科學教育學刊
2001, 第九卷第三期, 235-252

Chinese Journal of Science Education
2001, 9(3), 235-252

多元學習情境教學模組之研發
—以「二氧化碳」主題為例

張敬宜
國立台北師範學院 自然科學教育學系

(投稿日期：民國 90 年 6 月 6 日，修訂日期：90 年 10 月 15 日，接受日期：90 年 11 月 7 日)

摘要：「多元學習情境教學模組」的提出旨在提供一更具彈性、更動態及更互動的教學設計模式，其設計理念乃採合了「從玩中學」、Bruner 的「螺旋式課程」理念以及「情境學習理論」而成。「從玩中學」的目的是希望還給學童學習的樂趣，激發其內在、主動的學習動機。由「螺旋式課程」理念和「情境學習理論」衍生出的「多元學習情境」則是體認到學習應該是漸進的，應該配合學童的認知發展與興趣，提供多樣化且具日常真實生活情境的實用有效學習內容，利用示範、教導、闡明、反省以及探索等教學方法，重視合作學習與分組教學式教學，希望透過多元、真實的情境學習式的教育與學習，教師可發揮其知識協助者與引導者的角色功能，學生也可以主動學習與體驗、應用所學知識技能。基於前述理念，模組內各單元乃針對某一探討主題，設計一系列由基本到逐步深入探究的多元化教學活動。活動中，材料的選擇、問題的呈現大都取自學童常見的生活經驗；活動的設計，儘可能地活潑、有趣且必須是現象明顯而易操作的。各單元內活動的流程，大都依循著現象的觀察、概念的推論，進而解決問題；由具體的觀察進而概念推理及應用的過程使學童學習的連結更加緊密。文中且以「二氧化碳」主題為例，來呈現多元學習情境教學模組的特色。

關鍵詞：多元學習情境教學模組、從玩中學、螺旋式課程、二氧化碳。

壹、緣起

鑑於我國學童科學概念學習基礎資料的不足，國科會在過去幾年陸續的推動了「科學概念發展與診斷教學研究」、「國小數理概念研究」等重點計畫；在這段期間，研究者也在國科會的支援下，探討了我國國小學童在「蒸發、凝結與沸騰」（張敬宜, 1997, 1998）暨「空氣」方面（張敬宜, 2000）的另有概念以及概念學習上的障礙。擁有了這些基本研究資料後，研究者認為將對未來國小自然課程的設計、編寫有所助益，適逢國科會科教處有意整合過去推動的數項重點計畫成果，來發展完整的「中小學科學教學／學習」材料模組，因此研究者參與了本校熊召弟教授主持的『國民小學九十年代「自然與生活科技」新課程單元模組發展研

究』整合型計畫，希望能發展出具有研究基礎，同時又能迎向九年一貫課程綱要十大能力的自然與生活科技教學模組並進行評鑑研究。

本研究實乃延續研究者近幾年探討我國國小學童對空氣相關認知的研究（張敬宜，2000），擬依據以往研究中分析得到的我國學童在空氣方面的另有概念資料，發展成包含學生學習材料、教師教學材料、教學策略、診斷教學工具、補救教學材料及評測工具的完整國小自然與生活科技課程之「空氣」教學模組，並且提供實地實驗之具體成效評估。模組內包含有隱藏的空氣、空氣的流動與壓縮性、空氣的升降、空氣的熱脹冷縮、二氧化碳和氧氣六大單元，目前一共設計了 55 個教學活動。因篇幅所限，本文後段將以國小階段的「二氧化碳」單元為例，來呈現多元學習情境教學模組的特色。

貳、文獻探討

一、「從玩耍到有意義的探究」之相關研究

Bruner（1966）認為學習要有動機，兒童必須先得喜歡學習，願意學習，而後教學始有效果。然而如何引發學童內在、主動的學習動機呢？透過遊戲玩耍也許是可能的路徑之一。在郭文禎和張文華（2000）對國小六年級學生投入實驗活動的方式之研究中，即指出玩耍也是形成有意義的學習之可能路徑。

國外學者 Brooke 和 Solomon（1998）曾以質性研究的方式，在一個互動式的科學中心內，以參與活動的學童為研究對象，試圖瞭解學童是如何由單純的玩耍逐步轉移到有意義的探究；他們提出的轉移模式如圖 1 所示。他們（Brooke & Solomon, 1998; Solomon, 1980）皆認為玩耍會產生發現，尤其是當學生專注於某一現象，對該現象產生高度的興趣或好奇，然後擬一有目的的計畫並付諸行動時，玩耍就會變成探索現象的因果關係。

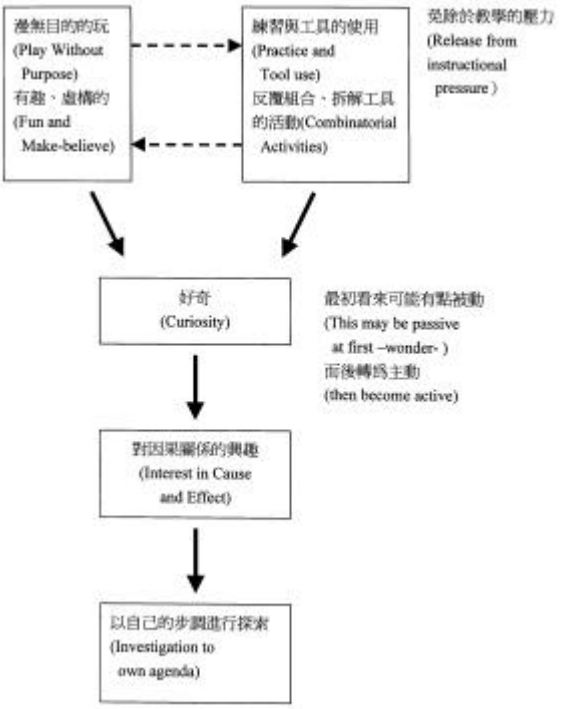


圖 1：Brooke 和 Solomon 研究(1998)中提出的由玩耍逐步轉移到有意義的探究之模式

二、Bruner 的螺旋式課程理念

螺旋式課程（spiral curriculum）是由美國哈佛大學著名的認知學習論和發展心理學的專家—Bruner 所提出（1960），他認為課程應該根據認知與知識的連續性與發展性，不斷的重新檢視。螺旋式課程是一種倒圓錐形的螺旋結構，即一階段比一階段高升、深入、及分化的邏輯次序，同時也結合了擴散、加廣之心理組織，而形成一圈又一圈向外擴張的同心圓，也就是整合了邏輯與心理結構，來作為課程組織的原理與方法。Bruner 建議學校教學宜採用「螺旋式課程」的構想，由具體到抽象，由簡單到複雜，由動作表徵到符號表徵等循序漸進，使

每一個階段的學習自成一個圓周，以後難度漸次升高，範圍漸次擴大，終而學到完整的知識（張春興和林清山, 1989）。

另外，Bruner 亦認為科目教學的最終目的在使學生對教材的主要概念有通盤之了解（鐘聖校, 1999）。他以「教材結構」一詞稱呼他所謂的主要概念。學到教材結構的優點在於這些結構能使訊息簡化，產生新命題，增加知識的運作性和遷移的可能性。他相信教材結構經過恰當的安排，是人人都可以學到的。布魯納（1966）認為每門學科都有一些基本的原則、概念與結構，教師必須能在教材的組織上呈現其結構性，才能使學生易於瞭解學科的原理原則而容易記憶，並領會新的結構。而最適宜的學習順序應視各種因素而定，包括學生過去的學習經驗、發展階段、教材性質與個別差異等，並依循動作、圖像再到符號表徵的認知發展來開展。而教學活動則必須引導學生透過問題或知識的結構，及一再陳述的過程，來增強學生理解、消化、轉化知識的能力。

而就螺旋式課程的編製，Bruner 也提出了兩個基本觀念：(1)先確定有那些重要概念與原則將包括在課程單元之內。(2)確定應學習概念與原則，將其按難度層次、先後次序盤旋前進，期能使學生經驗漸次擴大並加深（張春興和林清山, 1989)。

