



第二章

智育理念與實踐

本著作僅供線上瀏覽，不得下載重製、列印、傳輸及展示，如欲利用本書須徵求著作財產權人同意及書面授權，請逕洽教育部(02)7736-5540。

一般人對智育的詮釋，可能自然而然想到學科知識的發展與建構。雖然學科知識的重要性值得肯定，然而如果想要能夠靈活運用所學的知識，解決日常生活的問題，可能還需培養更多的能力與素養。多元智能理論的觀點，進一步擴大我們對智育發展層面的思維。試想如果我們國家的每位國民在面對問題時，都能夠運用科學方法探究問題，提出證據導向的論述解釋現況，理性批判社會現象，並且為公共事務做出明智的抉擇，我們將可共同營造一個民主祥和而且永續發展的社會。

第一節 智育理念

求學的過程當中，除了學科知識的學習之外，還有哪些能力與素養是未來生活必備的？這些能力與素養可以透過學習不斷成長嗎？本節將由多元智能理論的介紹，討論最核心重要的智育三元素－論證、批判思考及探究的具體意涵。

一、劃時代的「多元智能理論」

「近二十年中，影響全世界學校教育教學模式改變的重要勢力有二，一為『建構主義』，另一則為『多元智能論』，尤其是後者，使從事教育工作者拋棄將近一世紀以來對學生智力的狹隘認定，不僅能夠欣賞學生的多元智慧，也能設計啟發多元智慧的教學途徑，使學生在更理想的學校環境下學習。」—引自李咏吟(1998)

美國哈佛大學心理學教授嘉納 (Howard Gardner) 認為人的一生中，智慧不斷受先天及後天的影響進而啟發或關閉，而傳統的心理學家都視智力為心理能力 (mental ability)，是個體在學習、思考以及解決問題時，由其心理上的運作所表現出來的能力 (張春興，1994)。例如1916年創用「智商」 (intelligence quotient, IQ) 的托曼 (Terman)，1927年提倡「一般智力」和「特殊智力」二因素論的斯皮爾曼 (Spearman)，1963年提倡「流質智力」及「晶質智力」二因論的卡泰爾 (Cattell)，1938年提倡智力群因素論 (即智力是由知覺速度、空間關係、文字流暢、語文推理、記憶能力、歸納能力、數字能力等七種能力組成) 的塞斯頓 (Thurstone)，以及1967年提出「智力結構論」 (即智力是由一百八十種能力結構組成) 的基爾福德 (Guilford)，都是將智力解釋為心理能力，強調個體認知能力，也都窄化了人類的智能，其最大的缺點是縱然我們使用各種智力測驗，也不能呈現個人成長的潛能。Gardner (1983; 1993; 1995) 在其探討智力專書：「心智結構：多元智能理論 (Frames of mind: the theory of multiple in-

telligence)" 之中大力提倡智慧不是才能(talent)或性向(aptitude)所產生的成果，而是實用性並且能運用以解決生活新問題與新情境的能力。Gardner 更強調大多數人只要獲得適當的鼓勵與指導，其智慧都能發展達到適當的水準。他並主張多數人擁有八種智慧的認知架構，代表人類的天賦才能(competency)。

1. 語文智能(verbal linguistic intelligence)：是有效運用言語來表達的能力，語文智能優秀的人較有可能具備良好的書寫，口語表達及理解的能力。
2. 邏輯數學智能(logical-mathematical intelligence)：是推理、計算及掌握邏輯思考的能力，此一智能與批判思考(critical thinking)呈現正向關係。
3. 視覺空間智能(visual-spatial intelligence)：擁有這種智能者傾向以圖像來思考，能準確地感覺視覺空間，對色彩、線條、形式、空間及其之間關係敏感性高，並能立體化地呈現於腦海中，具有繪畫攝影及雕塑的特長。
4. 音樂智能(musical intelligence)：肢體動覺智能者，對於聲音、環境和音樂都較具敏感性。
5. 肢體動覺智能(bodily-kinesthetic intelligence)：指運用身體表達想法與感覺，以及運用雙手生產或改造事物的能力，擁有此種智能較高的人，善於操控大小肌肉，且偏愛透過示範或演示來溝通訊息，例如透過舞蹈表達情緒和情感。
6. 人際智能(interpersonal intelligence)：即社交智能，人際智能強的人，在與人交往溝通時，具有較能察覺他人的情緒、意圖、動機及感覺的能力。
7. 內省智能(intrapersonal intelligence)：能察覺個人內在情緒感覺，有自知之明，並做出適當反應的能力。此種智能高者傾向獨立和自我導向，對爭論的主題有強烈的意見，往往很有自信，喜歡單獨從事專題研究。
8. 自然觀察者智能(naturalistic intelligence)：Gardner於1995

年首度提出這項智能理論，擁有此項能力者，具有實際操作實驗，認識生態環境亦即解決環保問題的能力。

二、由「多元智能論」到「智育三元素」

多元智能論學者主張每位正常人都擁有上述八項智能，但各項智能的高、低、強、弱都和個人生長與學習環境有關，因此學校與家庭對於孩子的智能是否能充分的發展，有極密切的相關性。根據Goodlad的研究（轉引自丁凡譯，1998）：「在一千個教室的課堂活動，學生都只用到大腦1%的潛能（聽講和寫作），教師很少要求學生建構、繪畫、表演、角色扮演或創造東西。」也就是說，孩子沒有機會使用大腦中絕大部分的學習區域。封四維(2000)認為學校不只是教育學生讀、寫、算的技巧，更要培養學生解決生活問題的關鍵能力，學校是一個充滿探索與趣味的地方，學校要能營造開放與自由的學習氣氛，經由活動、動手做實驗、碰觸、傾聽、觀察、感覺周遭的訊息，孩子的潛能將可以逐漸開發。

Gardner 所提出的「多元智能理論」，正是期望教師能充分掌握孩子學習的關鍵與原則，隨時隨地激發孩子本身所擁有的「多元智能」（Multiple Intelligence, MI），並細心觀察每位孩子不同的學習風格及工作模式，給予最大的支持與輔導；反觀國內一般學校的教學，都較偏重於啟發學生的「語言智能」及「邏輯數學智能」，幾乎大部分的評量系統也都是以測試這兩項智能為主，導致部分學生由於該兩項智能表現較差而缺乏自信。

質言之，多元智能論中的「語文智能」、「邏輯數學智能」、「肢體動覺智能」、「人際智能」、「內省智能」、「自然觀察的智能」或多或少都涵蓋智育三元素——「論證」、「批判思考能力」及「探究、解決事情的能力」。身為教育工作者，首先必須培養及強化本身的多元智能，然後才能有效開發學生的多元智慧潛能。因此我國各師資培育機構在師資的養成，必須強調在教學過程中啟發學生智慧的重要性。

三、智育三元素的理論依據

本章首先針對經常應用於跨領域、跨學科教學的「論證」(argumentation)、「批判思考」(critical thinking)和「探究」(inquiry)等三種元素的理論加以探討，隨後並提出可行的教學策略、教學模式、教學評鑑，以作為各師資培育大學提升學生的智育發展及教師的專業成長努力的方向。以下先分別針對該三種重要元素的理論依據加以說明。

(一)有關「論證」(Argumentation)的相關理論

1. 「教師論證教學專業能力」及「學生學習論證能力」應該並重

英國的Simon, Erduran和 Osborne等人(2006)認為不但中小學生的課程之中應該融入一些加強論證能力的教學活動，其實身為中小學教師，更應提升自身在規劃論證方面的教學專業能力。更早之前 Kuhn 在1991年的專書—The skills of argument 之中，就主張一個人的論證能力並非與生俱來的，而是經由練習才能獲得成長與進步，因此學校的教育應該規劃適當的教學活動，設計有助於學習的環境，並能提供優良的論證模式當成典範，讓學生能從這些活動與環境之中培養論證的能力。繼Kuhn之後，續有Hogan和Maglienti (2001)以及 Zohar和Nemet (2002)等多位學者也提出相同的主張。由以上的文獻可見，提升師資生的論證能力以及教師論證教學的專業能力，似乎是二十世紀末，二十一世紀初甚為新興且重要的課題。

2. 論證能力的重要性

不僅上述文獻相繼提及論證能力的重要性，位於歐洲的經濟合作組織 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)所主導推動的 Program for International student Assessment (PISA 2006)在其定義科學素養 (scientific literacy)時就提及：學生必須能夠辨別 "個人意見(personal opinions)" 以及 "證據導向的結論(evidence-based conclusions)"，而且能夠應用所

學的科學知識建構出證據導向的結論(OECD, 2005)。PISA自2000年起每隔 3年即針對年滿15歲的在學學生評量其是否具備現代社會公民所必須具備的素養。2000年著重閱讀素養，共有32個國家參加（大多是歐盟國家）；2003年著重數學素養的評量，參與的國家有41個；2006年則以科學素養為主，多達57個國家參與。可見其影響力與受重視的程度逐漸增加，我國於2006年正式加入該項國際性之比較評量計畫。我們在PISA評量的例題之中可以看出其重點除了強調生活化、情境化之外，更呼應其架構中所定義之科學素養，要求學生在作答時必須針對其主張或結論提出證據導向的合理解釋，換言之，也就是著重論證能力的評量。

3.理性的論證是科學社群進步的原動力

科學新知識的產生到認定必須經由社群成員的檢驗、批判及辯論等過程，例如期刊論文的發表必須經由社群同儕的審查與批判，研討會的研究成果報告或論文發表經常引起討論或辯論，有時候同儕會重複其研究過程以便驗證實驗結果的可靠性或一致性。在這些討論，辯論、批判與檢驗的過程當中，社群同儕決定是否接受該新知識的主要依據，往往是看當事人所提出的解釋是否具有說服力。由於實驗或研究之中所得到的數據或資料（data or evidence）必須藉由詮釋、邏輯推理或整合才能看出其與結論或宣告之關係，因此提出數據或資料並加以整合進而連接或說明這些數據或資料與結論之關係，這樣的過程便稱之為論證。

4.論證模式的詮釋

相關文獻對於"論證模式"的詮釋大致可以分成兩類：

- (1)第一類是 Kuhn (1992) 及Boulter和 Gilbert (1995) 等人依據牛津英文字典的定義所詮釋而成的「修辭或教誨式的論證」(rhetorical or didactic argumentation)。這一類的論證主要是提供一個充分的理由去說服別人，使其了解該論述或該主張的合理性。例如在課堂上，教師試圖對學生解釋並使其了解"空氣受地心引力之作用，地球外圍充滿了大氣層，人類正好

生活在大氣層的底部"，利用以教師為主的教誨式（講述式）論證，讓學生相信該科學知識。這一類的論證模式完全由教師提供並且說明，學生雖然可以學習老師所提供的論證內容，而且該內容已然經過修辭，清晰易懂，然而學生較少有機會發展自己的論證能力，例如進行整合不同的理由支持自己的結論或宣告；對同儕表達自己的質疑與問題；指出各種不同看法的相關性或共同性等推理過程。

(2)第二類是 Driver，Newton和Osborne（2000）等學者提出「對話式或多元意見式的論證」（dialogical or multivoiced argumentation），這類論證方式是提供給學生更多練習建構"論證"的機會。Driver 等人認為以小組討論式的教學方式，讓學生互相討論、挑戰、質疑及辯論，而教師只是輔以提供適合的學習資源，適時介入輔導，並安排全班整合式的討論，這是提供學生學習論證能力相當有效的方式。

5.論證的內容

根據 Toulmin(1958)的分析模式，論證包括數據或資料（data）、論述（warrant）、依據（backing）、結論或宣告（claim）及反證（rebuttal）等要項。

