

四、融入批判思考的科學評量

評量應具有引發學生反省思考的功能，以導引學生能珍惜自我心智的成長、持平的面對自己的學習成就、察覺自己學習方式之優缺點。評量要具有敦促、鼓勵的效果，使學生相信只要自己努力或更加專注，定能獲得更好的學習成效。此外，評量的層面應包括認知、技能與情意(教育部，2003)。可見，藉由評量的實施，不僅可以使學生對於所知及所學加以檢討反省、損有餘而補不足，評量過程本身對於學習者而言更是

一個反省批判的好機會；而教學者也可藉由評量活動獲得學生學習成效之具體回饋，作為日後教學規劃及改進之參考，故評量可說是批判思考教學相當重要的一環，不可輕忽。

美國批判思考研究的先驅學者 R. H. Ennis 曾於 1993 年發表一篇「Critical thinking assessment」的論文，文中針對批判思考測驗的目的、陷阱與設計方式進行詳盡的剖析，頗具參考價值，以下僅就批判思考測驗的目的與陷阱及如何設計自己的批判思考測驗兩方面加以說明如後，以提供科學教師設計批判思考評量工具參考之用。

(一) 批判思考測驗的目的與陷阱

想要瞭解批判思考如何評量，我們必須先清楚要評量的是什麼，也就是了解其目的何在。不止在我們選擇、評價或發展一個測驗時需要一個可辯護和詳細說明的批判思考定義，我們還必須對於所使用的測驗有清楚的瞭解。以下是七項批判思考測驗的主要目的：1. 診斷學生的批判思考層次；2. 對於學生的批判思考才能給予回饋；3. 激發學生做更好的批判思考；4. 告知教師教導學生批判思考的努力成果；5. 從事有關批判思考教學的問題與爭論的研究；6. 提供協助以決定學生是否需要參加教育性的課程；7. 提供支持的資訊使學校可以解釋學生的批判思考能力。

Ennis(1993)認為設計一項批判思考測驗時可能存在多樣的目的，但是沒有一個測驗或評量可以適用所有的目的。為了追求以上的目的，教育者必須意識到包括以下的幾個陷阱，這些陷阱都是我們要特別注意並加以小心避免的。

1. 測驗結果可能被拿來與常模做比較，並且聲稱造成差異或相似皆是因為教學的結果。
2. 前測與後測結果可能沒有和控制組的班級作比較。
3. 使用同樣的測驗作前測及後測，會有改變學生朝測驗題目表現的問題。
4. 大部分的批判思考測驗並不够廣泛，特別是那些最容易使用的多重選擇測驗。
5. 使用多重選擇測驗另外的問題是會造成出題者與答題者背景看法和假設之間的差異。
6. 我們會在短期間要求顯著的結果。
7. 高利害關係 (high-stakes) 的目的通常會妨礙測驗的效度。
8. 缺乏資源常常造成妥協以致影響測驗的效度。

(二) 設計自己的批判思考測驗

我們不應該完全相信作者及出版者所定的測驗名稱，對於綜合性的測驗而言，除了適用的多重選擇測驗外，開放性的評量技巧或許是需要的。所以教師在製作屬於自己的測驗時，除了傳統容易評分但被批評不夠全面性的多重選擇測驗之外，以下還有三種不同的測驗方式可供選擇。

1. 多重選擇加上寫出正當理由

這種方式是最較接近真實的客觀評量方式，但是缺點是答題者後面所加上的理由說明不易評分。所以必須經由實際試測之後，建立評分標準，如此測驗才具有公信力，易於評分者進行評分工作。以下是研究者針對生活上的科學議題所設計的兩個範例：

範例一：

說明：為響應環保，環保署於民國 92 年宣布全面限用塑膠袋政策，禁止使用塑膠袋及免洗餐具，改以紙製品取代，可是卻引起塑膠業者的嚴重抗議，也因此引發到底如何才算真正環保的爭論。

題目：下列哪一個觀點比較值得相信？請寫下你的答案，並說明理由為何。

- A. 塑膠袋經過長時間掩埋也不易分解，而且經焚燒後會產生有毒氣體危害人體健康，所以塑膠袋是破壞生態及影響人類健康的元兇，限用塑膠袋政策是合乎環保的。
- B. 某大學教授認為，紙製品在製造時消耗的能源比塑膠品多，而且紙製品的使用對生態的影響更大，例如破壞森林等，所以不會比較環保。
- C. 我們應重視垃圾再分類及妥善回收利用，而不是僅靠採取限用塑膠袋一項政策而已。所以重點應是垃圾減量，而不是在於要不要限用塑膠袋。
- D. 以上都可信。