近年來已有許多學者專家將螺旋式課程的構想應用於課程設計中，民國八十二年我國小學自然科學過程技能的安排就是循著螺旋式的發展模式加以架構的（毛松霖、柯啟瑤、郭方端和全中平, 1994)。除此之外，在數學課程（陳穎希, 2000) 甚至是音樂課程（呂宜親, 2000）的設計中均可見到螺旋式課程的蹤影。

三、情境學習理論的相關研究

(一)情境學習理論的源起與意義

情境學習理論之所以在九〇年代成為教學心理學研究的主流之一，乃起源於 Brown, Collins 和 Duguid（1989）對情境認知（situated cognition）與情境學習（situated learning）的討論。他們根據 Greetz, Lave, Rogoff, Resnick, Suchman 及 Schoenfeld 等人對一般日常認知生活活動的研究結果，以及 Vygotsky 的社會認知理念，指出知識是情境化的，且在部分上是其應用的活動以及文化與社會脈絡的產物；基於此理念，他們強烈批評當前教育所採取的社會脈絡抽離式教育方法，強調學習應在真實的（authentic）情境中進行（王春展, 1996; 朱則剛, 1994; 鄭晉昌, 1993a; Brown, Collins & Duguid, 1989; McLellan, 1993）。也就是說，知識是蘊含於情境當中的，必須透過個體在情境中，以其既有的認知架構主動地建構知識（王春展, 1996; 幸曼玲, 1995）；因此，情境學習理論認為，學習者欲習得知識，便應進入情境的脈絡中（邱貴發和鍾邦友, 1993）。如果所學的知識不能用到實際情境中，則所學知識的益處不多；在情境中經由主動探索所得到的知識，不僅實用，而且較可能類推到其他的情境。情境學習的目的即在提供一種較真實的學習情境，以便學習者能夠從學習的歷程中建構自己一套問題解決的策略，達到「學習如何學習（learning how to learn)」的最高目標（高熏芳, 1996）。

(二)情境學習理論的主要論點

因為不同學者對於情境學習的研究取向與專業範圍各有其獨特見解與強調重心，因此情境學習的理念內涵是相當多元化的；本文參酌學者們的理論重點(王春展, 1996; 邱貴發, 1996; 邱貴發和鍾邦友, 1993; 楊家興, 1995; Brown, Collins & Duguid, 1989; Lave & Wenger, 1991; McLellen, 1993a, 1993b; Young, 1993），歸納出下列的主要論點：(1) 倡言「分散式的智慧(distributed intelligence)」(2)重視主動探索與操作(3) 強調學習活動的真實性(4)強調學習互動

參與和分享(5)提倡認知學徒制的教學模式。

(三)情境學習與傳統理論的比較

情境學習理論與行為主義不同的是，情境學習認為學習者在知識形成的過程中，是主動的、積極的，學習者並非只是被動的接受外在的刺激，他們要與週遭環境交互作用才能產生有意義的知識；情境學習也與一般訊息處理理論有別，訊息處理理論重視個體內抽象的認知體系或記憶的結構，而情境認知則強調學生在學習資源的情境脈絡中，探索與發現蘊含其中的有用資訊與意義，並與師長、同學進行社會互動與鷹架學習，藉此建立個人認知體系的過程（王春展, 1996; 楊家興, 1995）。

(四)情境學習理論在教育上的應用

目前，情境教學已被積極地應用到各教學領域，特別是在結合電腦科技來進行電腦輔助學習與教學軟體的設計上（邱貴發, 1996; 邱貴發與鍾邦友, 1993; 徐新逸, 1996, 1998;陳品華, 1997; 楊家興, 1995; 鄭晉昌, 1993b; 鍾邦友, 1994）這其中又以美國 Vanderbilt University 的認知科技群（Cognition and Technology Group at Vanderbilt,簡稱 CTGV; 1990, 1992）以情境學習理論為基礎，運用新科技來研究學習者的知識建構歷程，而提出的「錨式情境教學(anchored instruction)」最受矚目。另國內學者王春展（1996）曾提出情境學習理論在國小教育的應用方向可為：設計真實化的學習情境與課程、採用認知學徒制教學、進行鷹架協助式教學、重視合作學習與分組學習式教學以及運用情境式電腦模擬互動多媒體輔助教學等，可供學校教師適時參考應用。

四、九年一貫新課程的基本精神與相關變革

為呼應民間對教育改革的呼聲，教育部宣布從九十學年度起，國民小學一年級將全面實施九年一貫的新課程，此變革攸關我國未來國民教育的發展，萬眾矚目。

九年一貫課程改革與過去歷次在課程標準裡的改革相較，可說是劃時代的變革；此項課程改革係由原國訂課程標準教育目標重視知識學習的觀點，轉換到國訂課程綱要教育目標重視能力培養的觀點，因此注重能力培養的教育目標乃成為九年一貫課程的基本精神。在學校裡培養如何獲得（或求取）知識的能力，培養如何組織、分析、應用知識的能力，顯然比學習知識本身更為重要、更為關鍵、更為基本也更為優先，這實在是九年一貫課程注重能力培養的精神與意義所在（陳泰然, 2001）。

而為培養學生具備「帶著走的基本能力，拋掉背不動的書包與學習繁雜的知識教材」（林清江, 1998），新課程展現了許多特色，如：擬定十項基本能力，作為課程設計的依據；重視課程統整，將傳統的學科統整成七個學習領域，加強合科教學與協同教學；重視學校本位的課程發展，賦予學校和教師許多彈性和自主，由各校成立課程發展委員會及各學習領域課程小組，於學期上課前整體規劃課程和教學內容，以便實施。這些變革當然也帶給教育界相當大的衝擊與震撼。

又在九年一貫新課程中係以「自然與生活科技」領域取代舊有的自然科，其課程綱要已於八十九年九月三十日公布。此課程綱要之訂定，係用於提示如何經由學校教育，安排適當的教學情境及教材，進行有效的教學活動，促進學生學習，以增進知識及培養處理問題的能力；其中且揭示將以四點基本認識來規劃課程：(1)自然與生活科技的學習應為國民教育必需的基本課程。(2)自然與生活科技的學習應以探究及實作的方式來進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧、知能與態度並重。(3)自然與生活科技的學習應以學習者的活動為主體，重視開放架構和專題本位的方法。(4)自然與生活科技的學習應該培養國民的科學與技

術的精神及素養。同時也明確地訂出右列之課程目標：(1)培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。(2)學習科學與技術的探究方法及其基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。(3)培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。(4)培養與人溝通表達、團隊合作以及和諧相處的能力。(5)培養獨立思考、解決問題的能力，並激發創造潛能。(6)察覺和試探人和科技的互動關係。希望經由科學性的探究活動，自然科學的學習使學生獲得相關的知識與技能。同時，也由於經常依照科學方法從事探討和論證，養成了科學的思考習慣和運用知識與技能以解決問題的能力。長期的從事科學性的探討活動，對於經由這種以探究方式建立的知識之本質將有所認識，養成提證據和講道理的處事習慣。

叁、多元學習情境教學模組之設計理念

在著手設計模組時，研究者的第一個想法是模組內各活動的呈現，應儘可能地活潑、充滿樂趣，希望利用學童愛玩的特性，設計生活化的問題情境，引起學童的驚訝或好奇心，進而激發其樂於主動學習的意願。玩耍是孩童的天性，是新世紀聯合國兒童基金會所訂定的基本兒童權益之一，更是形成有意義的學習之可能途徑。國外學者 Brooke 和 Solomon 的研究（1998）更指出玩耍能轉化成探索現象的因果關係。因此，本模組之設計理念不僅是「從做中學」，更希望能進一步做到「從玩中學」，透過精心的活動設計，期望能引導學童從玩耍逐步轉移到有意義的探究。