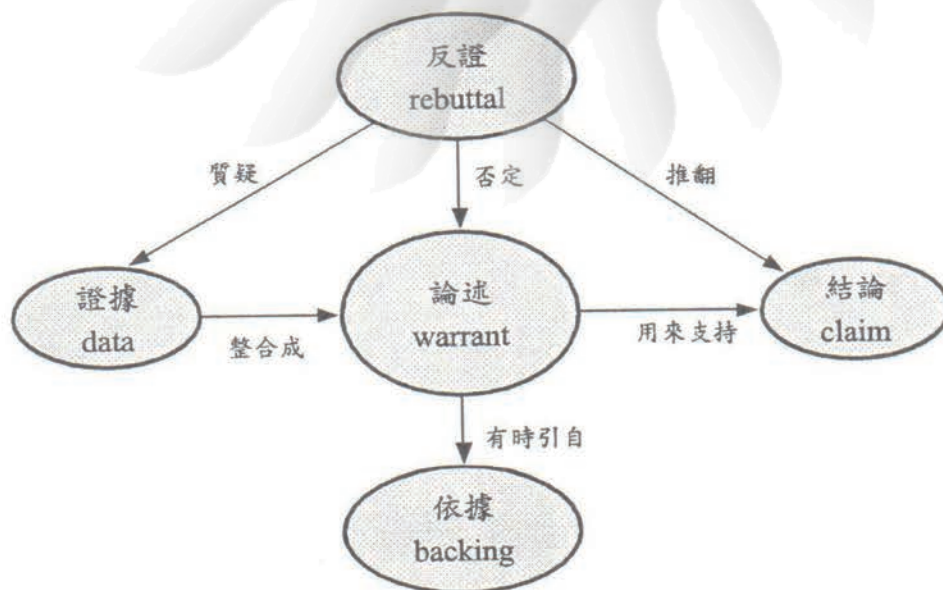


圖2-1 根據Toulmin的論證內容所包含要項

「數據或資料」是數據、圖表、報表或簡短的敘述等內容，是研究發現的結果。「結論或宣告」則是論證者認為正確的主張或相信的理念，是研究者根據所獲得的結果作出結論。合理的「論述」則是整合現有的數據或資料以更詳細的敘述，說明如何由數據或資料推理得到結論或宣告，而在闡述的過程當中，有時必須依據某些法律條文、原理、理論或定律公式等，這些統稱為「依據」。至於反證則是用來質疑某些薄弱的數據或資料，不合理的論述，或另外不同的結論或宣告(counter-claim)。

不管是口頭的或書面的論證內容(argument)，一旦被轉錄成文字稿，便可依據上述的 Toulmin 模式加以分析，到底該論證內容包含了多少要項，進而將其量化評分。例如 Osborne, Erduran 和 Simon (2004) 的評分方式就是依據下列準則將論證內容分成由低到高的五個層次：最低的第一層次，其內容只包含簡短的結論或宣告；第二層次則包含數據或資料、論述或依據等其中某一要項，但未包括反證；第三層次則包含一個以上的數據或資料、論述或依據等，有時亦呈現較為薄弱支持性的反證；第四層次的論證內容包含明確的反證；最高的第五層次最為完整，不但包含數據或資料、論述，而且也具有一個以上的明確反證。

(二)有關「批判思考」(Critical thinking)的相關理論

1. 思考的本質是「主動的」過程

Richard Paul (2005, p. 27) 引用 Paul Hurd 的名言，指出人們學習太多的事實，卻很少將這些個別的事實形成可通則化的概念；人們記憶太多的知識，卻很少用這些知識做思考。這種情況，在學校中的學習更是常見，學生經常扮演一個只會吸收老師、課本及網路資訊的被動接受者，但思考在本質上是個「主動的」過程，是自己提問題、自己思考問題、自己尋找相關資訊、自己解決問題，而不是被動地「由外向內注入的學習(learning from the outside in)」。尤其在網路資訊時代，經由網路的搜尋，僅需很短的時間，就可以獲得

大量的資訊，當我們從不斷擴增的資料庫中決定如何選擇資訊時，資訊的被動接受者就會陷入分析癱瘓的困境中（Davidson, 1996）。也就是說，相關的、有價值的資訊必須被加以選擇、詮釋、摘要、評價、學習及應用，否則在電腦螢幕上的這些資訊，並沒有比它們在遠端的圖書館書架上來得有用處。因此，如果不能做理性地、有效地思考，則我們將陷入擁有所有可能的答案，但卻仍然不知道它們的意義的危險中。面對快速激增的資訊，知曉如何學習（knowing how to learn）及知曉如何清楚地思考（knowing how to think clearly），是從眾多資訊中做有效選擇所必須的學生能力，這是廿一世紀最重要的智能之一（Halpern, 2003）。

2. 學校缺乏改善思考方式的教學

美國教育的先驅者John Dewey早在1933年即已確立了「學習如何思考」是教育的主要目的，然而，直到「國家教育目標專門小組」（National Education Goals Panel, 1991）建立了美國在2000年後要努力達成的教育目標，其中之一即是提升大學畢業生的批判思考、有效交流和解決問題等高階能力，批判思考的主題才因而受到廣泛的重視。專門小組的成員瞭解到，教育出擁有廣泛的知識基礎和優質的批判思考的大學畢業生，對維持強勢的全球經濟和培養能夠參與民主過程的市民而言，是最佳的希望。一個受過教育的、能思考的市民，是確保世界和平及適當資源利用的最佳方式，或許是唯一的方式。

未來總是未知的，並且任何最好的思考者也無法對未來做出保證，實質地提升渴望的結果出現的可能性，是批判思考所能承諾的，而這是任何人對未來所能提供的最佳希望。因此，如何在教育中提升學生的批判思考，就成為教育當前最重要的課題之一。在西歐與亞洲的許多國家新的報告已指出，愈來愈多的大學課程設計，是在幫助他們的學生成為良好的思考者（Bollag, 1997; Cohen, 2000; Collett, 1994）。

3. 「批判思考」即是「滿足合理性判準的思考」

許多人對「批判思考」這個詞有所誤會，認為具有批判思考的人

是不受歡迎的，因為「批判(critical)」這個詞經常傳達否定的意思，例如，「有批判性的人」常被認為是一個喜歡吹毛求疵的人(critical person)。「批評」某人常常意味著說一些否定的話。但是「批判」這個詞在「批判思考」中根本沒有否定的含意，它與單詞「判準(criteria)」相關，它意味著滿足合理性判準的思考。要學會批判思考就要學會徹底地思考問題，並且做清晰、準確、充分、合理地思考(Nosich, 2005)。再者，批判思考的「批判」部分亦表明其中含有「評價(evaluation)」的成分，評價應是對優點和弱點的性質做積極的反思(constructive reflection)。當我們批判性地思考，我們是在評價我們思考歷程的結果做此決策的品質如何或者問題解決的品質如何；同時，批判思考亦包含評價思考的過程得到結論所進行的推理或者做決策時考量的影響因素的種類(Halpern, 2003)。Nosich (2005)指出有些人提出以「有效思考(effective thinking)」作為「批判思考」的同義詞，而使用這個詞有助於排除否定的意思。

Fischer和 Spiker (2000)對批判思考的文獻做了回顧，發現雖然許多心理學家及教育學家對「批判思考」一詞提出了定義，這些定義在內容上是相似的，他們綜合概括地指出，對「批判思考」一詞的定義包括推理／邏輯、判斷、後設認知、反思、提問及相關的心智歷程。之後，Halpern(2003)提出一個可以涵括這些主要概念的定義：「批判思考是運用可以增加渴望結果之機率的那些認知技能或策略。當思考者對特定情境和型態的思考作業使用深思的、有效的（認知）技能時，此種思考可以描述為是有目的、有理由依據及目標導向的，它包含於問題解決、形成推論、計算可能性及做決策之中(p. 6)。」Halpern 強調批判思考不僅僅是思考自己的思考，或者做判斷和解決問題，最重要的，它是使用可以使渴望的結果成為可能的認知技能和策略，使得結果是我們所期待的。

4.批判思考的基礎—確認「思考的元素」

然而，要如何思考才可以增加渴望的結果之機率呢？Paul 和 Elder (2002)強調必須先確認思考的元素。他們指出，思考元素的共

同作用形成了推理，而對事物賦予某些意義，並為思考的運用提供了總體的邏輯。當我們能熟練地確定思考中的元素時，就能更有利地去覺察思考中存在的問題。要了解思考的互相聯繫的組成部分，可以用底下的陳述來說明：「每當你在進行推理時，你就是在某些**觀點**內，運用某些**概念**，試圖達到某些**目的**。你專注於某些**問題**，基於**假定**，使用**訊息**，從而得出**結論**，這一切都是有**含意**的(Paul & Elder, 2002, p. 69)。」其中粗體字部分即是思考的元素，根據不同的思考元素的含意，可以提出重要的問題來引導批判思考的進行：

- (1)我的基本**目的** (purposes) 是什麼？
- (2)我正在試圖回答的重要**問題** (questions) 是什麼？
- (3)我需要哪些**訊息** (information) 來回答這個問題？
- (4)這個問題涉及使用哪些基本的**概念** (concepts) ？
- (5)我在推理中運用了哪些視作理所當然的**假定** (assumptions) ？
- (6)我對此問題的**觀點** (points of view) 是什麼？
- (7)我的推理所形成的**含意** (implications) 是什麼？
- (8)我的**推論** (inferences) 或從推論得出的**結論** (conclusions) 是什麼？

這些思考元素沒有固定的排序，使用它們最合理的順序取決於被解決的問題。這些思考元素是以非線性的方式相互關聯、相互作用，其中一種方式是：「目的影響問問題的方式；問問題的方式影響收集的訊息；收集的訊息影響詮釋這些訊息的方式；詮釋訊息的方式影響將其概念化的方式；將訊息概念化的方式影響做出的假定；做出的假定影響思考中隨後而得的含意；思考中隨後而得的含意影響看事物的方式和觀點 (Paul & Elder, 2002, p. 75)」。

Nosich (2005) 在Paul和Elder(2002) 的八個思考元素中加入了「**選擇** (alternatives)」和「**情境** (context)」兩個元素。他指出，當進行思考時，都是存在選擇性的，學習批判思考最大的好處之一，是可以獲得選擇處理問題方式的自由，思考者可以提出這樣的問題：「我能做出其他什麼選擇？」對選擇的搜索適用於前述的每一個元

素。形成搜索其他選擇的習慣，使我們能夠看到一些潛在的途徑，透過比較再決定哪一條途徑最好，而在這之前，我們只能看到一條路，無從比較和選擇。再者，Nosich認為我們不可能在真空中思考，我們的思考總是在某一情境中發生，並且待解決的問題總是存在於那個情境中，所以應該關注這樣的問題：「進行這個思考的情境是什麼？」。

5. 評估批判思考品質的標準

批判思考的基礎之一是評價自身思考品質的能力，這需要持續地分離我們的思考，並依據一定的品質判準進行檢查。雖然不同的學科可能有不同的判準，但某些標準（standards）是可以應用到所有學科的，例如：「…個主張…必須基於相關的、準確的事實；基於可信賴的來源；精確性；沒有偏見；沒有邏輯上的謬誤；邏輯一致性；以及強而有力的理由（Beyer, 1995, p. 12）。」在此，為了適用各學科，以說明批判思考，將專注在學科通用的「標準」，而不涉及學科專用的「判準」。

評估批判思考的品質所使用的標準包括清晰性（clarity）、準確性（accuracy）、精確性（precision）、相關性（relevance）、深度（depth）、廣度（breadth）、邏輯性（logicalness）、重要性（significance）及公正性（fairness）（Paul & Elder, 2002）。批判思考要求能掌握基本的理性標準，批判思考者會習慣性地應用理性的標準來思考所提的問題。底下的各個標準及相應的問題，有助於我們應用理性的標準檢視自身的思考：