你的理由是：

範例二：

說明：最近世界各地均因感染 SARS（嚴重急性呼吸道症候群）病毒而使得人心惶惶，國人紛紛戴起口罩預防病毒，可是有學者卻認為沒有必要。

題目：下列哪一個觀點比較值得相信？請寫下你的答案，並說明理由為何。

- A. 國內衛生署官員進一步調查並指出：「民眾必須戴上口罩，以預防病毒感染」。
- B. 台大醫院某知名醫生認為：「此病毒屬飛沫傳染，需與病患近距離接觸（一至二公尺）才會感染，病毒並不會經由空氣傳播，所以不需要戴口罩」。
- C. 不管專家如何說，在研究未經證實之前，還是戴上口罩比較保險。

D. 以上都可信。

你的理由是：

2. 批判思考的申論測驗

就不同目的而言，製作屬於自己的批判思考申論測驗的方法是可行的。申論式的批判思考測驗依其結構可分為三種形式，其內容如下表所示。由下表可知，最小結構性之測驗具備較大之彈性，其中，「伊利諾批判思考申論測驗」為一個六因子的分析性評分系統，適用於評分的指導，由伊利諾州教育委員會發展，具有高度的內部一致性，類似這種方法看起來大有可為。

表七 批判思考的申論測驗

結構性	高度結構性	中度結構性	最小結構性
內容說明	提供一段爭論性的文字，加上段落編號，學生被要求對每個段落及文字的思考做整體評價，並對他們的評價做辯護。	結構可以經由提供一個辯論性的段落與要求對於其論點及辯護做出辯論性的回應而加以減少，不需詳細指明回應的組織性。	只提供一個問題來回答或一個論點來提出，以進一步減少結構。減少結構，給予學生更大的自由，但是提供對話訊息較少的保證。
評分方法	提供評分者評分時確定數字的指引，如果學生能對完全不同的回應做出良好的辯護，仍會得到完全的信賴。	1.全面性的：指對於申論的一個整體分數。 2.分析性的：指對於每一個標準所評的分數。給予更多的訊息，而且對大部分的目的較有作用。	不論全面性或分析性評分皆可以接受。
大約評分時間	評定每個申論題約六分鐘	1.全面性的：評兩頁大約要花一或兩分鐘。 2.分析性的：評兩頁大約要花三到六分鐘。	在上課的四十分鐘裡所寫的申論測驗，每題要花五分鐘來評分。
實例	Ennis - Weir 批判思考申論測驗	大學入學考(College Board Advanced Placement, AP)	伊利諾批判思考申論競賽、伊利諾批判思考申論測驗。

3. 實作評量

實作評量是所有評量中最昂貴的，因為它需要投入大量的專家，並且需花費較多

時間於每個學生身上。但是不論如何，它都具有最大的專家效度，因為情境比較真實，但是真實性越大，廣泛度的一致性就越低。在真實的生活情境中，人們一般只會展現情境所要求的行爲，而且大部分可觀察的情境並不要求包含所有觀點的批判思考。所以實作評量遭遇類似多重選擇評量的困難是：降低廣泛性。

實作評量另一項可能的危險則是過度主觀。此外，這種評量形式的效度尚未建立。換言之，實作評量是一個吸引人的構想，但是存在許多問題，包括可能缺乏批判思考評量的廣泛性，雖然實作評量表面上看起來似乎很有效，但是較費錢、可能缺少廣泛性、可能過於主觀，且報告冗長而危險。

總之，國外已出版的批判思考測驗大部分是多重選擇測驗，優點是效率高且花費低，但是現在已經不具廣泛性，需要更多的研究與發展。當大規模使用時，以上三種測驗全部都比多重選擇測驗昂貴，但在小規模使用時，就效度與花費而論，它們提供一個可行的替代方案。其中以在多重選擇選項中加入正當理由或說明者最具參考及研究價值，可做為科學教師發展相關測驗之參考依據。