研究者在從事多年學童概念學習之研究後，深切體會到，對某一概念的學習，如果僅靠某一年級中某一單元裡的一、二個教學活動來進行可能是不夠的，事實上，一個重要的科學概念可有許多不同的層面來詮釋它，而學習者欲建立某概念可從最基本、最粗淺的層面談起，而後依學習者的認知發展逐漸加深、加廣，如此建構出來的知識體系應會更紮實、更完整，而不是片段、一知半解的（張敬宜, 2000）。此一想法與 Bruner 的螺旋式課程理念一強調在不同的年級以不同的層次教導相同的內容，逐次發展與再發展，頗為相似。研究者也相當認同「情境學習理論」提出的：應讓學習者在有意義、真實的、互動的情境中學習，透過參與生活情境中的活動，學童才能真正掌握知識，並能有效的運用知識。同時，Brown 等人（1989）主張：概念的了解，是透過不斷的在不同的情境中使用概念而獲得（楊家興, 1995）；McLellan（1996）也認為多重練習（multiple practice）是情境學習之重要一環（徐新逸, 1996）；再者，多樣化的學習亦能增加學習者對於學習工作的深入體會、瞭解及辨別，因而促進知識抽象化，即促進學習遷移（施郁芬和陳如琇, 1996）。基於前述種種考量，研究者於是萌發了以「多元學習情境」來進行本模組設計之構想。

因此，本模組之設計理念揉合了「從玩中學」、Bruner 的「螺旋式課程」理念，以及「情境學習理論」而成。「從玩中學」的目的是希望還給學童學習的樂趣，激發其內在、主動的學習動機，因為有效的學習必須是主動的、藉由學習者的心力投入才能達成。由「螺旋式課程」理念和「情境學習理論」衍生出的「多元學習情境」的教學設計則是體會到學習應該是漸進的，應該配合學童的認知發展與興趣，注重具體實用與可操作經驗學習等要素，提供多樣化且具日常實際生活情境的實用有效學習內容，利用示範、教導、闡明、反省以及探索等教學方法（認知學徒制教學），重視合作學習與分組教學式教學，希望透過多元、較真實的情境學習式的教育與學習，教師可發揮其知識

協助者與引導者的角色功能，學生也可以主動學習及體驗所學知識技能，學習者將會逐漸學習到更多真實有用的靈活知識與技能，不僅可用於解決所面臨的問題情境，更可遷移解決其他類似的問題情境上，日漸潛移默化，終成為解決日常或實際問題的高手或專家。

基於上述設計理念，模組內各單元乃針對某一探討主題，設計一系列由基本而逐步深入探究的多元化教學活動。活動中，材料的選擇、問題的呈現，大都取自學童常見的生活經驗；活動的設計，儘可能地活潑、有趣且必須是現象明顯而易操作的；活動中擬協助學習者主動建構的不僅是概念，更注重設計實驗、搜尋並整理資料、應用並評論科技、解決問題...等能力的培養。各單元內活動的流程，大都依循著現象的觀察、概念的推論，進而解決問題；由具體的觀察進而概念推理及應用的過程，使學童學習的連結更加緊密。

仔細審視九年一貫「自然與生活科技」領域之課程綱要，研究者發現本模組之設計理念頗配合九年一貫課程之基本精神－二者最終的目的均在培養學生面對、處理、解決問題的能力。唯體認到能力的培養非一蹴可幾，因此本模組更著重於透過一系列由基本而逐步深入探究的多元化教學活動，讓學生能逐次的提升、發展其能力。而情境學習理論的一些主要論點－例如：重視主動探索與操作、強調學習互動參與和分享、提倡認知學徒制的教學模式等，也與課程綱要中提示的基本認識、課程目標有著許多相通的特性。

綜而言之，「多元學習情境教學模組」的提出旨在提供一個更具彈性（flexible）、更動態（dynamic）及更互動（interactive）的教學設計模組。藉著提供教學者多樣化的教學活動選擇，讓教學者不僅能依學習者的能力、經驗與興趣適時地提供適當的教材，教學者更可依學生的學習狀況彈性地調整授課；學習者更可藉由多元的、較真實的情境學習，讓學習產生具體的意義，活學活用所習得的知識與技能，培養出主動獨立解決問題的習慣與能力，同時利於學習成果的遷移。

肆、模組之研究發展過程

多元學習情境教學模組－「空氣」模組之設計、發展過程如下：

一、研究者蒐集並仔細研讀各式教學設計理念之相關文獻、書籍；瞭解國內外有關空氣概念研究成果；同時參閱中外國小自然課程相關教材中有關空氣的教學活動設計、教師手冊及學生習作等。

二、經多方思考後，研究者草擬出本模組之設計理念。

三、以研究者過去探討國小學童對空氣的相關認知之研究成果為基礎，初擬模組內欲探討之各項重要主題。

四、因為希望模組內能提供的是：多元、多樣式化的學習情境，研究者依據累積多年的教學與研究經驗，試著針對各探討主題列出各種可能可採行的探索活動。

五、邀集具豐富教學暨研究經驗、瞭解學童想法、熟悉兒童語彙、熱誠又有教育理念的國小教師參與，組成研究群。

六、研究群成員於詳閱研究者所提供的各項資料及草擬之設計理念、探討主題、各式探索活動後，彼此溝通、協商、尋求共識。

七、研究群共同擬定單元內應包含之各項內容，並決定各活動設計的基本要求，例如：趣味化、生活化、易操作、著重概念的應用、自然與科技間的關聯、充分地允許學習者去探索以及發展學

童的想像力與創造性等。

八、研究群定期開會，針對各研究成員所設計的各活動，逐一詳加討論；藉由說明、溝通、腦力激盪，群策群力完成各單元之初步設計。

九、研究者再逐一、詳細地審視各單元內容，並與研發教師溝通，各活動設計再經多次修正，再予彙整，完成「空氣」模組雛型。

十、研究群草擬「教學活動意見表」，並送請科教專家、學者審定，以完成效化之問卷；之後，針對五上自然科某一單元，於教學後以台北縣、市三所國小五年級學童各三班共 318 人試測之，進行Cronbachα係數之信度考驗，經計算得α = 0.93。

十一、試教模組內各教學活動；試教進行時，且以錄音、攝影、照相、場記等方式詳實記錄整個教學過程。試教後，以「教學活動意見表」收集參與活動學童的寶貴意見；並請試教教師、教學參觀者，回饋其對教學活動的各項建議。

十二、研究群定期開會，就試教過程中遭遇的困難及收集到的各種資料討論、修訂各教學活動。

十三、研究者及整合型研究群成員利用各種機會，向國小在職教師、職前教師介紹本模組，並收集本模組之適用性資料。

十四、研究群成員再彼此交叉、檢核其修定後之教學活動設計。

十五、完成模組內各活動之修正暨精緻化。

伍、「二氧化碳」單元之主要內容架構

一、單元名稱：二氧化碳

二、探討主題

本單元主要在探討二氧化碳的製造、檢驗與特性；著重以生活週邊易取之物來製造、檢驗二氧化碳氣體，並探究其無色、無味、比空氣重且不助燃的特性。

三、活動設計之構思

研究者（張敬宜, 2000）在針對國內國小學童空氣的相關概念認知之研究中，發現有以下三點是與二氧化碳的製造、檢驗與特性有關的：(一)關於二氧化碳的製造法，學童著重在呼吸作用與燃燒反應，相較之下能夠提出可利用化學物質（如小蘇打粉加醋）來製造氣體的比例實在很低。(二)關於二氧化碳的檢驗，學童的做法均著重在其不助燃的特性，而根本沒有任何學童提及可利用澄清石灰水來檢驗二氧化碳的存在，但這活動卻是多數教材中會採用的。(三)在二、四、六年級中均有一少部份學童都曾提及二氧化碳是對人的身體不好的氣體，聞它會覺得不舒服。

儘管國小學童能提出利用小蘇打粉加醋來製造二氧化碳的比例很低，然而市面上卻有很多東西是運用相同的原理（例如：爆炸包、發泡錠、自動汽球）來產生二氧化碳氣體，只是學童並沒有適當的機會來探索、理解它，所以研究群在設計活動時，都是從日常用品、食品、玩具、藥品乃至於滅火用品切入，不僅讓學童瞭解生活中的科學，也讓學童知道二氧化碳不全然是對人類不好，它對人類還是有蠻多用處的。