- (1) 清晰性：我能詳細說明嗎？我能說明我的意思嗎？我能舉個例子嗎？
- (2) 準確性：我如何對此進行檢查？我如何得知那是確實的？我如何對此進行驗證或測試？
- (3) 精確性：我能敘述得更具體些嗎？我能提供更多的細節嗎？我能敘述得更精確些嗎？
- (4) 相關性：這與問題有什麼關聯性？這與所提出的問題有關嗎？這能幫助我解決那個問題嗎？

- (5)深度：是什麼因素造成這個困難的問題？這個問題的某些複雜性是什麼？我需要處理的某些困難是什麼？
- (6)廣度：我需要從其它角度來看待這個問題嗎？我需要考慮其它的觀點嗎？我需要用其它的方式來考慮這個問題嗎？
- (7)邏輯性：所有的這些放在一起有意義嗎？我最初的觀點與最後提出的兩者適配嗎？我所說的是依據證據而來的嗎？
- (8)重要性：這是要考慮的最重要的問題嗎？這是應該專注的核心概念嗎？哪些事實是最重要的？
- (9)公正性：我的思考在所處的情境中正當嗎？我的假定有證據的支持嗎？根據情況，我的目的是應當的嗎？我是有合理根據的在使用概念，還是為了私利而在扭曲概念呢？

6. 優質批判思考的原理原則

依據前述思考的元素及理性的標準，優質的批判思考必須符合底下的原理原則（Paul & Elder, 2002）：

- (1)要進行好的推理，就必須清楚地了解你的目的，而且目的必須是公正的。
- (2)要解決一個問題，它就必須是可回答的，而且你必須對它非常清楚，了解怎樣做才是適當的回答。
- (3)要進行好的推理，就必須辨識與問題有關的觀點，並且移情作用地進入這些觀點。
- (4)只有訊息是合理的，基於訊息的推理才能是合理的。
- (5)只有相應的概念是清楚的、相關的、實在的與深刻的，推理才能亦是如此。
- (6)只有假定是合理的，基於假定的推理才能是合理的。
- (7)要對問題進行好的推理，就必須思考隨著你的推理而來的含意，以及隨著你的決定而來的結果。
- (8)只有所得的推論（或結論）是合理的，推理才能是合理的。

7. 良好的批判思考態度

此外，許多錯誤的發生，不只是因為人們不能進行批判思考，而

是因為他們不願去做。好的思考者與弱的思考者之間的差異，就在於他們的態度 (Facione, Facione & Giancarlo, 2000)。好的批判思考者，具有底下的意向或者態度 (Halpern, 2003; Langer, 2000)：

- (1)願意計畫：它是批判思考中內隱的第一個步驟，只要重複地練習，任何人都能夠培養出做計畫的習性。
- (2)變通：變通的態度代表批判思考者有意願去考量各種新的選擇性，以新的方式去思考，檢視證據，並停留在工作上直到所有合理的選項都已被考量為止。
- (3)堅持：好的思考是一項努力的工作，需要勤奮的堅持，批判思考是得付出努力的。
- (4)願意自我校正、容許錯誤、當證據改變時改變自己的心智：具有好的批判思考態度的人會利用回饋，嘗試去推敲什麼造成錯誤，並設法覺察導致錯誤的影響因素，以便改善思考的過程。
- (5)保持全神貫注：引導注意力集中在思考的過程和結果，可起獲得新奇特徵的作用，只要我們以專注的方式反應，將能察覺值得解決的問題及創造性的解答。
- (6)尋求共識：在工作的場域，委員會及小組的組織結構是最常見的型態，批判思考者必須具有在小組成員中尋求共識的傾向，他們對組織中必須克服的情況保持警覺，以確保他們的思維能夠成為行動。沒有這種意向和相關的人際技能，那麼連最聰明的思考者，也會發現無法將他們的思維轉換成行動。

(三)有關探究 (Inquiry) 的相關理論

1. 探究能力是科學素養最重要的要素之一

美國國家研究理事會 (National Science Council, NRC) 於2000年宣佈科學教育的三大內涵包括：1. 科學態度 (Attitude forward science)；2. 探究能力及科學過程技能 (Inquiry and process of science)；3. 科學知識及概念了解方面 (Product of science)，可知探究能力已經成為美國國人科學素養最重要的要素。根據 O E C D

Programme for International Student Science Assessment (PISA, 2003) 所作的國際數學科能力比較文獻報告：芬蘭15歲學生在數學科的表現與亞洲各國的學生相類似，但芬蘭學生在數學學習的興趣以及問題解決能力卻遠高於韓國、日本與香港。當許多日本學者前往芬蘭試圖了解原因為何時，發現在芬蘭中小學的教室，其學習環境是友善的、積極的、自由的及開放的，教師經常開放時間讓學生提出問題，並且不作批判，以增強學生的自信心和保持適度的質疑態度。

2. 「探究式取向教學」是什麼？

「探究式取向教學」是以學生為主體，其宗旨在於培養富潛能、有創意的人才。「探究式取向教學」在教與學的關係上能正確的處理「教師主導」與「學生主體」的對立關係，重視發揮教師和學生雙方的相互交流，並強調學生的主體地位。在「教學形式」上，必須突破「單一班級授課制」，輔之以「分組教學」或「個別教學」因材施教的教學策略，以發展學生的個別差異；在「課程結構」上，必須統整各學科間的相互關連性，以培養通才；在「教學內容」上，必須聯結傳統與現代，繼承與創新的關係；在「教材規劃」上，必須能配合當代新科技，有效整合科技成果，規劃較活潑的教材，以提升學生學習興趣；在「教學方法」上，必須妥善運用建構主義的教學理論，強化學習動機，以激發學生主動的求知熱忱，使用任務驅動法、發現學習法、意義學習法等教學策略，並善用多元教學評量，以達成教學內容和教學目標的良性組合。而「非探究式取向教學」，即是視學生為知識的接收者，以學科為中心，以教師為主體，教師的教學涵蓋了所有的教材，似乎教學內容涵蓋得愈多愈豐富，就被認為是最稱職的好老師。

3. 「探究式取向教學」的目標

「探究式取向教學」的目標是教師以整體的觀點來看待學習者，以學生為中心，教師較關心學生「認知」(Cognition) 與「創造」(Creativity) 之成長，他（她）們的教學宗旨是為了促進學生多元才能的發展。從學習者的角度觀之，教師的教學涵蓋愈少，學生的學習

保留愈多(Adams & Chiappetta, 1998)。

4. 課室探究的基本特徵與探究型態的變異程度

茲引述美國國家研究委員會(NRC)出版之《國家科學教育標準》(1996)及《探究與國家科學教育標準》(2000)說明探究教學的核心在於探索(exploration)、解釋(explanation)與交流(communication)；專書並描述課室探究的基本特徵和探究型態的變異程度如下表：

表2-1 課室探究的基本特徵和探究型態的變異(NRC, 2000, p. 29)

基本特徵	探究不同程度	多<----學生自主探究的程度----->少 少<----教師和學習材料指導程度---->多		
階段一：「問題」學生接觸問題事件、或現象藉機製造衝突事件。	學生自己提出一個問題。	學生從所提出的問題中選擇，據此提出新的問題。	學生探究的問題來自教師、學習材料或其它途徑，但問題並不是很直接，必須自己有所改變或學生自己體會涵義。	學生的探究直接來自教師、學習材料或其他途徑。
階段二：「證據」經由形成假設與測試假說的過程，以探討所提出的解釋之合理性。	學生可以自行確定可使用的證據，並進行證據收集。	學生在他人的指導下分析某些資料。	教師提供資料，由學生進行分析。	教師將資料和分析方法都告訴學生。
階段三：「開放」分析及詮釋實驗數據，綜合各部分的想法，建立模型。	學生統整事實之證據後，做出解釋。	學生在得到指導的情況收集證據並形成解釋。	學生使用已知證據形成可能解釋的途徑。	教師提供已知證據。
階段四：「評價」應用所學到新情境。	學生能獨立地思考其他事實來源，並應用所學到新的情境。	學生被引導認識科學知識的領域和來源。	給學生可能的相關性事物。	

階段五：「發表」回顧與評估學到什麼及如何習得。	學生用合理的、合乎邏輯的論據表達自己的解釋。	學生在他人的指導下能闡述自己解釋的過程。	學生在教師指導下能自己闡述解釋過程。	學生按照教師指導的步驟及程序發表報告。
-------------------------	------------------------	----------------------	--------------------	---------------------

5. 探究式教學的歷史演進

探究式教學在學校科學課程中具有相當份量的歷史不超過100年(Bybee & DeBoer, 1993)。Dewey (1910)認為，學生學習科學不只是學習知識而已，同時也應學習過程或方法。從1950到1960年代，以探究作為科學教學的方法逐漸成為趨勢，當時由美國國科會所支持的三個小學科學課程發展得很成功，它們分別是「科學－過程取向」(Science A Process Approach, SAPA)，由美國科學促進學會所研發；「小學科學研究」(Elementary Science Study, ESS)，由麻州牛頓教育發展中心所研發；「科學課程改進研究」(Science Curriculum Improvement Study, SCIS)，由柏克萊大學物理學家 Robert Karplus 所主導。以上三項研究皆強調科學探究過程的本質，而其中 SAPA 課程受到學習理論家 Robert Gagne (1963) 所影響，也受到兒童探討簡單的自然現象的理念所影響。

6. 由Gagne的學習層階至探究式教學的演進

Gagne 對於小學科學的貢獻極大，他的科學過程方法課程，完全是用來培養學生的科學過程技能（如觀察、分類、交流）。這些過程技能的理念是來自Gagne的學習層階(Hierarchy Of Learning Levels)。在1960年代 Gagne的觀點發展成小學低年級學童學習的基本科學過程技能（如測量、推理、預測），和小學高年級以上學生學習統整科學過程（如形成假設、控制變因、解釋資料），但是 Gagne課程主要缺點是沒有介紹一個完整的知識概念結構，教室內的學習只是無意義的「動手做」活動(Hands-on)，缺乏理解的探討。除此之外，在柏克萊大學，Karplus 和 Their (1966) 發展出來的「學習環」教學方法，是源自於瑞士發展心理學家Piaget的研究發現。

Bruner (1960) 在歸納推理和問題解決方面的著作，提供了「發

現學習」(Discovery Learning)的理論基礎。他在《教育的過程》(The Process of Education)一書中主張教師應鼓勵學生藉由一些探究科學的活動來發展直覺(intuitive)和分析(analytic)的技巧。如：「學生在學物理時就是一個物理學家，對學生而言，行為表現像個物理科學家，在學物理時，比做其他事情較為容易得多」(p. 14)。

Schwab(1962)是另一位影響探究式教學的學者。他鼓勵教師在教學時要運用「探究過程」，他質疑學校科學只是將科學研究的結果轉移至教材及學生身上，忽略了邏輯、分析和探究自然的過程。Schwab在「生物科技學課程研究」(Biological Sciences Curriculum Study, BSCS)提倡一種開放式的實驗研究上課方式，也就是「探究如何探究」(p. 65)。他鼓勵學生多發問、多觀察、記錄、轉換資料，並應發展出一個暫時性的結論。

到了1990年代，探究式教學的內涵發生極大的蛻變，不強調「演示和證明科學內容的活力」、「作為探究和實驗的科學」及「學生只將想法和結論告訴老師」，而是強調「調查和分析科學問題的活動」、「作為論證和解釋的科學」及「將想法和結論與同學公開交流」(NRC, 2000)。此種轉變，是建立在學生學習與教師教學的基礎上，而不只是建立在科學家的探究過程上，因而使探究式教與學的內涵注入新的活力，更有利於學生的科學學習。