五、批判思考融入科學學習的啓示

批判思考教學之研究至少已有三十幾年的歷史，英美國家無論在理論或實際運用上的研究非常多，國內近十幾年也有許多學者著手研究。由國內相關研究可以發現，批判思考教學已受到教育界普遍的重視，批判思考教學之知識及技巧實為教師必備的教學基本素養。但研究者亦發現，目前國內正值九年一貫課程如火如荼實施之際，國中小階段急需將批判性思考融入教學之中，可是卻未見具體且富本土化之教學課程與評量工具，此領域亟需進一步的努力與研究。經過前面的討論，以下僅就批判思考在科學學習上的問題與啓示提出以下幾點建議：

(一) 批判的精神是科學思維運作的基礎

從事科學學習無不需要運用推論、歸納、質疑與判斷等心理能力，這些能力不但與批判思考之能力內涵不謀而合，而且最重要的是其背後所蘊含的精神，正是科學思維運作的核心基礎。因此一個人除了應具備思考的技能之外，最重要的因素可以說就是必須具備類似心胸寬大(*be open-minded*)、消息靈通(*be well-informed*)及對他人保持敏感(*be sensitive to others*)等態度。國內科教學者曾提出批判性思考落實在科學教育上的幾個重要方向，正好呼應了此一理智特徵精神的重要性，包括：1. 培養學習者與教育工作者具有批判性思考的胸懷；2. 養成學習者有輕批嚴判的胸襟，能以體諒寬容的

態度進行論點辯證活動；3.加強學習者自省能力；4.讓學習者了解批判性思考不是憑空想像的；5.培養學習者講理性、合邏輯的思考習慣；6.利用批判性思考教學促成科學教學課程中各學科間的科際整合；7.避免科學批判思考教學與生活產生疏離（盧玉玲、連啓瑞 1999）。

因此能具有批判的精神(critical spirit)和能批判地思考(thinking critically)一樣重要，亦即一個人要有批判思考的外顯行為與結果，除了必須具備批判的能力與知識之外，還必須能冷靜地思考生活的所有面向及個人的內在想法，並且在使用批判思考技巧時能基於科學邏輯的基礎來行動，也就是能符合科學「講求證據、破除迷信」的批判精神。

（二）科學式的批判思考需要結合另類思維

學者布魯納（Jerome S. Bruner, 1986）在兩種思維模式「Two Model of Thought」一文中認為，人類思考的運作不是單一不變的，其具有兩種主要模式，一是典範模式(paradigmatic mode)，另一是敘述模式(narrative mode)，它們皆提供人類組織經驗、建構事實的特殊方法。典範模式(paradigmatic mode)又稱邏輯－科學模式(logico-scientific mode)，即符合邏輯、科學的思考模式，此模式在本質上就是科學式的思考，它主要在使用科學的步驟去證實類別的關聯性及驗證事實。而敘述模式又稱為故事模式，它可以呈現出好的故事、有吸引力的戲劇及可靠但非真實的歷史描述，此一建立在人類情境的基礎上，因此衍生了悲劇、喜劇或荒謬劇等各種收場。

人類的思考有很多方式，不應滿足或侷限於任何一種思考模式，否則頭腦很容易窄化或僵化。比較布魯納所提出的兩種思維模式我們可以清楚發現，典範模式一般只有確定或不確定的兩種結論，相形之下敘述模式就顯得較有彈性多了。

國內學者認為一個具有典範模式思考取向的學生，能對問題進行科學思考；這種思考傾向的學生較能理性客觀地面對問題，並且能夠以科學理論對問題及現象提出合理的說明、解釋或預測；而具有敘述模式思考取向的學生則偏向於感性態度的問題，較敏感於所處的情境(洪文東，1999)。布魯納(1986)更指出我們對於科學及邏輯性推理的進行瞭解得很多，可是對如何去編造故事卻知道得很少，殊不知後者不僅給予理論者在詮釋上更大的彈性，同時也讓故事回歸到原始面(primitiveness)，亦即回到人類直覺性的、可立即辨認的、無須詭辨的及不需複雜解釋的思考意圖。Walters(1990)

認為人類具有合理性特徵的認知功能不只限於邏輯分析，還包括非邏輯的部分，傳統的批判思考教學過份強調正當理由的辯護，而忽略了個人直覺性與比喻性的思考(也就是敘述模式的思考)。而且學校的思考教學如欲強化學生發現式的思考，可以在現行的課程中加入以下的教學策略：如角色扮演、視覺心像、音樂教育的創造力、移情學習、發現學習、與直覺問題解決等，這樣的教學才是符合真正批判思考精神的教學。學者波諾亦指出所謂批判性思維簡單地說就是檢驗事實，但是只有批判思考是不夠的，我們還要考慮應該注重正向、積極、且具建設性之多元化思考(芸生、杜亞琛譯，1999)。