雖然在多數教材中都採用澄清石灰水來檢驗二氧化碳氣體的存在，然而學童對石灰水的印象仍是不深。有鑑於此，活動中特別介紹石灰水的配製法，揭開石灰水的神秘面紗，讓學童知道澄清石灰水並不是實驗室裡的「神水」，它是用我們隨手可得的生石灰乾燥劑就可以配製的，如此一來，石灰水對學童來說，已經從

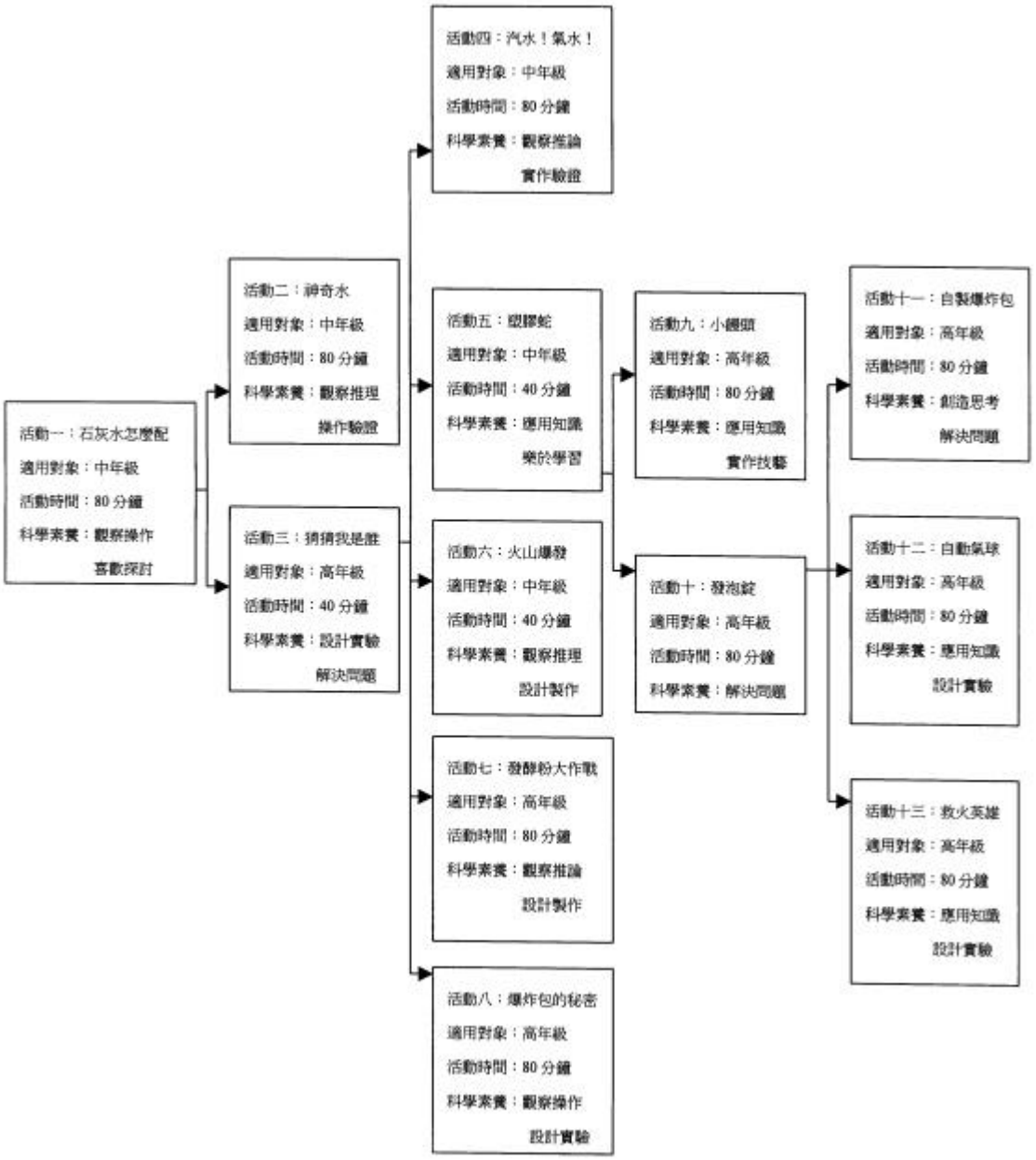


圖 2：「二氧化碳」單元內各活動的相關地位圖

遙不可及的神水變成是日常用品了，而且透過學童自己動手配製，更能加深學童的印象。

本單元活動中，材料的選擇 問題的呈現，盡量來自學童常見的生活經驗，並且讓學童在充滿驚訝與趣味的情境中，樂於學習而培養主動與終身學習的態度。

四、單元內各活動的相關地位圖(詳如圖 2)

活動說明：

本單元一共有十三個活動，設計者是依據活動內容操作的難易程度和探討概念的深淺，將活動安排由左至右的五階層；在同一階層內

的活動難易度相當，但因活動形式或內容不同，而可能適用於不同對象。在教學安排上，建議教師依據學童的學習狀況、年段及教學時間，彈性調整教學活動。活動安排是先介紹檢驗二氧化碳的重要物質—澄清石灰水的配製法，接著探討二氧化碳氣體如何檢驗、製造二氧化碳的各種方法以及二氧化碳比空氣重且不助燃的特性；從最基本的現象觀察到概念的逐步形成、應用概念來解釋觀察到的現象，最後讓學童應用這些概念來解決問題。

五、單元內各活動重點內容概述

活動一：石灰水怎麼配？（中年級）

本活動藉由市售海苔裡的乾燥劑，讓學童經由觀察、討論來了解乾燥劑的外觀、成分和用途；老師也在此指導學童運用生石灰乾燥劑的另一特性來配製澄清石灰水溶液，以備日後相關活動檢測二氧化碳之用。活動的最後，老師利用吹氣進去澄清石灰水和水中不同的變化情形，引起學生興趣，進而思考其原因。在實驗中，學童能感受科學探討的樂趣，培養終身學習的能力。

活動二：神奇水（中年級）

本活動為「石灰水怎麼配？」之延續活動，故在活動的開始便以吹氣進去澄清石灰水和水中不同的變化情形，引起學生的興趣，進而利用水族館中可買到的「拋棄式二氧化碳瓶」當做二氧化碳氣體的來源，與學童討論出是二氧化碳使澄清石灰水變得混濁；接著利用吹氣進入各種不同的水溶液和將「氧氣隨身瓶」提供的氧氣加進石灰水溶液中這兩個實驗來強調—唯有當二氧化碳遇到澄清石灰水時，才會產生白色物質；最後，以「哪一組同學能最先把澄清石灰水變成混濁」的比賽來結束整個活動。藉由活動中的觀察、推理、討論與實作，學習「二氧化碳遇到澄清石灰水會產生白色物質」的概念，同時，學生從材料的取得、簡易的操作，可瞭解到科學的生活化。

活動三：猜猜我是誰？？？（高年級）

本活動藉由裝有純二氧化碳、純氧氣以及空氣三袋不同的氣體，讓學生透過所蒐集到的氣體特性資料，進行實驗的設計與驗證，證明出袋內的氣體為何；目的在培養學生主動思考及解決問題的能力，同時可進一步加強學生對於二氧化碳、氧氣、空氣特性（顏色、味道、助燃性等）的認識。本活動亦可以作為學生學習過二氧化碳、氧氣、空氣特性之後的評量活動。又活動最後請學童蒐集有關滅火器的資料，此部份可當成學童之家庭作業，亦可與本單元活動十三『救火英雄』銜接。

活動四：汽水！氣水！（中年級）

本活動先以葡萄乾在汽水中的上上下下來讓學童體會氣泡會使物體上升，而氣泡破掉之後葡萄乾就下降，讓學童察覺氣泡裡可能含有某一種物質；此時，又以氣球蓋住汽水瓶導至氣球脹大的現象，來驗証汽水裡的氣泡含有氣體。接著以檢驗和透過討論的方式讓學童瞭解汽水氣泡裡的氣體是二氧化碳。在此活動中，學童能從觀察、探討問題、動手做實驗中，獲得樂趣。