7. 探究的定義

探究(Inquiry)一詞源於拉丁 in 或 inward (在...之中)和 Quaerere (質詢、尋找)，按《牛津英語詞典》中的定義，探究是 "探索知識或資訊，特別是求真的活動；是搜尋、研究、調查和檢驗的活動；是提問和質疑的活動"。NRC (1996)針對探究做出以下的闡述，認為「探究是一種具多面向的活動，其中包含進行觀察、界定問題、驗證書本以及其他的資訊來源，瞭解已知的知識、計畫進行探索活動、重複察看實驗得來的證據，使用工具進行收集與分析，以及對資料進行詮釋並提出結果(p. 23)」。所以，探究需要使用批判和邏輯思考，並且思考其它的解釋以及對假設的確認(蔡執仲和段曉林, 2005)。

許多老師在實施探究式教學中容易出現兩方面的偏差，一是「對探究的泛化」，另一是對「探究的神化」。「探究的神化」是指許多老師經常會將早已熟知的教與學的形式貼上探究的標籤，例如任何一個已設計好的實驗活動設計，都可以隨意冠以「探究」的名稱；然而「探究的神化」是指從提出問題，資料收集，實施與解釋的過程，一直到獲得結論都是由學生自主發現，由學生獨立完成的活動才能稱之為「探究」。這兩種概念都與探究式學習的本質意義相違背。

8. 探究教學的基本特徵

根據美國國家研究委員會（NRC，2000）將探究教學的五項基本特徵：

(1) 學習者圍繞科學性問題展開探究活動：

在課堂上，一個有難度但又讓人有成就感的問題，較能夠引發學生的探究動機及激發學生的求知慾望，並能引出其它一些問題。例如上自然與生活科技課時，對於國小低年級學童可以問：「大黃粉蟲幼體是如何對光做出反應？」對於高年級學生，可以問：「基因如何影響人的眼睛的顏色？」。但是若對高年級學生問：「今後一百年間全球氣候會如何變化？」就不適宜了，因為這個問題雖然具有科學性，卻過於複雜，已經超出國小學生的認知能力範圍，因為大多數學生是不可能全面考慮或預測與這個問題有關的證據和論據。

(2) 學習者收集可以解釋和評價科學性問題的證據：

在探究活動中，學生需要運用證據對科學現象做出解釋。例如學生對動植物、岩石進行觀察並詳細記錄它們的特徵；對溫度、距離、時間進行測量並仔細記錄資料；對化學反應和月亮形狀的變化進行觀測並繪製圖表，說明它們的變化情況。同時，學生也可以從教師教材、網路或其他資源獲取證據，並對他們的探究進行補充。

(3) 學習者要根據事實證據形成解釋，對科學性問題做出回答：

學生再根據所觀察或其他相關證據做出解釋或結論，例如，解

釋月球形狀變化的原因，不同主客觀條件下植物的生長狀況，以及不同的原因和飲食對於影響人體健康的關係。

(4) 學生會使用容易了解的說明，來判斷自己的結論是否正確：

學生能判斷解釋，並且對解釋進行修正，甚至拋棄舊有的解釋，是科學探究有別於其他探究形式的另一項特徵。例如學生需要參與討論以檢查不同的說明，比較各自結果，或是與教師、教材提供的結論相互比較以驗證學生自己提出的結論是否正確。這一項特徵是保證學生在提出自己的結論與適合他們的科學知識之間建立聯繫。也就是說，學生解釋最後應與當前廣泛為人們所知道的科學知識具有一致性。

(5) 學生提出的解釋能與其他學生相互溝通並經得起論證：

在探究課程中，學生發表自己的解釋，使別的學生有機會對這些解釋提出疑問，檢查證據，挑出邏輯錯誤，指出解釋中有悖於事實證據的地方，或者就相同的觀察提出不同的解釋。學生能充分相互溝通，各自討論對問題的看法，由此可引發出新問題。這項特徵有助於學生將「實驗證據」、「本身具有的科學知識」和他們所提出的「解釋」三者緊密地結合，學生能解決彼此觀點中的矛盾，並鞏固以實驗為基礎的論證（Make evidenced conclusion）。

第二節 智育實踐

讀完第一節之後，對於智育的三個重要元素－論證、批判思考、探究的意涵應該已經具備基本的瞭解。本節將進一步舉例說明，如何在日常教學之中，運用合宜的教學模式與策略，讓學習者建構發展相關的能力與素養。

一、論證的實踐途徑與教學模式

（一）學生只被告知「其然」而未解釋其「所以然」

論證能力的重要性如前所述，然而一般教室的課程之中卻鮮少提供機會給學生練習。換言之，較常見的是僅告知「其然」而未解釋其「所以然」，如果是讓學生練習解釋「所以然」的上課方式就更少見了。例如，當教師進行大氣壓力的教學時，通常會告訴學生大氣壓力的定義及其數值「 $1\text{atm}=1033.6\text{g}/\text{cm}^2$ 」，或許有的老師會進一步說明當年托里切利的水銀柱實驗，大氣壓力支撐了76cm高的水銀柱，而等於 $1033.6\text{g}/\text{cm}^2$ （因為 $76\text{cm}\times\text{水銀密度}13.6\text{g}/\text{cm}^3$ ）。然而當時托里切利如何產生此實驗構想，如何說服其他科學家等內容，則鮮少教師提及。至於「讓學生討論並辯明大氣壓力的存在」之教學方式，則更少見。因此想要進行這樣的改變與調整，必須先讓教學者本身體認（perceive）到論證式教學的重要性及可行性，並輔以工作坊的講習與訓練，讓其與同儕參與者分享心得，且在訓練期間提供充足的教學資源與材料（如投影片、學習單、討論用之教學實況光碟片或教具等），以建構鷹架的方式，讓其逐漸熟悉此種教學方式並建立信心。

（二）論證式教學，必須具備「開放式問題的提問能力」

教學者除了上述的「體認」與「信心」之外，若想進行論證式教學，則必須具備「開放式問題的提問能力」（open questioning skills）。這一類的問題大多要求學生進行比較深入的說明，例如：

你「為什麼」認為如此？你「如何」說服別人？你「如何」證明大氣壓力的存在？提出這一類的問題之後進一步要求學生列出其證據及說明其理由。換言之，這一類的問題可以讓學生練習建構出「證據導向」（evidence-based）的結論，也就是前面曾提及PISA所定義的科學素養。我們日常生活之中有許多大家習以為常並深信不移的事情，學生們可能習慣性的接受卻不能說出其所以然，例如：生物是由細胞所組成；地球自轉造成日夜的區分；化學反應前後其物質之總質量大小不會改變等，這些問題都很適合當成提問的例子，要求學生說出或寫出其證據並說明這些證據與上述結論的關係。為了提升學生討論與辯論的機會，如果能以「爭論性的議題」或「競爭性的理論」當成問題，讓學生各自擁有不同的看法，則更能引發其辯論及討論的動機和興趣。例如：你贊成核能電廠的興建嗎？為什麼？；我們之所以能夠看見物體是因為下列說明a或b？為什麼你如此認為？

- a. 光線由我們眼睛出發，投射在物體上，讓我們看見該物體。
- b. 光線由光源發出，照射在物體後，反射到我們的眼睛，讓我們看見該物體。

（三）在課室中如何進行論證教學

1. 藉由「全班討論的方式」練習論證能力：

當教學者拋出開放式的問題之後，應該協助學生進行建構論證內容的練習。藉由學生所交出的論證內容，可以適時介紹 Toulmin的論證內容各要項（即：證據、論述、依據、反證和結論等），讓學生了解具有說服力的論證內容應該如何擬定。例如當教師拋出爭議性的社會議題—「人類是否應該種植基因改造植物？」某位學生的論證內容如下—「種植基因改造植物是不對的，因為這些經過基因改造的植物花粉將會隨風飄散，進而到處傳播到同種類的植物，最後衍生出的物種變化將超出人類的控制能力，造成浩劫」。針對上述的論證內容，教學者可以全班討論的方式，讓學生嘗試提出反證指出種植基因改造植物的安全性，例如：其實只要將基因改造植物種植在管制區內確保

其繁殖的安全性，並不會產生無法控制的情形。經由這樣的練習，學生將逐漸熟悉如何建構高品質的論證內容，來說服辯論的對手。

2.藉由「小組討論的方式」練習論證內容：

將可提供其表達、溝通與反思的機會。為了確保小組的每位成員都能積極投入討論，適當的角色與工作分配是必要的。例如在 3 人小組的角色分配中，其中一人擔任提問者，一人擔任回答者，另一人則擔任記錄者，並且採取輪替的方式讓每位同學都能擔任不同的角色。或許也可以將某一小組的討論情形拍成影片讓同學辨別如何在過程之中扮演積極貢獻者的角色，例如影片中的成員是否做到了下列要點：

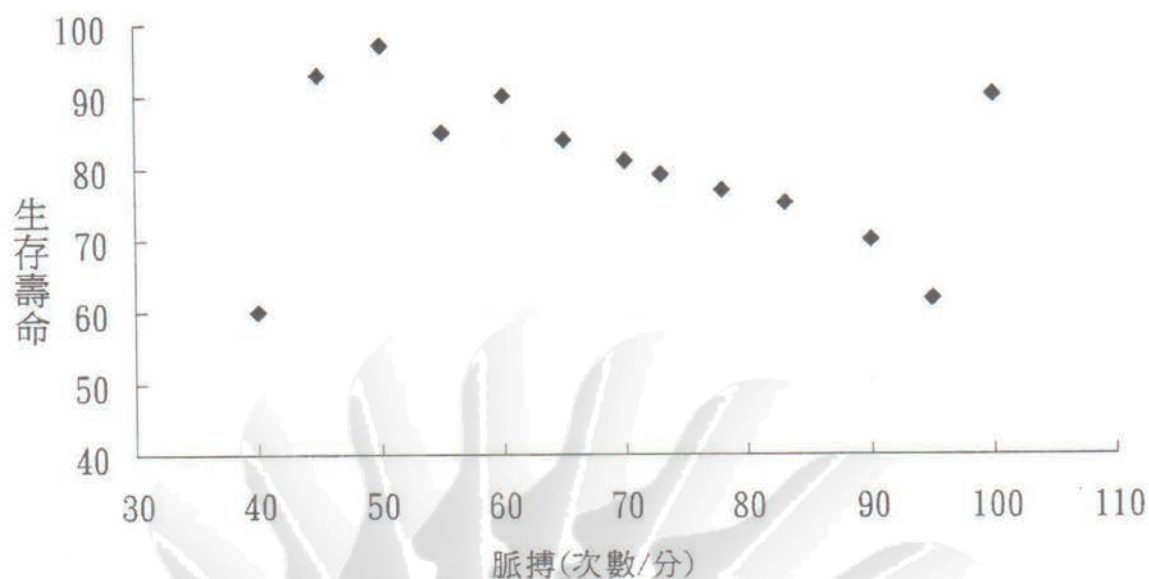
- (1)提出建設性的意見。
- (2)指出同儕意見的不足之處或質疑其論證內容之弱點。
- (3)同儕進一步澄清其論述內容。
- (4)整合組內成員的意見或進一步找出新的想法。
- (5)分析同儕論述之優缺點。
- (6)呼應同儕之意見並進一步提出新的證據。

除了上述的要點之外，教學者也可要求各組學生提供他們認為還有哪些對小組討論有所貢獻的方法。

3.藉由「小組討論評鑑」以提升學生的論證能力：

在小組討論的過程當中，各小組成員隨時針對同儕所提出的論證內容加以評鑑（Evaluation）及分析其優缺點或說服力，才能進一步實施更深入的討論。另外在全班性的討論之中，教學者也可利用各小組所整合出的代表性論證內容，讓全班同學進行評鑑。因此，訓練學生使其了解具有說服力的論證內容所必須包括的要項，以及分析評鑑的能力是必要的。為了讓學生實地練習，茲舉一例如下：