因此在教導批判性的科學思考時，教師必須同時進行敘述模式例如創造性思考等富於感性、建設性與創造性的思考教學，如此學生才能兼顧理性(科學認知)與感性(科學態度)，避免思考僵化之危機，才能導致典範的遷移(paradigm shifts)；換言之，孔恩(Thomas Kuhn)所謂的科學革命(scientific revolution)因而才有產生之可能，科學發展才有長足進步的空間。如同布魯納所言，「敘述和典範模式終會並肩地進入生活」，在這兩種模式相輔相成下，人類的思考將是豐富且多樣的。

(三) 成為批判思考者需從化解迷思概念著手

科學學習裡稱學習者對於世界最初的看法為另有架構(alternative frameworks)、迷思概念(misconceptions)或認知結構(cognitive structure)，如同皮亞傑所指的認知基模(cognitive schema)，也就是個人已有的經驗或概念，此一概念常常影響學習者的思考與學習成效，伴隨一生難以改變，甚至可能是人類進行批判思考的一大障礙。其原因在於個人運用思考解決問題時，由於過去經驗的累積，形成了一種牢不可破的習慣，於是產生習慣僵化(habitual rigidity)(張春興、林清山，1989)，亦即完形學派(Gestalt psychology)所稱的功能固著(functional fixedness)，它會影響個人進行問題解決與思考的運作。事實上我們必須了解，大腦並沒有掩蓋錯誤信念的機制，換句話說，我們的大腦中皆帶有來自於文化、出生及養育環境、父母、朋友及同事的偏見。找出確認這些錯誤信念的方法並以較合理的觀念取代，是批判思考有待討論的議題之一(Elder & Paul, 2001)。尤其，科學不代表事實的集合體，科學是人類想法的建構，人類的想法會不斷的改變，所以思想改變的過程是教育活動的核心(王靜如，2002)，因此如欲教

導學生批判思考，並先得從化解個人的迷思著手。

如果個體不能接受主流的科學觀或同儕的想法，甚至在與他人討論後仍不願意放棄錯誤的想法或做任何改變，那麼他便不可能建立較正確的科學觀；再者，如果教師不能給予學生直覺思維與大聲思考的充分時間與機會，在思考受限或囫圇吞棗之下，學生可能會隱瞞自我想法或倉促下結論，通常都會產生錯誤的思考。

(四) 批判思考受個體背景與事件脈絡的影響

McPeck 極力反對批判思考可以脫離思考內涵，獨立成爲通則性的思考架構，主張應從與特別知識領域有關的認識論，去理解批判思考(王秋絨，1991)。由此，一個人要能批判地思考必須先具備一定的知識基礎。批判思考並非存在於真空(vacuum)，思考的運作不但離不開個體使用他們對於主題內容的所知，而且還要善用他們的常識及經驗，所以學生的先備知識、認知風格或興趣態度都會強烈影響他們做正確推論的能力。在科學學習中，學生的常識與經驗一方面來自教室課程中對於科學的認知、過程技能的習得與科學本質的理解，另一方面則來自於教室外學生與外在社會環境與文化互動下產生的知識，所以期望學生具備批判思考的能力，便不能忽略學生對於基本知識與經驗的認知，否則學生只能天馬行空、漫無目的的空思妄想罷了。

學者認爲批判思考是基於許多考量的綜合體，它需要個體評價自己及他人的觀點、尋找其它的選擇、做推論、具備能批判地思考(think critically)的意向(Norris, 1985)。也有學者研究影響個人從事批判思考的因素，包含：1.個人外在因素：如性別、年齡、城鄉別、學業成就；2.個人內在心理因素：如認知風格、認知能力、認知意向、後設認知、觀點偏好、智力等；3.環境因素：如社會互動、家庭因素(家庭社經地位、父母管教態度)等(陳蜜桃，1996；許崇憲，2000)。故批判思考教學理論受到建構主義和情境認知思潮的影響，已經漸漸注意到學習的情境、個體的信念、情感、動機，以及個體內在能力發展階段對批判思考能力發展的重要性(粘揚明，1997)。這些因素都應在教學時加以重視，其中的關係也是未來值得研究與了解的方向。