活動五：塑膠蛇（中年級）

本活動一開始藉由讓學童討論如何使塑膠蛇變胖的問題，引起學習興趣；接著讓學童觀察塑膠蛇變胖前後的情形，研究塑膠蛇變胖的原因是因為產生氣體的緣故，最後由學生利用已學過的檢驗方法來實驗驗證食醋加小蘇打產生的氣體為二氧化碳。這個活動讓學生在充滿驚訝與趣味的情境中，樂於學習而培養主動與終身學習的態度。

活動六：火山爆發（中年級）

本活動與「塑膠蛇」是類似可相互替換的活動；藉由模擬火山爆發的情形，讓學生知道

小蘇打粉與醋作用可以產生二氧化碳，活動中讓學生親自製作火山模型，希望學生能發現影響實驗的因素很多，並能找出該因素來調整實驗以達到最好的效果，其中穿插有同儕間的評量活動，希望培養學生主動探索與研究的能力，同時也懂得如何欣賞別人、肯定自己。

活動七：發酵粉大作戰（高年級）

在進行本活動之前，先請學生蒐集做饅頭、麵包需用材料的資料，於課堂上經由學童討論、歸納出材料的共通性，再透過觀察發酵粉的發酵情形，讓學童發現發酵作用會產生氣體，並進行實驗檢驗而得知發酵作用會產生二氧化碳。最後透過學生自行製作火箭的過程中，學習合作解決問題與經驗分享，進而感受到科學探討所帶來樂趣。

活動八：爆炸包的秘密（高年級）

本活動先透過爆炸包的爆炸，引起學生的學習興趣，教師再進一步的引導學生仔細觀察爆炸包的內部構造，而後探討爆炸包爆炸的原因及其設計原理，並讓學生預測爆炸產生的是什麼氣體且自行設計實驗驗證：小蘇打粉與檸檬酸溶液作用會產生二氧化碳氣體。藉由活動中的觀察、推理、討論及自行設計實驗等過程，培養學生利用科學方法，去探究、解決問題。

活動九：小饅頭（高年級）

本活動重點在讓學生學習如何製作饅頭，而活動中應用的主概念有『氣體佔有空間』、『發酵作用會產生二氧化碳，使得饅頭鬆軟』。活動中，主要在培養學生操作實驗能力及創造力，同時感受科學活動的生活化與樂趣。由於饅頭的製作大概需要 1-2 小時的發酵，因此活動時間可能必須彈性的將原本相連的兩堂課拆開，一堂課做麵糰，一或二堂課之後再做各式造型饅頭，然後老師將它們放入蒸籠，上其他課程，蒸好後再發給同學，又如做好造型已近下課時間，也可由同學帶回家去蒸。

活動十：發泡錠（高年級）

本活動先讓學童觀察維他命發泡錠加水後冒泡泡的現象，引起學童學習的興趣，而後全班討論發泡錠發泡的原因，並根據發泡錠的成份預測產生的氣體是什麼，並且自行設計實驗來檢驗這種氣體。最後且利用發泡錠遇到水會產生二氧化碳的性質來製作定時炸彈。藉由活動中的觀察、推理、討論、實驗驗證與原理應用，培養學童能利用科學的方法，去探究問題。

活動十一：自製爆炸包（高年級）

本活動乃「爆炸包的秘密」（活動八）之延伸；活動進行之前，先請學生蒐集產生二氧化碳氣體方法的資料，於課堂上讓學生發表、分享，再讓學生運用這些資料並配合「爆炸包的秘密」中觀察到的爆炸包設計，結合二者設計出屬於自己的爆炸包，最後並引導學生從實驗中歸納出影響爆炸包的爆炸效果的因素。藉由爆炸包的自製，學生能應用舊經驗，進行多方思考，提出不同策略，發揮創造力來解決問題；同時能就各種現實考量（例如材料的方便性），選取合適、可行的策略。

活動十二：自動氣球（高年級）

首先透過比較氣球內填充氣體的不同，讓學生對「二氧化碳是比較重的氣體」有初步的體會；再透過市售自動氣球的觀察與操作，探討自動氣球會自動充氣的原因，進而設計實驗檢測產生的氣體，並比較自動氣球與爆炸包之異同，而後由學生運用自己的學習經驗，各組討論、決定採用產生氣體的配方，自行設計出各組的自動氣球。藉由活動中的觀察、討論、比較、推理與設計操作，學生能活用自己理解的知識並培養合作學習的態度與解決問題的能力。

活動十三：救火英雄（高年級）

在活動進行之前，請學生蒐集有關滅火器的資料。活動一開始就讓學生發表蒐集到的相

關資料，接著教師以問題引導學生瞭解滅火器設計的原理：藉著產生不助燃的二氧化碳來滅火，最後且利用簡單而常見的器材來製作簡易的滅火器。藉由蒐集資料、討論和設計操作的過程，培養學生閱讀資料和應用知識的能力。

陸、「二氧化碳」單元中設計理念之落實

為了落實「從玩中學」的設計理念，研究群花費了蠻多心思，希望能使學童在有趣的、遊戲化的學習情境中充分地享受到學習的樂趣。活動一的「觀察吹氣進去澄清石灰水和水中不同的變化情形」；活動二的「哪一組同學能最先把澄清石灰水變成混濁」之比賽；活動三以「猜猜我是誰」來引發興趣，進行不同氣體的驗證與實驗設計；活動四的「葡萄乾在汽水裡上上下下的現象」；活動五的「如何使塑膠蛇變胖」活動；活動六「模擬火山爆發的情形」；活動七「利用發酵粉自行製作火箭」；活動八和十一中極具震撼效果的「爆炸包」；活動九中「小饅頭的製作」；活動十的「利用發泡錠來製作定時炸彈」；活動十一的「自動氣球」；活動十二中「簡易滅火器的製作」；這些活動遊戲化設計的最終目的無非是希望學童能在玩耍中產生發現與好奇心，逐步引導學童從玩耍轉移到有意義的探究。

誠如 Bruner 所提編製螺旋式課程的兩個基本觀念，本研究群在設計「二氧化碳」單元各活動前，首先確定了有那些重要概念將包括在單元內，之後且將各活動按其操作的難易程度和探討概念的深淺，將活動安排如圖 2 的五個階層。由左至右各階層的安排，乃依循著現象的觀察、概念的推論，進而解決問題；由具體到抽象、由簡單到複雜循序漸進，期能使學童經驗漸次擴大並加深，以確實落實螺旋式課程的理念。

而為提供教學者多樣化的教學活動選擇，同時增加學習者「多樣化的學習」機會以促進學習遷移，本樣組提供了「多元的學習情境」；在圖 2 各活動的相關地位圖中，除了將活動安排成由左至右五個階層外，還可以發現研究群儘其所能地在同一個階層內設計一些難易度相當，但活動形式內容不同而可相互替換的活動；教師可以依其學生的經驗、背景、興趣…等，靈活地選擇單元中適合其學生的教學活動。當學生的學習遭遇困難時，教師亦可以同一階層的其他活動再次引導學童學習，透過在不同的情境中使用概念而更深入體會、建構概念；抑或可選擇前一階層中的活動來進行補救教學。

又為了能更貼近於日常實際生活情境，各活動中材料的選用、問題的呈現，多取自於學童常見的生活經驗；因此，活動中使用了市售海苔裡的乾燥劑、葡萄乾、汽水、食用醋、小蘇打粉、發酵粉、爆炸包及氦氣球等日常用品、食品乃至於玩具。另外，「拋棄式二氧化碳瓶」、「氧氣隨身瓶」、「發泡錠」、「自動氣球」以及「滅火器」的出現，旨在讓學童發現原來科技就在生活周遭，瞭解科技產品對生活的影響及其設備的基礎原理，而進一步能應用科學知識及科技來面對解決問題。

柒、「二氧化碳」單元之試驗性研究結果

為瞭解單元內各個活動的設計、安排是否適當，研究群也進行了「二氧化碳」單元內十三個教學活動之試教工作；在半年內，動員了台北縣、市五所國小中、高年級共九個班級來參與（有四個班級參加了二次試教活動；其餘均只進行一次的試教活動），除了研究群四位教師外，尚有三位熱心國小教師也擔任了試教