小明和其同學為了探討脈搏速度與壽命長短是否具有某些型態的相關，下列的座標圖（圖 2-2）是他們所收集的數據資料。另外圖下方的表格之左邊為小明同學所提出的論證內容。請針對這些論證內容評鑑分析其是否符合該表上方所述之分析準則，並在空格內填入"是"或"否"。



論 證 內 容	是否描述出圖形所呈現之型態？ (是或否)	是否同時提到兩個因素？ (是或否)	是否指出某些例外之個案？ (是或否)
1. 脈搏快慢與壽命長短呈現負相關。			
2. 脈搏每分鐘跳動50次的人壽命最長。			
3. 整體而言，脈搏跳動較慢者，壽命較長，但仍有例外者存在。			

圖2-2 生存壽命與脈搏之論證練習題

上述的圖表練習提供給學生已經撰寫好的論證內容，要求學生根據評鑑準則分析其是否具備該準則。這一類的練習非常適合論證式教學模式中評鑑階段的初步練習。因為對學生而言，填入簡短的文字要比建構完整的論證內容句子容易得多。經過這類簡單的練習之後，教學者可以讓學生挑戰更高難度的開放式問答題。例如：(a) 針對上述的三個論證內容，你如何將其修正為更具說服力的內容？(b) 針對論

證內容3，你將提出何種反證質疑其結論？這些開放式的問答題較能激發學生腦力激盪，去思考如下述之各種反證：(a) 該研究的個案人數太少，無法做出具說服力的結論；(b) 接受調查個案的其他身體狀況各不相同，其餘器官之功能也可能是影響壽命的因素，這些變因若未加以控制，結論難以令人取信；(c) 該研究並未長時間追蹤調查統計。

(四) 論證之教學模式

綜觀上述的實踐途徑、教學模式，可以歸納出該模式的四大步驟：第一是讓教學者感受 (perceive) 體認到論證式教學的重要性及可行性；第二為培養教學者開放式問題的提問能力 (Open questioning skills)；第三是訓練教學者經營小組討論的能力 (Small group discussion)；第四是提供給學習者評鑑 (Evaluation) 及分析論證內容的能力。為了方便記住該模式的各步驟，可以簡稱為POSE。P 代表 Perceive；O 代表 Open questioning；S 代表 Small group discussion；E 代表 Evaluation。

(五) 論證評量舉例

為了評量學生的論證能力，讓學生以書面方式作答，再針對其所回答的內容，以上述 Toulmin的分析模式加以評分，不失為具體可行的方式。為了進一步說明如何評量學生的論證能力，茲列舉三題考題提供讀者參考。

1. 最近網路上流傳一則下列訊息：「蒸蛋時加入食鹽(NaCl)，食鹽會分解出氯氣(Cl₂)，因此吃蒸蛋時等於吃下含有毒氣(Cl₂)的蒸蛋。」你同意上述訊息的說法嗎？請說明你的理由。
2. 蘇澳到花蓮的高速公路是否應該興建，已經被討論了很久。各個不同立場的團體分別會有不同的看法。
 - (1) 如果你是環境保護的專家，你將會贊成興建或反對？請你具體列出三個最具有說服力的理由。

(2) 如果你是花蓮居民，你將會贊成興建或反對？請你具體列出三個最具有說服力的理由。

3. 下圖中的燒杯內裝有直徑相同的一根長蠟燭和短蠟燭，分別將其點著後，再用一玻璃片蓋住燒杯與大氣隔絕。請問燒杯內的兩根蠟燭，何者先行熄滅？為什麼？（請用你自己的話，說明具有說服力的理由）。



4. 小明在餐廳吃完飯後，服務人員送了一杯山粉圓與洛神花的混合果汁。令人驚奇的是，山粉圓的白色集中在杯子的下方，而洛神花的鮮紅果汁則明顯地浮在杯子之最上端。同樣是用水作成的果汁，兩者為何沒有均勻的混合，而能層次分明的分開？請幫忙小明解釋其主要原因。



二、批判思考的實踐途徑及教學模式

(一) 批判思考的實踐途徑

如前所述，批判思考是廿一世紀最重要的智能之一，依據前述對批判思考的定義、思考的元素、理性的標準、符合優質批判思考的原理原則及批判思考者的態度等之說明，則該如何在教育中提升學生的批判思考呢？我們認為批判思考必須在學習中實踐及實踐中學習，才能持續地精進思考的品質。有關於此，可以透過底下的四個途徑進行。

1. 直接地學習批判思考的技能：

要成為更有效的思考者，必須直接而非間接地學習如何運用批判思考的技能，以及學習如何覺察何時需要某一組特定的思考技能（Halpern, 1988）。

2. 發展批判思考之學習與實踐的意向：

只是學習批判思考的技能，而從不去使用它們，則此種學習沒有任何的價值。要成為好的思考者，除了具有豐富的批判思考技能之外，還需要有意願在投入工作的過程中使用它們。因此，發展批判思考的態度與發展思考的技能一樣地重要（Facione, Facione & Giancarlo, 2000）。

3. 以增加跨情境遷移的機率引導批判思考的實踐：

引導你的實踐，使得在新的情境中能夠提取合宜的批判思考技能，是實踐批判思考的重要途徑。學習在各種不同的情境中提取所需要的思考技能，其存在的難題，是在情境中並沒有明顯的線索去啟動合宜的思考技能。批判思考者必須從問題或論證的結構去創造回憶的線索，因此當結構的特徵被覺察時，它們能夠做為提取相關的思考技能的線索（Hummel & Holyoak, 1997）。當學習了批判思考的技能，並且能夠在實踐中做適當地遷移，此即意謂著學習者已能夠將思考聚焦於問題或論證的結構上，使得其中的深層特徵凸顯，而不是只注意到問題或論證的表面特性而已。

4. 使後設認知的監控明顯化及公開化：

當投入批判思考時，你必須去監控你的思考過程，檢查所做的進展是否邁向一個適當的目標，是否確保精確性，以及是否對時間的利用和所做的心智努力做出決定。藉由發展出監控理解的心智習性，以及藉由判斷學習的品質，可以成為好的思考者（Cohen, Freeman & Wolf, 1996; Nelson, 1996）。

(二) 批判思考的教學模式

基於上述之批判思考的四個實踐途徑，可以運用底下的教學模式，來促進學生的批判思考。

1. 教室評量技術 (classroom assessment techniques)：Angelo (1995) 指出可以利用持續地教室評量，做為監控及促進學生的批判思考的途徑。教室評量技術的一個例子，是要求學生寫一份詳細的作業，以回答像「在今天的上課中，什麼是你所學到的最重要的事物？關於這節課，什麼問題在你的心中仍然是最主要的？」這樣的問題，老師再從中選擇一些作業，並為下一次的上課做回應的準備。
2. 合作學習策略 (cooperative learning strategies)：Cooper (1995) 主張將學生置於小組學習的情境中，是促進批判思考的最佳方式。在適當的結構化的合作學習環境中，學生可以從其他同學和老師方面持續地獲得支持及回饋，在此過程，學生的表現將較為主動和較具批判思考。小組合作學習的形式可以包括：案例研習、討論、任務取向的小組合作、同儕評論或辯論等。
3. 案例研習/討論法 (case study/discussion method)：McDade (1995) 提出這個方法，就是老師對班級呈現一個沒有結論的案例或故事，使用準備好的問題，然後教師引導學生進行討論，引導學生為此案例或故事建構一個結論。例如，老師可以科學史上熱質說與熱分子運動說的競爭案例，讓學生去討論熱分子運動說要如何去挑戰熱質說，而熱質說如何做辯護，各自援引了什麼證據

、用了什麼理由與做了什麼解釋，最後以批判思考的理性標準，對熱質說與熱分子運動說的競爭做出判斷與結論。

4. 使用提問 (using questions)：問問題並用問題的回答來理解這個世界，正是驅動批判思考的動力。如果我們要學生自己產生好的問題，我們就必須教導他們如何問好的問題。底下之表 2-2 是可以做為鷹架的問題題幹，以幫助學生產生批判性的問題 (King, 1995)：

表2-2 批判性問題之鷹架舉例

…的優點和缺點是什麼？	如何與我們之前所學的聯繫起來？
…和…的差異是什麼？	…意謂著什麼？
解釋為什麼／如何…？	為什麼…是重要的？
如果…將發生什麼？	…和…如何相似／差異？
…的本質是什麼？	…如何應用到日常生活中？
為什麼…會發生？	對…的相反論證是什麼？
…的新例子是什麼？	最好的…是什麼？為什麼？
…如何能被用作…？	關於…的問題，其解為何？
…的含意／暗示是什麼？	在…上比較…和…？
…可類比於什麼？	你認為引起…的原因為何？為什麼？
關於…我們已知的是什麼？	你同意或者不同意這個敘述？有什麼證據支持你的回答？
…如何影響…？	另一種看待…的方式是什麼？

King (1995) 提出在課室中使用提問的兩個教學方式：

- (1) 同儕交互提問 (reciprocal peer questioning)：在講述教學內容之後，老師提出一系列的問題題幹，例如「…的優點

與缺點是什麼？」學生必須針對講述的教學內容寫下問題。

在小組中，學生相互詢問所提出的問題，然後，整個班級討論從各個小組中所提出的一些問題。

- (2) 讀者的提問 (reader's questions)：要求學生對指派的閱讀作業寫下問題，例如「作者這麼說有什麼證據嗎？」並且，在上課開始時交給老師他們所擬的問題，老師則從中選擇一些問題作為班級討論的動力。

5. 討論會型態的學習 (conference style learning)：Underwood 和 Wade (1995)提出以討論會型態的學習方式，促進學生的批判思考。在此方式中，老師並非以講述的方式進行教學，老師扮演的是討論會的促進者。例如，老師可以提出底下的問題並給學生相關的資料：「為什麼天文學是科學而占星術不是？你相信占星術嗎？如果你相信，你的信念基礎是什麼？你如何將此觀點與科學的基本原理協調起來？」學生在上課之前必須徹底地閱讀所有的資料，指派閱讀的作業，其難度必須是在學生的潛在發展區 (zone of proximal development) 能力範圍中，也就是說，閱讀的作業必須能夠為學生所理解，但亦具挑戰性。班級的上課包括學生彼此的提問和討論這些問題，此時老師並非保持被動的方式，而是藉由提出策略性的問題，和幫助學生建立彼此的觀點為何，來引導和塑造班級的討論。

6. 使用寫作作業 (use writing assignments)：批判思考教學的重要方式之一，是使用寫作。寫作使得學生從被動學習者轉成主動的學習者，並且寫作的任務要求他們去確定問題、形成假設及論證。Wade (1995)認為寫作是發展學生批判思考技能的基礎，使用寫作作業，老師藉由要求學生辯論某一議題的正反兩面或多個面向，可以鼓勵學生發展辯證推理。Gocsik (2002)指出，寫作的行動要求學生在開始寫作之前，先專注及澄清他們的思考，因此可以帶引學生通過批判思考的過程。寫作要求學生做重要的批判性選擇，以及對自己提問如表2-3的問題：

表2-3 帶引學生批判思考過程之舉例

什麼訊息是最重要的？	我是如何達到我所想的？
可能遺漏了什麼？	我的假定是什麼？它們是有效的嗎？
對此主題我想到什麼？	我如何依據事實和觀察等來說服其他人接受我所思考的主張？
我考慮不同的觀點嗎？	什麼是我尚未理解的？