可見，如何營造一個鼓勵學生思考的情境可說是相當重要的課題，科學教師除了必須提供一個利於批判思考的教室環境之外，教師本身也需以身作則，應先成爲一位批判思考者。此外，設計評量工具時也應謹慎考量是否做到鼓勵學生思考的原則，如

此學生才不致受考試的引導與限制，窄化其思考的角度與面向。

(五) 批判思考的目的並非求得一個形式上的解答 (formal answer)

誠如孔恩(1962)在「科學革命的結構」(The Structure of Scientific Revolution)一書中所說：「無論投入多大的努力和才幹，乃至辯證或困思的學問，都不曾正確地指出某一特定的發現到底在何時、何地發生以及它是由何人所完成。」關於這一點，孔恩更進一步指出：「許多科學發現，尤其是那些最有趣、最重要的故事，並不是那些可以簡要地詢之以發生在何處甚或何時的事件；即使擁有一切可信的資料，這些問題也未必有正確的答案。然而我們卻一再地被迫問這些問題。這實在可說是我們對『科學發現』在認知上的一項基本錯誤。」(程樹德等譯，1994)。

所以科學教室應提供一個開放、溫馨的環境來進行討論教學，至於「科學是正確、毫無疑問的」的錯誤觀念會導致科學教師呈現錯誤的教學表徵，包括科學知識與其建構的過程(王靜如，2002)。因此教師應讓學生能從不同甚至相反的角度來看待科學研究的成果或課本裡的知識，容許學生逆向思考與嘗試錯誤，當學生提出不同的意見或產生錯誤的想法時，只要是能指出正當的理由、證據或解釋，教師都應適度地加以鼓勵與接納。

具備批判思考精神的科學教育不應只重視學生思考結果的呈現，而應鼓勵學生勇於嘗試、勤於思考及做推論，以建構多元並行的正確科學觀。所以，能想出一個正確的答案並不是批判思考想要的最終結果，這是身為教師首先必須認清的。

結論

融入科學學習的批判思考教學應是具適性化及人性化的學習，其教學目的在於促進生活之合理化，培養學生獨立思考、主動探索與問題解決的能力，此目標不但與「自然與生活科技」學習領域中「思考智能」能力要項所欲達到的目標相吻合，也是時代潮流的趨勢，若能發展出一套融入科學課程的批判思考教學模式及評量標準，必有助於科學教師之專業成長及學生自主能力之提昇。而研究者所歸納的批判思考內涵、教學及評量策略，以及批判思考融入科學學習的啓示，或可作為科學教師從事批判思考教學之參考。

因應二十一世紀日新月異、一日千里的科學與科技發展，培養具備科學思維能力

的新一代公民不但是現今科學教育的主要目標之一，也與九年一貫課程培養具備「帶得走的能力」的精神不謀而合，完整的科學學習不應只停留在傳統單向思考的三 R（讀、寫和算）教學，更要注重第四 R（critical thinking）的教學，尤應突破獨重科學認知與過程技能的操作，忽視培養學生高層次思考與運用科技能力的窠臼。所以科學教師本身必須先清楚批判思考的精神與意涵，才能引導學生將批判思考融入生活之中，而也唯有引導學生養成正向批判且肯用心思考的開放心靈，方能使我們處於科技世界之際，既能享受科技所帶來的便利，也能避免淪於被科技奴役的命運。