的工作。試教時，除了試教者外，研究群另有二位同仁，負責攝影、拍照、場記等事務。試教後，除了請學童填寫教學活動意見表，也請試教者、觀摩者都回饋其對教學活動的各項建議；研究群則於分析學童在活動進行中填寫的學習單及教學活動意見表後，綜合試教者、觀摩者之建議及錄影、場記中呈現的諸訊息，再進行教學活動內容之修正及精緻化。試教過程中蒐集到的諸多資料，多數已作為修正教學活動內容之重要依據，本文擬呈現的主要是學童在教學活動意見表中之回應情形，藉以瞭解學童在參與試教後，對各活動的感受及看法。

為了得知各活動設計是否做到能引發學童的學習興趣、注意到真實生活情境的應用、鼓勵學童能手腦並用、感受到動手做實驗的樂趣、能否對兒童有所啟發、難易度是否適中等問題，本研究群研發了教學活動意見表(α = 0.93)供學童於試教後填寫；試教過程中，因學童尚需填寫學習單，為避免造成其負擔及厭煩感，意見表中只設計十一個命題，針對每一命題均有「非常同意」、「同意」、「不確定」、「不同意」、「非常不同意」五個意見選項，計分時依序為5 1分。表1為學童參與「二氧化碳」單元各教學活動後回饋意見之統計結果（表中各意見命題的序號與施測時的順序是不同的）。

「從玩中學」是本模組設計的重要理念，研究群為達到此一目的，可說是費盡心力，因此活動的設計能否真正做到遊戲化、趣味化並能引發學童的學習意願，是研究群最關切的問題；學童對命題1~3的回應足可反映此點。表1的數值顯示學童們認為「二氧化碳」單元內各活動的趣味性都蠻高的，各活動在命題1的平均值均在4.3以上；其中有六個活動之平均值均高達4.9。至於命題2，學童對各活動意見的平均值大致與命題1一致，僅微幅下降0.1 0.2；這可能是因為題幹中有「我學到」這幾個字，讓學童在回答時更為謹慎。另各活動也都能讓學童感受到動手做實驗的樂趣，學童對命題3意見的平均值均在4.2以上。綜觀學童對命題1~3的意見，可以發現火山爆發、爆炸包的秘密、發泡錠、自製爆炸包、自動氣球及救火英雄等六個活動是學童認為趣味性十足且能充分感受學習樂趣的，其意見平均值均高達4.8以上。

命題4、5是希望瞭解各活動能否引發學童對自然科學的興趣、讓其在自然科學方面的學習更有信心，有趣的是一相較於學童對命題1~3之回應，學童對這兩個命題的意見平均值是略低的；其中以神奇水、塑膠蛇、發酵粉大作戰及小饅頭四個單元的意見平均值降幅較大，在0.5 0.6之間。其實，研究者也明白單憑參與本單元一 二次活動，就希望已引發學童對自然科學的興趣或能讓他/她在自然科學的學習更有信心，是過於奢求的。對於「二氧化碳」主題的探究，如果能讓學童從中年級開始即參與一系列由基礎而概念的逐步建立、進而應用概念來解決問題的活動，也許我們就能見到學童興趣、信心、解決問題等能力的提升。

研究者十分希望活動的設計能儘量生活化，提供較真實的生活情境供學童學習，並能拉近生活與科技的關係；因此在「二氧化碳」單元內，採用了爆炸包、發泡錠、自動氣球、發酵粉、食品乾燥劑…等器材，期望能讓學童理解生活中的科學，體會自然科學與科技的密切相關。從學童對命題6的回應，可以發現僅透過一 二個活動就期望學童能體會所學的能應用在生活中還是有些困難的。

表1的數值顯示，學童們認為各活動中有鼓勵他們自己多動腦，尋找答案（命題7）；學童們也覺得各活動對他們而言，困難度並不高（命題8）；同時，各活動也蠻具啟發性，讓學童思考了一些以往不曾想過的問題（命題9）。

表1 ： 學童參與各教學活動後回饋意見之統計結果

教學活動 意見命題	活動一 石灰水怎麼配 （N=29） 平均值 （SD）	活動二 神奇水 （N=23） 平均值 （SD）	活動三 猜猜我是誰 （N=21） 平均值 （SD）	活動四 汽水！氧水！ （N=31） 平均值 （SD）	活動五 變蛇 （N=29） 平均值 （SD）	活動六 火山爆發 （N=29） 平均值 （SD）	活動七 發酵粉大作戰 （N=29） 平均值 （SD）	活動八 爆炸包的秘密 （N=35） 平均值 （SD）	活動九 小饅頭 （N=35） 平均值 （SD）	活動十 發泡錠 （N=32） 平均值 （SD）	活動十一 自製爆炸包 （N=36） 平均值 （SD）	活動十二 自動氣球 （N=36） 平均值 （SD）	活動十三 救火英雄 （N=31） 平均值 （SD）
1.這個活動很有趣。	**4.3** (0.78)	**4.5** (0.71)	**4.4** (0.72)	**4.7** (0.47)	**4.4** (1.06)	**4.9** (0.51)	**4.6** (0.62)	**4.9** (0.32)	**4.3** (0.67)	**4.9** (0.29)	**4.9** (0.35)	**4.9** (0.35)	**4.9** (0.25)
2.活動中，我學到很多好玩的東西。	**4.3** (0.80)	**4.4** (0.71)	**4.6** (0.50)	**4.8** (0.40)	**4.2** (1.03)	**4.8** (0.61)	**4.5** (0.62)	**4.8** (0.45)	**4.1** (0.80)	**4.9** (0.42)	**4.9** (0.23)	**4.8** (0.46)	**4.8** (0.53)
3.活動中讓我覺得動手做實驗很快樂。	**4.4** (0.93)	**4.3** (0.79)	**4.6** (0.49)	**4.5** (0.71)	**4.2** (1.00)	**4.8** (0.48)	**4.3** (0.64)	**4.9** (0.32)	**4.3** (0.85)	**4.8** (0.41)	**5.0** (0.17)	**4.8** (0.50)	**4.8** (0.45)
4.這個活動引發我對自然科學的興趣。	**4.0** (0.89)	**3.8** (0.84)	**4.2** (1.00)	**4.6** (0.66)	**4.4** (0.72)	**4.7** (0.84)	**3.9** (0.83)	**4.7** (0.57)	**3.6** (0.86)	**4.5** (0.56)	**4.6** (0.85)	**4.6** (0.54)	**4.7** (0.63)
5.這個活動讓我在自然科學方面學習更有信心。	**4.2** (0.86)	**3.9** (1.18)	**4.5** (0.66)	**4.1** (0.87)	**3.9** (1.04)	**4.7** (0.76)	**3.9** (0.64)	**4.5** (0.65)	**3.6** (0.83)	**4.2** (0.76)	**4.7** (0.58)	**4.6** (0.64)	**4.5** (0.71)
6.活動中學習到的，可以應用在我的日常生活中。	**4.0** (1.03)	**3.8** (1.14)	**4.3** (0.88)	**4.1** (1.09)	**4.2** (0.82)	**4.4** (0.83)	**3.9** (0.78)	**4.2** (1.08)	**4.1** (0.76)	**4.0** (1.09)	**4.8** (0.63)	**4.1** (0.92)	**4.5** (0.71)
7.活動中鼓勵我們自己多動腦，尋找答案。	**4.7** (0.52)	**4.5** (0.71)	**4.5** (0.59)	**4.3** (0.63)	**4.5** (0.93)	**4.7** (0.53)	**4.1** (0.69)	**4.8** (0.47)	**4.1** (0.81)	**4.7** (0.54)	**4.8** (0.40)	**4.8** (0.37)	**4.5** (0.67)
8.這個活動不難，我都學會了。	**4.0** (1.10)	**4.4** (0.82)	**4.4** (0.58)	**4.3** (0.68)	**4.8** (0.57)	**4.7** (0.80)	**4.1** (0.73)	**4.5** (0.81)	**3.9** (0.73)	**4.4** (0.66)	**4.7** (0.47)	**4.6** (0.73)	**4.7** (0.44)
9.活動中，讓我思考了以前不曾想過的問題。	**4.3** (0.76)	**4.0** (1.20)	**4.3** (0.93)	**4.4** (0.70)	**4.3** (0.66)	**4.6** (0.77)	**4.0** (0.87)	**4.6** (0.69)	**4.0** (0.86)	**4.1** (0.90)	**4.5** (0.87)	**4.6** (0.58)	**4.6** (0.66)
10.整體而言，我喜歡這個教學活動。	**4.0** (1.11)	**4.0** (0.88)	**4.4** (0.66)	**4.1** (0.89)	**4.1** (1.16)	**4.6** (0.81)	**3.7** (0.88)	**4.7** (0.56)	**4.2** (0.80)	**4.5** (0.66)	**4.9** (0.28)	**4.8** (0.44)	**4.8** (0.45)
11.我希望能有機會再參加類似的活動。	**4.0** (0.93)	**4.0** (1.00)	**4.4** (0.79)	**4.6** (0.61)	**4.3** (0.95)	**4.6** (1.07)	**4.2** (0.66)	**4.7** (0.66)	**4.3** (0.85)	**4.7** (0.59)	**4.8** (0.44)	**4.7** (0.56)	**4.8** (0.45)
學童對整個活動意見之平均值	***4.2***	***4.1***	***4.4***	***4.4***	***4.3***	***4.7***	***4.1***	***4.7***	***4.0***	***4.5***	***4.8***	***4.7***	***4.7***