考量上述所提供的問題，學生也能夠評價他們自己的寫作。批判思考的寫作活動包括：

- (1) 給予學生原始資料，並要求他們基於這些資料寫出論證或分析。
- (2) 使學生對不熟悉的觀點或對「如果…則…」的情況做探索和寫作。
- (3) 讓學生思考學科中的爭論，並要求學生寫出持不同觀點者之間的對話。
- (4) 選擇學科中重要的文章，要求學生寫出該文章的總結或摘要。或者，也可以要求學生對你的講述寫出摘要。
- (5) 發展一個劇情，置學生於學科的實際情境中，在其中，他們必須使用理性的標準，在不同的可能性間做決定，以解決存在的衝突。

7. 對話 (dialogues)：Robertson和Rane-Szostak (1996) 確認兩種可以激發班級討論，進而對促進批判思考有用的方式：

- (1) 對話文本 (written dialogues)：給予不同小組的學生不同的對話文本去分析，學生必須確認出，在對話文本中每一參與者的不同觀點，必須尋找出偏見，呈現或排除重要的證據、另有的詮釋、事實的錯誤陳述，以及推理的謬誤。每個小組必須決定哪一個觀點是最合理的，在獲得結論之後，由每一小組演示他們所拿的對話文本，並解釋他們對此對話文本的分析。
- (2) 自發的小組對話 (spontaneous group dialogue)：一組學

生被指派角色去扮演一個討論的情形，例如扮演領導者、訊息提供者、意見尋找者及意見不一致者，組成四個觀察小組，要求他們去判斷什麼人扮演什麼角色，確認思考中的偏見和謬誤，評價推理技能，並檢視此內容之倫理上的意涵。

8. 模糊性 (ambiguity)：Strohm和Baukus (1995) 提倡在課室中產生較多的模糊性，不要給學生明確結論的學習材料，而是給予他們衝突的訊息，使得他們必須對這些模糊性和衝突的訊息，根據理性的判準加以思考。

以上八種發展學生批判思考能力的教學模式，在運用上，老師可以前述Paul和 Elder (2002) 及Nosich (2005) 所提之十個思考元素貫穿整個教學的過程，使學生熟練思考的總體運作方式。再者，學生必須擁有清晰、易於遵循的引導，來指示他們如何改善思考；同時，老師亦須擁有易於使用的工具，來審視學生的批判思考技能是否有所進步。針對此，老師可以前述 Paul 和 Elder (2002) 之批判思考的理性標準及相應的問題，做為學生的表現期望表 (performance expectation)，這些期望的目標給予學生和老師一個簡單的、共享的目錄，做為優質思考表現的判準。學生可以將這些期望，以及老師的協助，視為地圖指引般來促進批判思考的技能，老師則可以利用這些期望來監控學生的進步。關於考察學生的進步方面，將在下一小節說明。此外，很重要的是，在教學過程中，老師也必須依據前述Halpern(2003) 及 Langer(2000) 之好的批判思考者所具有的意向和態度，培養學生實踐批判思考的意願強度。如此做，批判思考的教學才是圓滿。

(三) 批判思考的評量策略

要評價批判思考，就要對它有多麼合理來進行判斷，就要評價它遵從批判思考的標準有多好。對批判思考進行評價的過程，可依循思考的元素以提問相應的問題來切入，雖然理解一個人的批判思考品質不僅僅是提問就可以完成，底下的問題只是作為一個引導，評價者必須彈性地使用這些問題使之適合於對批判思考的評價。

表2-4 批判思考的評價檢核表

	依循思考的元素進行評價	1 (明確)	2	3	4	5 (不明確)
1	這個學生的推理達到他的目的了嗎？					
2	這個學生適當地回答問題了嗎？					
3	查閱這個學生提供的主要訊息，它們是合理的嗎？它們已建好關聯了嗎？總的來說，它們是正確的嗎？需要更多的訊息來解決問題嗎？					
4	這個學生的結論是從推理中得出的嗎？這個學生準確地詮釋了這個問題嗎？					
5	有其它有效的方式理解核心概念嗎？有其它影響推理結果的方式嗎？					
6	這個學生的主要假定合理嗎？					
7	這個學生的推理形成的含意可以接受嗎？這個學生的推理會導致其它支持或是反對他的推理的結果嗎？					
8	這個學生意識到對這個問題的其它合理觀點嗎？他對它們做適當的考慮了嗎？					
9	這個學生考慮其它更好的推理方式了嗎？					
10	這個學生對問題的推理充分考慮所處的情境了嗎？					
判斷的理由：						

對這十個問題的回答可以形成批判思考的評價基礎，評價者也需要配合前述思考的標準給出理由和解釋來支持所做的主要判斷。上述對批判思考的評價之整體過程如下（Nosich, 2005）：

1. 應該以對十個問題的答案做為評價推理之最重要的線索；
2. 應該確定推理的優點與缺點；
3. 應該融入批判思考的標準做檢查；
4. 在評價中所做的主張應該有理由支持。

評價做為一個策略和工具，可以使用於整個教學的過程，並不只是在教學結束後才進行。在整個教學的過程，評價學生的思考品質是相當有用的，老師因此可以了解，是否需要向學生進一步澄清思考的標準，而學生也可以測試他們對思考標準的理解情形，並接受回饋，由此可以幫助學生反思他們的思考工作，並改善他們的思考品質。

三、探究的實踐途徑及教學模式

(一) 探究式教學最主要內涵

探究式教學最主要包括四項內涵：

1. 確定研究問題 (Define problem/question)
2. 提出假設 (Make hypothesis)
3. 設計實驗步驟 (Design experimental procedure)
4. 提出以證據為依據的結論 (Make evidence-based conclusion)

因此教師在課室中引導學生確定研究問題是探究式教學的第一項步驟；如果教師能多提問學生開放式的問題，將可以激發不同年齡層學生對於事件的表象產生懷疑，會用心去思考為什麼會這樣？有別於過去的讀書只是增加知識的「量」，並沒有深入了解知識，以提升「知識的本質」。因為學生問問題，才能明確的了解自己理解的程度，所以在探究能力的實踐途徑中，老師訓練學生「提問」的能力，是探究式教學首要的步驟，接著才能就問題提出假設，設計實驗步驟，最後才能在經由縝密的實證過程中獲得證據，最後再根據證據提出結論。

- 一位物理科老師問學生：「請告訴我一個讓植物細胞核繼續發展和生成的想法？」
- 一位地球科學老師問學生「請解釋一組恐龍足跡，並且提出幾個假設以解釋所提出的恐龍足跡類型。」
- 一位生物科老師帶領學生作戶外教學，從不同樹木上採集許多不同種類的樹葉。老師要求學生將樹葉作有系統的分類。
- 一位化學科老師給學生不明的物質，並且要學生使用科學的試驗去了解這些物質的組成結構。
- 一位國文科老師在上陶淵明詩選：「種豆南山下，草盛豆苗稀，晨興理荒穢，帶月荷鋤歸，道狹草木長，夕露沾我衣，衣沾不足惜，但使願無違」時問學生：為什麼會「草盛豆苗稀」？是什麼理由造成的？
- 一位歷史科老師在講授歷代的君王世襲制度時，問學生：「父死

子繼，兄終弟及或選賢與能的優缺點及其影響層面如何？」

- 一位視覺藝術領域老師在講述西洋畫派時，提問學生：「為什麼畢卡索的作品稱之為『立體派』？」
- 一位藝術與人文領域老師在講述藝術家的生平時，問學生：「為什麼許多的藝術家在歿世後才聲名大噪？」

上述上課實例就是任課老師正在進行探究教學的「提問」。

(二) 探究的實踐途徑

1965年諾貝爾物理獎得主費曼 (Richard Feynman) 的父親在費曼很小的時候，就已經使用探究式教學，以引起他學習興趣，他的父親經常帶他到森林散步，有一天當他們走累了，坐在樹下休息時看到許多小鳥從遠方飛來，一一的停在樹枝上，用嘴巴不停的啄牠們的羽毛，這時候父親就問費曼：「你看到什麼？」，費曼說：「好多小鳥都飛下來停在樹上並且用嘴巴啄羽毛」，父親接著問費曼：「為什麼每隻小鳥停下來時，都會用嘴巴去啄牠們的羽毛？」這時候的小費曼就很認真的思考為什麼？父親就說，你有沒有辦法知道為什麼？此時的費曼心中已經開始設計一個實驗：

1. 他把小鳥分為兩組，每組10隻小鳥。
2. 他首先觀察第一組在10分鐘之內從遠方飛來的10隻小鳥在停下來後的1分鐘之內，整理羽毛的次數有多少次？觀察10分鐘後，計算平均值。
3. 再觀察第二組從遠方飛來的10隻小鳥，當停下來超過3分鐘以後，整理羽毛的次數有多少次？同樣觀察10分鐘後，計算平均值。
4. 再比較兩組平均值是否有差異？
5. 經由以上的比較所獲得的證據，進而提出結論。

(三) 探究式教學模式

1. Treffinger 和 Isaksen 於1994年修訂 CPS (Creative Problem Solving) 的模式：

洪振方（2003）建議探究能力的教學可以採用 Treffinger 和 Isaksen 於1994年修訂 CPS (Creative Problem Solving)的模式包括：

- a. 發現困境(mess-finding)；
- b. 尋找資料(data-finding)；
- c. 發展收斂思考的引導綱領與技術，以平衡早期發展成熟的發散思考。

Treffinger和 Isaksen 並且把 CPS 六個階段組合成三個成分六階段：

- a. 了解問題(getting the problem ready)；
- b. 激發想法(generating ideas)；
- c. 計畫行動(plan for taking action)等。

至此建立了 CPS每一階段的展開及結束之前，個體主要的思考方式分別是發散思考和收斂思考，發散思考的運用規則是「暫緩判斷」(deferred judgment)，收斂思考的運用規則是「肯定判斷」(affirmative judgment)。具體而言，CPS模式具有如下的特色（Howe, 1997；湯偉君，邱美虹，1999）：a. 利用多階段方式循序達到創意解題之目的；b. 每一階段都使用收斂思考（批判思考）和發散思考（創造思考）；c. 可適用於小組也可適用於個人解題；d. 可以只使用局部的階段；e. 各階段不必依固定程序進行；f. 各步驟不必依線性程序進行，可以螺旋式的交互呈現。

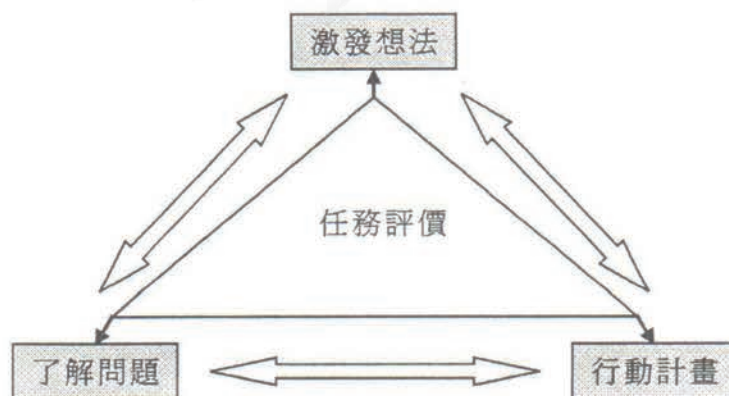


圖2-3 CPS的循環模式(Treffinger,Isaksen, Dorval,1994)