參考文獻

- 王美芬、熊召弟（1997）：**國民小學自然科教材教法**。台北市：心理。
- 王秋絨（1991）：**批判教育論在我國教育實習制度規劃上的意義**。台北市：師大書苑。
- 王靜如（2002）：**科學思維與科學教學**。**屏師科學教育**，**16**，2-17。
- 毛連塏、劉燦樑、陳麗華（1991）：**康乃爾批判思考測驗之修訂**。**中國測驗學會測驗年刊**，**38**，109-123。
- 江麗美（譯）（1996）：**六頂思考帽**（原作者：Edward de Bono）。台北市：桂冠。
- 車文博（1996）。**西方心理學史**。台北市：東華。
- 李明昆、江新合（2000）：**國民中學學生科學素養之研究---以垃圾焚化爐議題為例**。**科學與教育學報**，**4**，3-20。
- 吳璧純（2001）：**科學-科技-社會(STS)教育思潮及教學取向**。**教育研究**，**92**，69-76。
- 吳靜吉、鄭英耀、王文中(1992)：**華格批判思考量表之修訂**。**教育心理與研究**，**15**，39-78。
- 芸生、杜亞琛(譯)(1999)：**教孩子思考**(原作者：Edward de Bono)。台北市：桂冠。
- 姜文閔(譯)(1992)：**我們如何思維**(原作者：John Dewey)。台北市：五南。
- 洪久賢(1993)：**家政科批判思考教學之探討**。**中等教育**，**44**（5），5-14。
- 洪文東（1999）：**典範式思考與敘述式思考**。**屏師科學教育**，**10**，16-30。
- 洪振方（1998）：**科學教學的另類選擇：融入科學史的教學**。**科學教育**，**7**，2-10。
- 張玉成(1995)：**思考技巧與教學**。台北市：心理。
- 張玉成(1991)：**教師發問技巧**。台北市：心理。
- 張玉燕（2002）：**批判性思考教學探討**。**初等教育學刊**，**12**，211-246。
- 許良榮(1991)：**科學素養--- 一個爭議中的論題**。**國教輔導**，**30**(6)，58-63。
- 許良榮、李田英（1995）：**科學史在科學教學的角色與功能**。**科學教育月刊**，**179**，15-27。
- 教育部（2001）：**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(2003年3月11日)：「**國民中小學九年一貫課程—自然與生活科技領域**」**綱要及實施要點【公告】**。台北市：教育部。2003年3月20日，取自：
<http://140.122.120.230/ejedata/kying/20031241215/index.htm>

- 張秀雄(1995)：批判思考教學在公民教育中的角色。**公民訓育學報**，**4**，75-108。
- 張春興(1996)：**教育心理學：三化取向的理論與實踐**。台北市：東華。
- 張春興、林清山(1989)：**教育心理學**。台北市：東華。
- 陳密桃(1996)：我國台灣地區國中學生批判思考的相關因素及其教學效果之分析研究。**教育學刊**，**12**，71-148。
- 許崇憲(2000)：影響批判性思考進行的因素。**教育研究月刊**，**75**，29-40。
- 粘揚明(1997)：批判思考教學的發展趨勢。**教育研究**，**53**，50-58。
- 梁實秋、吳奚真(1990)：**牛津高級英英、英漢雙解辭典**。台北市：東華。
- 張靜儀(1997)：增進自然科教室的發問技巧。**屏師科學教育**，**6**，11-17。
- 陳膺宇(1994)：批判性思考運動初探。**國立政治大學學報**，**69**，144-171。
- 郭鴻銘、沈青嵩(譯)(1976)。科學素養之涵義。**科學教育月刊**，**1**，9-16。
- 陳麗華(1989)：國小社會科批判思考教學的省思。**現代教育**，**7**，121-135。
- 葉玉珠(1998)：有效批判思考教學的基礎之探討。**教育研究**，**59**，57-67。
- 葉玉珠(2000)：智能與批判思考。**國立中山大學社會科學季刊**，**1**，1-28。
- 葉玉珠(1996)：電腦模擬應用於批判思考教學訓練之成效。**國立政治大學學報**，**75**，99-118。
- 葉玉珠、葉碧玲、謝佳蓁(2000)：「中小學批判思考技巧測驗之發展」。**中國測驗學會測驗年刊**，**47**，27-46。
- 黃萬居(2002)：由教學原理論述 STS 教學活動之應用。**科學教育研究與發展季刊**，**2002 專刊**，59-86。
- 黃萬居(2001)：國小 STS 教學與創造力培養之兩個個案研究。**科學教育研究與發展季刊**，**24**，1-22。
- 程樹德、傅大為、王道還、錢永祥(譯)(1994)：**科學革命的結構**(原作者：Thomas S. Kuhn)。台北：遠流。(原著出版年：1962)
- 楊志強 莊蕙元(譯)(2001)：科學素養的歷史與現代意義及其與科學教育改革之關係。**屏師科學教育**，**13**：4-11。
- 溫明麗(1997)：**批判性思考教學---哲學之旅**。台北市：師大書苑。
- 溫明麗(2001)：**批判性思考教學理論與師資培育模式之探討---因應九年一貫課程實施的配套措施(一)**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告(報告編號：NSC

89-2413-H-003-054)，未出版。

溫明麗(2002)：皮亞傑與批判性思考教學。台北市：洪葉文化。

潘裕豐(1993)：國小批判思考教學效果之實驗研究。*特殊教育研究學刊*，9，233-248。

盧玉玲、連啓瑞(1999)：批判性思考潮流下的科學教育。*國民教育*，39(4)，12-15。

鍾聖校(1999)：自然與科技課程教材教法。台北市：五南。

魏明通(1997)：科學教育。台北市：五南。

AAAS(American Association for the Advancement of Science) (1989). *Science for All American*. New York: Oxford University Press.