學童對命題 10 及命題 11 的意見顯示，學童還蠻喜歡這些教學活動，且希望能有機會再參加類似的活動。就學童而言，對「發酵粉大作戰」的喜歡度略低，仔細審試各教學資料，研究群發現問題出在該活動的末半段—製作火箭的過程，有一些學童在火箭裝置部分遭遇了困難，因此學童雖認為該活動有趣、好玩，然喜歡度卻略低，研究群已針對此缺失修正該活動設計。又在研發過程中，「小饅頭」一直是本研究群教師十分看好的一個活動，然而試教後獲得的學童回應卻不如預期。究其原因，乃在於試教時間安排得不是很恰當，因麵糰發酵是需要一段時間的，而試教當日天氣較冷，經過一個小時的發酵，麵糰並沒有膨脹很多，但迫於放學時間已到，只好讓學童將麵糰帶回去蒸，未能在現場吃到鬆軟的饅頭，總是讓期待多時的小朋友有些失望；經研究群積極檢討後，已對該活動流程安排做了若干修正。研究群又考慮到也許有些教師是有因難而無法將授課時間做彈性調整的，因此，再設計了一個利用速效型發酵粉來進行發酵的「發糕」活動，待試教修正後，即可將此活動加入「二氧化碳」單元裡，提供教師們多一種的選擇。

表 1 學童對各命題意見之平均值在 4.0 以上者佔 92.3%，其餘的 7.7% 之數值亦都大於 3.5；整體而言，學童對「二氧化碳」單元內十三個教學活動的反應均佳。其實，若要真正展現「螺旋式課程」、「多元學習情境」的優點，最理想的實驗方式應該是以同一班級為試教對象，根據該班學生的興趣、能力與經驗，逐年自圖 2 的各活動相關地位圖的各階層中選取一二個適當的教學活動，由中年級開始進行一系列的主題探究教學，如此還可逐年追蹤學童的概念成長情形；唯這需三 四年的時間且涉及學校的行政處理（多數學校在中升高年級時，均會重新編班），再加上九年一貫課程已將全面展開，因此研究群只能盡力在最短時間內完成模組內各活動之試教與修正，目前尚無法提供「二氧化碳」單元長時間觀測的實地實驗證據。

研究者也曾試著比較參與本單元二次試教活動的四個班級，在第二次試教後，學童對活動的反應是否有提升，然而結果顯示多數班級的改變並不明顯。以參與「石灰水怎麼配？」及「神奇水」二個活動的中年級某班為例，對「神奇水」活動之接受度反而略低於前一個活動。為了拉近「石灰水」與學童間的距離，研究群在這二個活動中陸續使用了乾燥劑、拋棄式二氧化碳瓶及氧氣隨身瓶等生活周遭的器物，然而學童在第一個活動未看到吹氣進去澄清石灰水和水中不同的變化情形後，第二個活動對他們而言新鮮感已降低。再加上，該班是所有參與試教班級中，唯一由三、四年級生混編的課後輔導班，活動係借用週三下午的時間進行，在第二次試教時，，即有不少學童要求先做完該天的功課，剩餘時間再進行活動；因課業壓力而導致其參與慾的降低(對命題 11 的平均值是所有活動中最低者—4.0)極可能是這兩個活動的滿意度較低及標準差(S.D.)較高的原因。又如同時參與「爆炸包的秘密」及「自製爆炸包」活動的班級，對這兩個活動的滿意度均很高，因此也無法看出其變化。

研究群在設計、研發活動的過程中，本身即意識到某些活動應該可受到學童的高度歡迎，例如與爆炸包、自動汽球、發泡錠有關者；這些活動中運用的器材對學童而言不僅新奇且具強大震撼性。另二個深受學童喜愛的活動—「火山爆發」與「救火英雄」，雖未採用較特殊的器具，然而其觀察到的現象均是在瞬間產生，帶給學童相當大的驚奇。而「石灰水怎麼配？」及「神奇水」兩個活動是研究群自覺最難吸引學生的部分（學童的滿意度也真的是較低），唯其又是檢驗二氧化碳氣體不可缺少的一環，因此只能盡力為之。

綜觀學童對各活動的滿意度，研究者認為活動的「趣味性」是最關鍵的因素；能將「從玩中學」理念發揮得淋漓盡致的活動，學童的滿意度均極高。從只參與試教活動一　二次的學童身上，很難看出其概念、能力的成長情形，而學童本身亦不會去注意到概念的深淺、活動的層次問題，這部分可能是教師們較易感受、關切的。因此，「螺旋式課程」與「多元學習情境」的優點雖無法在短時間內完全呈現，然研究者暨整合型計劃總主持人多次在向職前、在職教師介紹本單元活動時，均獲得了蠻大的回響與肯定；他們均頗認同這樣的設計理念，並十分熱切地期盼能有機會多接觸這方面的資訊、看到更多的具體實例。

捌、結論與建議

猶記得剛組成研究群時，研究群教師曾有過一小段時間的疑惑期—他們質疑為何對同一主題要去設計那麼多不同層次的教學活動，因為這得耗費相關多的心力。一直到研究者確定了「多元學習情境」的設計理念，而模組內各單元活動也逐漸成型後，研究群教師才真正地瞭解、認同研究者的用意，並且全力以赴，共同為研發心目中的理想教學活動而努力。

經過兩年多的摸索，研究者認為要研發一個成功的「多元學習情境教學模組」，在確定主題或擬涵蓋的重要概念後，設計者還必須關注二件事：(1)設法找到與主題相關且有另人耳目一新之感的材料，它可能是食品、玩具、藥品…。藉助這些材料，「從玩中學」的設計理念將更容易儘情地揮灑，緊扣住學童的注意力，在充滿驚訝及趣味的情境中，快樂地從事科學的探索活動。而前述的實驗性研究結果也顯示，活動中若能充分發揮「從玩中學」的特色，該活動肯定可以受到學童的高度歡迎。(2)尋找熟悉童語、瞭解童心且熱心參與的國小教師，組成研究群。研究者空有一些活動的構想，如果不能透過具豐富教學、研究經驗教師的協助，將之轉化成確實可行的教學活動設計，夢想是不可能成真的。更何況沒有充沛的人力支援，多樣化的且具多元學習情境的一系列教學活動的完成幾乎是不可能的。

另外，在研發模組的過程中，研究者自覺較難掌控的該是試教部分。於實施週休二日後，多數教師認為上課時間是不足的，課程的進度成了他們心中最大的憂慮；因此，以同一個班級來參與較多次試教的構想不得不變更，而無法在短時間內，儘可能地突顯「螺旋式課程」與「多元學習情境」的特色。未來，研究者仍會持續努力，希望能排除困難，長期追蹤學童參與一系列針對某一主題探討之多元學習情境教學活動後的學習、概念成長情形，相信這樣獲得的資料當更能呈現本模組之優點。