2. Lawson 和 Gibbs (1992) 等人提出一個科學探究的教學模式：

科學探究模式是教師幫助學生，獲得尋找問題和解決問題過程的能力，而擬訂的特定教學計畫或形式的教學法(楊榮祥，1988)。

Lawson 和 Gibbs(1992) 等人提出一個科學探究的教學模式（如下圖）可作為檢核及評鑑探究式教學的步驟與內涵。

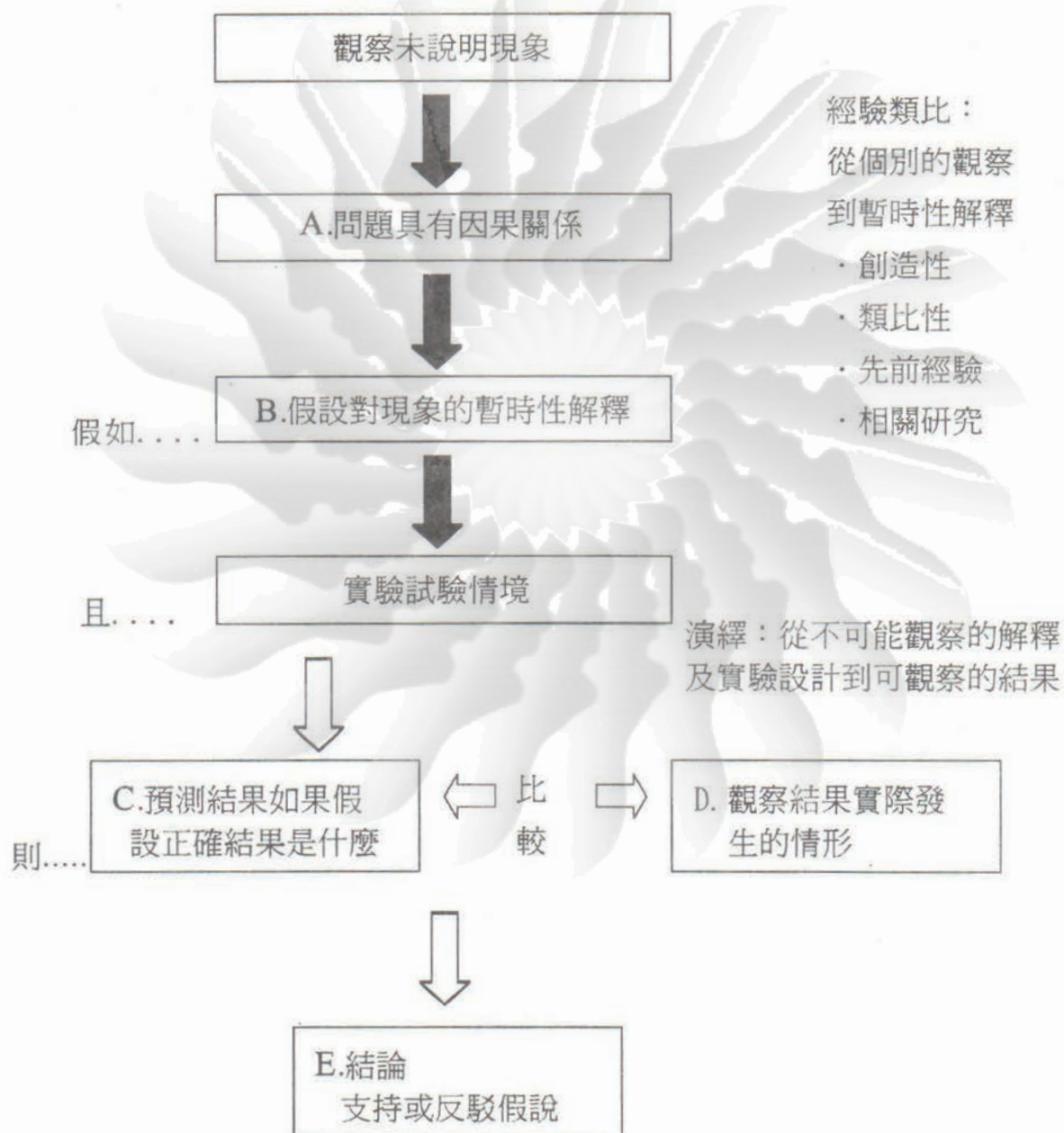


圖2-4 探究的教學模式

3. 藉由多元教學模式以培養學生探究能力

培養學生探究能力的教學模式，是在教師的啟發誘導下，經由「學生自主學習」、「團體討論」、「小組討論」、「個別演示」或「小組演示」的教學模式交互進行；以現行教材為基本探究內容，以學生周圍世界和實際生活為參照思考物件，為學生提供充分自由表達、質疑、探索討論問題的機會，讓學生透過個人、小組及集體等多種解難釋疑的嘗試活動，將自己所學知識應用於解決實際問題的一種教學形式。因此探究式課程與教學特別重視開發學生的智力，發展學生的創造性思維，培養學生的自學能力，力圖透過自我探索引導學生主動學習和掌握科學方法，為終身學習和工作奠定基礎。

在探究式的教學模式中，「教師」為引導者，其任務是提升學生的積極性，督促學生自己去獲取知識、發展能力，能自己發現問題、分析問題、解決問題；因此「教師」必須用心在教室內營造「探索的情境」，建立「探究的氛圍」，促進探究流程能順利進行，把握「探究的深度」，並能評鑑探究學習的成敗。「學生」為學習的主人，他（她）們根據教師所提供的資源，明白探究的目標，思考探究的問題，掌握探究的方法，開闢探究思考的路徑，相互溝通探究的內容，最後並根據所獲得的證據，總結探究的結論。由此可知，在探究式教學的課室中，教師和學生雙方都積極主動參與活動，學生能自主學習以探究事實真相，在實踐活動中探究議題，這是改革傳統的課室文化相當有效的作法。如此結合理論與實際應用，將可以使班級教學煥發出生機蓬勃的景象，學生的整體素養將獲得發展。

4.探究式教學模式優點

(1)提出值得探究的問題，以激發學生的學習動機：

教師在探究式教學教室內，必須提出探究性問題，這是開放性、引導性、關鍵性的問題，以激發學生的學習動機，願意積極主動的投入學習活動中，例如：當自然與生活科技的老師教到台灣泥火山時，提問學生：「見過影片或廣告中火山爆發的景

象嗎？您看到什麼？」當學生提出質疑時，可以先講述火山的類型，而學生聽到這一系列有趣的現象時，就會引起動機將心力投注到探究其「所以然」的學習活動中。

(2)在探究過程中，能開發學生潛能，以提升學生素質：

分析、解決問題是探究式教學模式的關鍵，也是整個教學活動的核心。教師在課堂中要發揮「學生為主體」的地位，掌握探究的精神與原則，考慮到學生的實際能力，分組教學，留給每位學生探究的權利和機會，使每位學生都能在探究的過程中顯示自己的才華。所有學生在教師的激勵、啟發和誘導之下，通過「學、思、疑、問、探」等多種方式，去挖掘自己的內在潛力，獲得新知、提升能力、體驗解決問題後的成功與喜悅。倘若只是班上幾位資優生與老師對談，其他學生只能作壁上觀，就會喪失積極性、主動性，都只是被動參與，或是如同鸚鵡學舌，如法炮製一般，無法獲得成就感，長久下來，全班將興味索然，學生之整體素質也就堪虞了。

5. 教師進行探究式教學時注意事項

探究式教學模式，是以解決問題為重點，以充分發揮學生主動性、積極性為前提，以發展學生的思維能力和創造能力，告訴學生「以學習為目的」的教學模式。它強調學生的參與性、自主性、創造性及合作精神，讓學生「學會求知」、「學會做事」、「學會共同生活」、「學會生存」。教師在進行探究式教學時，必須注意三項要點：

- (1)較簡單的問題—不需要進行全班或分組討論，可以要求學生作獨立思考，並由老師當場抽問，以了解學生獨立思考的能力。
- (2)較有深度的問題—先讓學生作獨立思考，當個人擬出初步答案，再進行小組內交流（Small Group Discussion），以解決問題。經過認真獨立思考後，學生在小組討論時才有意見可表達，有內容可爭論，形成真正討論研究的氛圍，學生才能有所收穫。

- (3)將探究性問題分為「必答題」和「選答題」，讓學生依據自己的能力，量力而為，以免因為超乎理解能力而產生挫折感，反而喪失學習動機。

但是不管使用那種方法，都要注意時間的調控，即合理安排好獨立思考與相互研究的時間。既要讓學生有充分思考的餘地，又要略有壓力，以培養敏捷的思維能力，但絕對不能逼學生到只有抄答案的時間，這樣才能發揮相互研究的最佳效益。除此之外，教師在設計問題和提問時，要注意鼓勵學生的「求異思維」。教師應明確了解學生的討論並不是為了找出正確答案，而是為了「培養探究能力」。要鼓勵學生盡力去想、盡情去說，只要能自圓其說，都不能算錯，要多給予鼓勵、獎勵甚至表揚，絕對不能用簡單、粗暴的批評或懲罰方式去對待學生，才能鼓勵學生揮灑自如，也才能在很自然的學習中提升學生素養。

6. 探究式教學模式舉例說明

Schwab根據科學探究發現方法(Discovery/Openness)進行實驗活動層次的分類：最簡單的科學實驗活動層次為：「問題」、「方法」及「步驟」均提供給學生，學生只要按照方法及步驟，即可找到實驗活動的答案，也就是所謂的「食譜式實驗教學法」。第二個實驗活動層次，為僅提供「實驗的問題」，而「方法」、「步驟」及「答案」均未提供。第三個實驗活動層次則為「問題」、「方法及步驟」均未提供，讓學生自己去思考設計實驗，去解決自己所面對的現象與問題。Herron根據Schwab的三個層次的科學實驗活動分類法，再加另一個層次，他稱之為「零層次」。所謂零層次的實驗活動，即「問題」、「方法」、「步驟」及「答案」均提供給學生，學生只要按此步驟去做實驗，驗證已知的結果即可。

表2-5 科學實驗活動層次類表(Tamir, 1989)

層次水準	問 題	方法步驟	答 案
0	給	給	給
1	給	給	開放
2	給	開放	開放
3	開放	開放	開放

(四) 探究式的教學及探究能力評量舉例

茲舉兩個探究式教學及評量學生的探究能力為例，由題目之中，我們可以看到學生必須自行提出假設、設計問題解決之步驟、自行收集數據並做出結論。類似這種開放式的問題其評分方式及準則必須事先加以擬定，為求準確並避免太過主觀，則可由兩位評分者分別評量，然後再求出其評分者信度。

1. 你知道如何做出較為持久且不易破掉的泡泡嗎？現在請你與同組同學親自動手來調製泡泡水溶液及製作產生泡泡的器具，並探索如何才能做出最為持久的泡泡。

※本實驗提供的實驗器材（每組）：

水、洗潔劑（200c.c）、燒杯（600c.c）× 2、量筒（50c.c）× 1、玻棒×1、鐵絲、臉盆×3、滴管×1

- a. 在動手操作之前請先寫下你自己構想的實驗過程與方法。
- b. 每一小組討論後，寫出你們小組共同認為最佳的實驗過程及方法。

	泡泡水濃度		泡泡器具	
	水（c.c）	清潔劑（c.c）	形 狀	大 小
第一次				
第二次				
第三次				

c.請將你們的實驗過程紀錄下來。

d. 在本次的實驗過程中

(a)你遭遇到的困難是什麼？面對這些困難你做了哪些改進或修正，請把它紀錄下來。

(b)你發現哪些疑問或有趣的地方？你未來想要進一步研究的問題是什麼？請你把它紀錄下來。

2.『降落傘的探討』實驗活動

每組所需器材：降落傘6個（如附件，製作方法請遵照教師的指導）、剪刀1支、碼錶或手錶1個。

a.小朋友，看完老師製作降落傘的示範之後，你應該很想自己做做看。做完附件之中最大的降落傘之後，請你們的組員一起合作，由一位同學拿著降落傘的雙翼，利用碼錶測量看看，這個降落傘由距離地面 160公分的高處自由降落到地面，需要多少時間？你覺得應該如何測量才能得到比較精確的答案？請你說明測量的實施步驟，並且記錄你得到的答案。

b.附件中還有五個大小不同的降落傘，利用這些材料，你覺得可以探討哪些問題？請寫出你想探討的問題，並且說明你將進行的**實驗步驟**。（寫完你想探討的問題之後，請分別說明各個你想探討的問題之實驗步驟）

c.接下來請每位小朋友利用一張白紙及一把剪刀，自行設計出能在空中停留最久的降落傘（由距離地面 160公分的高處自由降落到地面），設計完成後請每位小朋友測量並記錄你的降落傘降落至地面所需之時間。