AAAS(1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R. & Daniels, L. B. (1999a). Conceptualizing critical thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 285-302.

Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R. & Daniels, L. B. (1999b). Common misconception of critical thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 269-283.

Beyer, B. K. (1998). Improving student thinking. *Clearing House*, 71(5), 262-267.

Beyer, B. K. (1990). What philosophy offers to the teaching of thinking? *Educational Leadership*, 47(5), 55-60.

Bruner, J. S. (1986). *Actual minds, possible worlds*. New York: Harvard University Press.

Bruning, R. H., Schraw G. J. & Ronning R. R.(1999). *Cognitive psychology and instruction (Third edition)*. New Jersey: Prentice-Hall.

Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1),32-42.

Court, D. (1991).Teaching critical thinking: What do we know? *Social Studies*, 82(3), 115-119.

Elder, L. (2000). Critical thinking : Nine strategies for everyday life, Part II. *Journal of Development Education*, 24(2), 38-39.

Elder, L. & Paul, R. W. (2001). Critical Thinking: Thinking to some purpose. *Journal of Developmental Education*, 25(1), 40-41.

Ennis, R. H.(1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 45-48.

- Ennis, R. H. (1987). *A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities*. In J. B. Baron, R. J. Sternberg (Ed.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York: W. H. Freeman and Company.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Upper Saddle River, N. J.: Prentice-Hall.
- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory into Practice*, 32(3), 179-186.
- Halpern, D. F. (1999). Teaching for critical thinking: Helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. *New Directions for Teaching and Learning*, 80, 69-74.
- Hand, R. J. (1999). Science education: Consensus versus critique. *Teaching in Higher Education*, 4(4), 501-510.
- Hannel, G. I. & Hannel, L. (1998). Seven steps to teach critical thinking. *Education Digest*, 64(1), 47-51.
- Lynch, D., Vernon, R. F. & Smith, M. (2001). Critical thinking and the Web. *Journal of Social Work Education*, 37(2), 381-386.
- Mayfield, M. (1997). *Thinking for yourself: Developing critical thinking skills through reading and writing*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Moore, L. & Rudd, R. (2002). Using Socratic questioning in the classroom. *The Agricultural Education Magazine*, 75(3), 24-25.
- National Academy of Science (1995). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Norris, S. P. & Ennis, R. H. (1989). *Evaluation critical thinking*. CA: Critical Thinking Press & Software.
- Norris, S. P. (1985). Synthesis of research on critical thinking. *Educational Leadership*, 42(8), 40-45.
- Paul, R. W. (2000). Critical thinking : Nine strategies for everyday life, Part I . *Journal of Development Education*, 24(1), 40-41.
- Paul, R. W. & Elder, L. (2002). Critical thinking : Teaching students how to study and learn (Part I). *Journal of Development Education*, 26(1), 36-37.
- Perkins, D. N. (1986). Thinking frames. *Educational Leadership*, 43(8), 4-10.
- Pithers, R. T. & Soden, R. (2000). Critical thinking in education: A review. *Educational Research*, 42(3), 237-249.

- Ruggiero, V. R. (1988). *Teaching thinking across the curriculum*. New York: Harper & Row.
- Siegel, H. (1999). What (Good) are thinking disposition? *Educational Theory*, 49(2), 207-222.
- Walters, K. S. (1990). How critical is critical thinking? *Clearing House*, 64(1), 57-60.

Thinking Critically about Critical Thinking: Critical Thinking Instruction and Assessment in Science Education

Ming-Yung Su

Graduate Institute of Science Education, Taipei Municipal Teachers College

Abstract

Critical thinking is a crucial goal in science education, but our schools have not provided any instruction or approach in facilitating critical thinking skills to meet the needs of all students. Using the method of literature review, the author addresses the definition of critical thinking, the relationship between critical thinking and scientific thinking, the strategies of critical thinking instruction and assessment embedded in science learning, and the inspiration of critical thinking in science learning. This article provided objective and effective approaches for scientific teachers to help our students develop the vision and the capacity to meet the challenge that will face them.

Key words: critical thinking, scientific education, scientific thinking, instruction and assessment