綜而言之，研究者認為「多元學習情境教學模組」具有下列幾個主要特色：(1)注重兒童「遊戲玩耍」的權益；(2)注重在生活情境中的學習與應用；(3)透過一系列的主題探索活動，使學童的能力逐步提升；(4)包含多樣化的教學活動，供教學者彈性選取；(5)具成長、擴展性。而以「二氧化碳」主題為例之試驗性研究資料顯示，整題而言，學童對各活動的反應均佳；又研究者多次在向職前、在職教師介紹該單元活動時，亦獲得頗大的回應與肯定。因此，「多元學習情境模組」的提出應可供國小教師相關課程發展者參考，未來且將結合網路科技，將研究群研發出來的「空氣」模組上網（預定91年 7 月完成），以做為教師課程設計與教學學習的教學資源網站，期望讓研究的成果真正落實於教學實踐中，也對「教師樂於教學，學童樂於學習」的願景有所助益。

誌　　謝

本研究承蒙國科會專題研究計畫經費之補

助(NSC89-2511-S-152-011 及-028)，研究群教師李冰心、簡美容、黃翠娟、陳淑齡、郭怡瑩的盡心參與，徐乾坤、官美君老師對試教工作之協助，以及審查委員之細心指正，特此致謝。

參考文獻

1. 王春展（1996）：情境學習理論及其在國小教育的應用。國教學報, **8**, 53－71。
2. 毛松霖、柯啟瑤、郭方端和全中平：國民小學自然科新課程概說。台北縣：台灣省國民學校教師研習會。
3. 立花愛子，酒井薰 原著；簡美娟，陳明志譯（1999）：科學小魔術。台北市：小太陽出版社。
4. 朱則剛（1994）：建構主義知識論與情境認知的迷思－兼論其對認知心理學的意義。教學科技與媒體, **2**, 3-14。
5. 呂宜親：視覺創意思考應用於國小音樂教學之研究。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
6. 幸曼玲（1995）：當前兒童發展理論與研究對教育的啟示。教育資料與研究, **4**, 2-13。
7. 邱貴發（1996）：情境學習理念與電腦輔助學習－學習社群理念探討。台北：師大書苑。
8. 邱貴發和鍾邦友（1993）：情境學習理論與電腦輔助學習軟體設計。台灣教育，**510**, 23-29。
9. 林永棻 出版（1989）：科學實驗引導。台北市：小豆芽出版社。
10. 林清江（1998）：國民教育九年一貫課程規劃專案報告。台北市：教育部。
11. 施郁芬和陳如琇（1996）：情境脈絡與學習遷移。教學科技與媒體, **29**, 23-31。
12. 津田妍子 原著；聯廣圖書公司編輯部編譯（1999）：科學遊戲大圖鑑。台北市：聯廣圖書。
13. 徐新逸（1996）：情境學習在數學教育上之應用。教學科技與媒體, **29**, 13－22。
14. 徐新逸（1998）：情境學習對教學革新之回應。研習資訊, **15(1)**,16－24。
15. 教育部（1998）：國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。台北市：教育部。
16. 教育部（2000）：國民教育九年一貫「自然與生活科技」課程綱要（2000 年 9 月 30 日公布）。
17. 郭文禎和張文華（2000）：六年級學生投入實驗活動的方式。科學教育月刊, **226**, 2-14。
18. 黃幸美（1995a）：類比推理思考及其在教學上之應用。教育研究資訊, **3(3)**, 128-142。
19. 陳品華（1997）：從認知觀點談情境學習與教學。教育資料與研究, **115**, 53-59。
20. 陳泰然（2001）：對九年一貫課程近況的一些看法。翰林文教雜誌, **18**, 6-8。
21. 陳穎希（2000）：國中數學新舊教材之比較研究-從第三次國際數學與科學教育成就研究的後續調查來探究。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
22. 高熏芳（1996）：情境學習中教師角色之探討：共同調節師生關係模式之應用。教學科技與媒體, **29**, 32-40。
23. 張春興和林清山（1989）：教育心理學。台北市：東華書局。
24. 張敬宜（1997）：國小高年級學童蒸發、凝結與沸騰概念之研究。科學教育學刊，**5(3)**, 321-346。
25. 張敬宜（1998）：教師對國小四年級學童蒸發、凝結與沸騰概念瞭解之研究。台北師院學報, **11**, 453-472。
26. 張敬宜（2000）：大台北地區國小學童對空氣相關概念認知之研究。科學教育學刊, **8(2)**, 141-156。
27. 楊家興（1995）：情境教學理論與超媒體學習環境。教學科技與媒體, **22**, 40-48。

28. 鄒紀萬（1987）：有趣的科學實驗（下篇）。台北市：美勞教育公司。
29. 鄒紀萬（1989）：科學勞作：力學動力篇。台北市：美勞教育公司。
30. 趙夢傑編著（1997）：輕輕鬆鬆學物理。台北市：國家出版社。
31. 鄭晉昌（1993a）：電腦輔助學習的新教學設計觀－認知學徒制。教育資料與圖書館學, **31(1),** 55-66。
32. 鄭晉昌（1993b）：自『情境學習』的認知觀點探討電腦輔助教學中教材內容的設計－從幾個學科教學系統談起。教學科技與媒體, **12,** 3-14。
33. 鍾邦友（1994）：情境式電腦輔助數學學習軟體製作研究。台北市：國立台灣師範大學碩士論文（未出版）。
34. 鍾聖校(1999)：自然與科技課程教材教法。台北市：五南書局。
35. Brooke,H., & Solomon, J. (1998). From playing to investigating : research in an Interactive Science Centre for primary pupils. *International Journal of Science Education, 20*(8), 959-971.
36. Brown, S. J., Collins, A., & Duguid, P. (1989), Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher, 18* (1), 32-42,
37. Bruner, J. S. (1960). *The Process of education.* Cambridge : Harvard University Press.
38. Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge : Harvard University Press.
39. Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1990). Anchored instruction and its relationship to situated cognition. *Educational Research,* 19(6), 2-10.
40. Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1992), The Jasper experiment: An exploration of issues in learning and instructional design. *Educational Technology Research and Development, 40*(1), 65-80.
41. Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning* : *Legitimate peripheral participation*. NY: Cambridge University Press..
42. McLellan, H. (1993a). Situated learning in focus: Introduction to special issue. *Educational Technology , 33*(3) , 5-9.
43. McLellan, H. (1993b). Evaluation in a situated learning environment. *Educational Technology, 33*(3), 39-45.
44. McLellan, H. (Ed.) (1996) . *Situated Learning Perspectives*. Englewood Cliffs, NJ :Educational Technology Publications.
45. Norman, D. (1993). Cognition in the head and in the world : An introduction to the special issue on situated action. *Cognitive Science, 17*, 1-6.
46. Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. London : Croom Helm.
47. Young, M. F. (1993). Instructional design for situated learning. *ETR & D, 41*(1), 43-58.

The Design of Multi-Situated Teaching Modules: An Example Using the Topic of Carbon Dioxide

Jin-Yi Chang
Department of National Science Education, National Taipei Teachers College

Abstract

The development of a multi-situated teaching module was pursued to create a more flexible, dynamic and interactive teaching model. The ideas of learning by playing, Bruner's spiral curriculum conception and the theory of situated learning were combined as the rationale for this module. If we can let children learn by playing it might inspire their inner motivation for learning. The researcher also realized that children's learning should be progressive according to their cognitive development, and only through multiple and authentic situated learning that children can really own knowledge and skill, and then apply knowledge to solve problems. Thus, each unit in this module was designed for exploring a specific subject. Each unit consisted of a series of hands-on activities, and they were arranged in an order from fundamental observation of phenomena to the establishment of concepts and then to the application of concepts to problem-solving. The teacher could adopt flexibly any activity that was suitable for his/her student. A unit on Carbon Dioxide is provided to illustrate the characteristics of the multi-situated teaching module.

Key words：Multi-situated Teaching Module, Learning by Playing, Spiral Curriculum, Carbon Dioxide.