四、教師的智育專業發展

由於教師的言行將會或多或少地影響學生的學習，同時也可能成為學生的模仿對象，因此教師本身的智育知能以及智育教學專業能力都必須自我充實與不斷發展。尤其在本章中所提到的智育三元素—論證、批判思考與探究能力，更需成為學生的楷模。另外如果教師本身

能夠不斷充實自我的智育知能與智育教學專業能力，無形中也告訴學生終身學習的重要性。

平常教學之中，教師應該在適當的時機，針對與課程內容相關的事例，舉出各種不同品質等級的論證內容，加以分析並且具體指出哪些是證據導向且具有說服力的論證，哪些是缺乏證據的個人意見。另外，教師也應該適時適量提供學生開放式問題的思考與回答的機會，以及小組討論的互動時間，讓學生可以在沒有壓力的學習環境中聆聽別人的意見，發表自己的看法，適時提供給同儕中肯的建議，虛心反思並修改自己的論證。長此以往，學生及教師本身的論證能力，甚至是批判思考能力或探究能力，都有可能逐漸進步與發展。

Nosich (2005) 指出現行的一些教學阻礙了批判思考的發展，這些教學是基於類似的假設：(1)學生的角色是知識的被動接受者；(2)學生的任務是記住並反芻訊息；(3)教師的角色是給予知識；(4)考試的問題應該只取自課室中所教的內容；(5)給學生的問題應該明確地敘述；(6)每個問題都有一個合適的答案；(7)每件事只是個人看法不同而已。再者，大多數的人們未曾接受過如何改善思考方式的明確教學，傳統上，我們的學校要求學生學習、記憶、做決策、分析論證及解決問題，但卻未曾教導學生如何去做。造成這樣的結果，究其原因，乃是因為大多數的教師全然缺乏批判思考的實質概念，並且，不顧教育改革所做的努力，仍以講授、強記、及急功近利的教學策略為常態 (Paul, Elder & Bartell, 1997)。

針對上述阻礙學生批判思考發展的因素，我們認為必須從師資培育的根本做起，培養職前與在職教師對批判思考的元素和理性標準，以及優質的批判思考之原理原則有深刻的認識，並從不斷的實踐中內化成心智習慣，和養成批判思考者的良好態度。唯有教師能夠領悟與實踐批判思考，才能夠向學生說明批判思考的精義，示範批判思考的行動，以批判思考的語言與學生互動，並提供批判思考的鷹架與回饋，才能在課室中形成以思考為核心的學習文化。這種課室的特徵是：教師不斷問問題，由學生思考問題，解決問題，評估思考是否合理，

並引導學生問更深入、更富啟發性的問題。

清古文學家劉開在「問說」一文中開宗明義即道：「君子之學必好問。問與學，相輔而行者也；非學，無以致疑；非問，無以廣識。」又說：「交相問難，審問而明辨之。」其言，乃鞭辟入裡地闡釋了以批判思考為核心的對話，是知識開展之心智行動的真諦。因此，教師的智育專業發展之一，除了提升本身的批判思考素質以外，還在於學習如何「問好的問題」(asking the right questions)，以及透過對話引導學生學習「問好的問題」及「理性的思考」。凡此種種，教師皆必須以批判思考為基礎，以開放的、質疑的及易於調整的方式監控自己的教學與學習。也就是說，師資培育課程以及專業發展過程中的學習，尤其有關批判思考的學習，都必須與學生的學習保持並行發展。

再者，教師的專業發展應當是長期的、經常性的和學校本位的，必須立足於教學中，聯繫教師已有的知識、植基於教師自己的問題、衡量自己的價值觀，有時還要改變思考的角度，深深紮根於教師的行為 (McLaughlin & Talbert, 2001)。關於此點，我們主張「教學即探究」(teaching as inquiry)，教師可以與同儕合作組成專業成長團體，透過探索批判思考教學的問題，從持續地對話、質疑、反思及解難中，獲得實踐批判思考教學的新理解與展開新行動；如此不斷的循環過程，將可使教師在批判思考的教學專業知能上，從生手蛻變為專家。同時，在此過程中歷經淬礪與精煉，亦提升了教師的批判思考智能。

參考文獻

- 丁凡譯 (1998)： **因材施教**。台北：遠流。
- 李咏吟 (1998)： **認知教學理論與策略**。台北：心理。
- 封四維 (2000)： **多元智慧教學**。台北：師大學苑。
- 洪振方 (2003)：探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄：高雄師大學報，15，641-662。
- 張春興 (1994)： **教育心理學——三化取向的理論**。台北：東華。
- 蔡執仲和段曉林 (2005)：探究式實驗教學對國二學生理化學習動機之影響。科學教育學刊，13(3)，289-315。
- 湯偉君和邱美虹 (1999)：創造性問題解決模式的沿革與運用。科學教育月刊，223，2-20。
- 楊榮祥 (1988)： **自然科學教學法專輯**。國立台灣大學科學教育中心編印。
- Adams, A. D. & Chiappetta, E. L. (1998, April). *Traditional high school physics classroom*. Paper presented at the annual meeting of the American Education Research Association, San Diego, CA.
- Angelo, T. A. (1995). Beginning the dialogue: Thoughts on promoting critical thinking: Classroom assessment for critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 6-7.
- Beyer, B. K. (1995). *Critical thinking*. Bloomington, IN: Phi Delta Kappa Educational Foundation.
- Bollag, B. (1997). *School-reform effort grows in Eastern Europe* [Web Page]. URL. Retrieved December 28, 2000, from http://chronicle/search97cgi/s97_cgi?
- Boulter, C. J., & Gilbert, J. K. (1995). Argument and science education. In P. S. M. Costello & S. Mitchell (Eds.), *Competing and consensual voices: The theory and practice of argumentation*. Clevedon, UK: Multilingual Matters.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. New York: Vintage Books.
- Bybee, R. W., & DeBoer, G. (1993). Goals for the science curriculum. In D. Gabel, *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. (pp. 357-387) Washington, D C: National Science Teaching Association.
- Cattel, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, 1-22.
- Cohen, D. (2000) *With Asian economies on the rebound, the region's colleges are*

- also upbeat (April 27) [2000, December 28].
- Cohen, M. S., Freeman, J. T. & Wolf, S. (1996). Metarecognition in time-stressed decision making: recognizing, critiquing, and correcting. *Human Factors*, 38(2), 206-219.
- Collett, P. (1994). *A new university for Pakistan* [Web Page]. URL. Retrieved December 28, 2000, from http://chronicle/search97cgi/s97_cgi?.
- Cooper, J. L. (1995). Cooperative learning and critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22 (1), 7-8.
- Davidson, J. (1996). Choosing when it's confusing. *Vital Speeches*, 63(3), 84-90.
- Dewey, J. [1933(1910)]. *How we think*. Lexington, MA: D C: Heath.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Facione, P. A., Facione, N.C., & Giancarlo, C.A. (2000). The disposition toward critical thinking: Its character, measurement, and relationship to critical thinking skills. *Informal Logic*, 20(1), 61-84.
- Fischer, S. C., & Spiker, V. A. (2000). *A framework for critical thinking research and training*. (Report Prepared for the U.S. Army Research Institute).
- Gagne, R. M. (1970). *The conditions of learning* (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The theory of multiple intelligence*. Paperback, 1985. Tenth Anniversary Edition with new introduction. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1983/1993). *Frames of Mind: The theory of multiple intelligence*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1995). Reflections on multiple intelligences: Myths and messages, *Phi Delta Kappan*, 108-112.
- Gocsik, K. (2002). Teaching Critical Thinking Skills. *UTS Newsletter*, 11(2):1-4.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McCraw-Hill.
- Hogan, K., & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological understandings of students' and scientist's reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687.
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53, 449-455.
- Halpern, D. F. (2003). *Thought & knowledge: an introduction to critical thinking*.

New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Howe (1997). *Creative Problem Solving Approaches Processes for Teaching and Doing Creative Activity*。創造性思考教學研討會研習手冊。台北市：台灣師範大學科學教育研究所。

Hummel, J. E., & Holyoak, K. J. (1997). Distributed representations of structure: A theory of analogical access and mapping. *Psychological Review*, 104, 427-466.

Karplus, R., & Their, H. (1966). Science teaching's becoming literate: The science curriculum improvement study. *Education Age*, 2(3), 27-41.

King, A. (1995). Designing the instructional process to enhance critical thinking across the curriculum: Inquiring minds really do want to know: Using questioning to teach critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 13-17.

Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge : Cambridge University Press.

Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62(2), 155-178.

Langer, E. J. (2000). Mindful learning. *Current Directions in Psychological Science*, 9, 220-223.

Lawson, A. E. & Gibbs, A. (1992). The nature of scientific thinking as reflected by the work of Biologists & by Biology Textbooks. *The American Biology Teacher*, 54(3), 137-152.

McDade, S. A. (1995). Case study pedagogy to advance critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 9-10.

McLaughlin, M. W., & Talbert, J. (2001). *Professional communities and the work of high school teaching*. Chicago: University of Chicago Press.

National Education Goals Panel. (1991). *The national education goals report: Building a nation of learners*. Washington, DC: U. S. Printing Office.

National Research Council (1996). *National Science Education Standard*. Washington, D C: National Academy of Sciences.

National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D C: National Academy of Sciences.

Nelson, T. O. (1996). Consciousness and metacognition. *American Psychologist*, 51, 102-116.

Nosich, G. M. (2005). *Learning to think things through: a guide to critical thinking across the curriculum*. NJ: Prentice Hall.

- Organisation for Economic Cooperation and Development (2005). *Learning for tomorrow's world. First results from PISA 2003*. Paris : Author.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). *Ideas, Evidence & Argument in Science*. London : King's College.
- Paul, R. (2005). The state of critical thinking today. *New Directions for Community College*, 130, 27-38.
- Paul, R., Elder, L., & Bartell, T. (1997). *California Teacher Preparation for Instruction in Critical Thinking: Research Findings and Policy Recommendations*. Sacramento: California Commission on Teacher Credentialing.
- Paul, R. & Elder, L. (2002). *Critical thinking: tools for taking charge of your professional and personal life*. NY: Prentice Hall.
- Robertson, J. F., & Rane-Szostak, D. (1996). Using dialogues to develop critical thinking skills: A practical approach. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 39(7), 552-556.
- Schwab, J. J. (1962). *The Teaching of Science as Enquiry*. The Teaching of Science. Cambridge, MA:Harvard University Press.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006) . Learning to teach argumentation : Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man: Their nature and measurement*. New York: Macmillan.
- Strohm, S. M., & Baukus, R. A. (1995). Strategies for fostering critical thinking skills. *Journalism and Mass Communication Educator*, 50(1), 55-62.
- Tamir, P. (1983). Inquiry and the science teacher. *Science Education*, 67(5), 657-672.
- Terman, L. M. (1916). *The uses of intelligence tests*. From the measurement of intelligence (chapter 1). Boston: Houghton Mifflin.
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago : University of Chicago Press.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England : Cambridge University Press.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (1994). *Creative problem solving: an overview*. New Jersey: Ablex.
- Underwood, M. K., & Wald, R. L. (1995). Conference-style learning: A method or fostering critical thinking with heart. *Teaching Psychology*, 22(1), 17-21.

Wade, C. (1995). Using writing to develop and assess critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 24-28.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

