

以「空氣體積的熱脹冷縮」為主題之 國小多元學習情境教學模組設計

張敬宜*

摘 要

藉著對「空氣體積的熱脹冷縮」單元的詳細介紹，研究者提供了多元學習情境教學模組設計的一個具體實例，文中且清楚說明是如何落實模組的三大設計理念－「從玩中學」、布魯納的「螺旋式課程」理念以及「情境學習理論」。文中亦呈現了本單元內十一個教學活動之試驗性研究成果，從參與試教學童的回應，可以發現這些教學活動確實頗受學童的歡迎，反應甚佳。此一具體實例的提出當可做為中小學教師或民間出版社未來編製課程教材之參考。

關鍵詞：空氣體積的熱脹冷縮、多元學習情境教學模組、從玩中學、螺旋式課程、

* 張敬宜：國立台北師範學院自然科學教育學系教授

情境學習理論。

以「空氣體積的熱脹冷縮」為主題之 國小多元學習情境教學模組設計

張敬宜*

壹、前言

近幾年民間對教育改革的強大、迫切呼聲，引發了我國教育體系一波波大幅度的重大變革，其中除了師資培育多元化以及升學管道多元化外，對國民教育影響最鉅的就是九年一貫課程的實施。九年一貫課程的基本精神就在培養學生的能力，然而什麼樣的教學素材才能真正培養出學生的能力？如何才能協助學童達到這些能力？又怎樣能得知學生已獲得了這些能力？...諸多問題使我們站在第一線的中、小學教師困惑了，甚而造成部分教師的焦慮。

身為師資培育機構的一員，協助中小學實施適切的課程，是責無旁貸的使命，因而在本校熊召弟教授的號召下，結合了四位自然科學教育界的夥伴來參與

* 張敬宜：國立台北師範學院自然科學教育學系教授

「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；由何小曼、盧玉玲、王美芬教授分別主持「植物」、「光」及「天文」模組，本人則負責「空氣」模組，希望結合國科會歷年來有關課程與教學研究的資料以及「自然與生活科技」課程總綱的基本能力、主題、核心能力或概念等訊息，發展出一套課程教材，以提供為中小學教師或民間出版社對於未來編製課程教材的參考。

「空氣」模組的研發工作已持續進行了近三年，歷經一開始模組設計理念的確立，模組內各項重要探討主題的擬定，國小教師研究群的組成，單元內各活動的設計，模組雛型之完成，模組內各教學活動的試教與再修正、精緻化，終於可以提出一個具有研究基礎，又能迎向九年一貫課程綱要的「空氣」模組，並且提供了實地實驗之具體成效評估。模組內共包含有隱藏的空氣、空氣的流動與壓縮性、空氣的升降、空氣體積的熱脹冷縮、二氧化碳和氧氣六大單元；研究者且已以「二氧化碳」主題為例，為文仔細闡述了多元學習情境教學模組的設計理念(張敬宜，民 90)。本文則將重點放在「空氣體積的熱脹冷縮」單元，希望透過對這個單元的詳細介紹，提供多元學習情境教學模組設計的另一具體實例，更進一步展現多元學習情境教學模組的特色。

貳、文獻探討

多元學習情境教學模組之設計理念係揉合了「從玩中學」、布魯納 (Bruner,1960) 的螺旋式課程理念，以及「情境學習理論」而成；而引發研究者提出此設計理念之若干相關文獻已詳述於先前發表之文章 (張敬宜，民 90)，因此不再贅述。以下僅就研究者參酌諸位情境學習理論學者們的理論重點 (王春展，民 85；邱貴發，民 85；邱貴發和鍾邦友，民 82；楊家興，民 84；Brown, Collins & Duguid,1989；Lave & Wenger,1991；McLellen,1993a,1993b；Young,1993)，歸納出的情境學習理論之五項主要論點再予闡明，使更完整地呈現其風貌：

一、倡言「分散式的智慧 (distributed intelligence)」

布朗等人 (Brown, Collins & Duguid,1989) 指出：「知識的意義是散佈在整個情境中」。一個概念存在於許多不同的情境之中，而概念中意義的一部份，就是從它的脈絡環境中產生，如果將情境從知識中抽離出來，那麼我們就無法完全了解知識的意義，也因此，概念會變得無法定義。換言之，知識的意義是分散於全部的脈絡環境中，無法從情境中單獨隔離出來；當我們進行學習的時候，我們是與整個脈絡環境互動，並從不同的資源背景中比較、釐清，因而真正的去了解概

念的意義。

二、重視主動探索與操作

情境學習理論強調學習者必須在學習情境中，透過主動操作探索與經驗，以便有效學習知識；藉由適當的學習環境安排與營造，讓學習者有機會在學習活動中不斷的操作、探索、經驗，進而認識與體會其知識與技能，方能有效應用於實際問題解決情境上。情境學習也強調以學習者為主的知識參與建構學習過程，在此歷程中，學習者不再只是傳統教育式的「知識接受者」，而是主動的「實作者」；教師也不是傳遞知識的唯一主導者，而是協助性的學習「教練 (coach)」或引導者。因此，學習者可以主動主導學習活動，積極探索知識的意義與適用情境，試圖解決實際問題，整合所學的相關知識，從而有效有意義的重組知識，產生並建構新知識。

三、強調學習活動的真實性

情境學習理論強調知識的學習必須建構在真實性的活動裡，因為學習者只有在真實性的活動中學習並使用其所學的知識技能，才能真正了解所學知識的意義與價值，成為其實際問題解決的工具。有別於傳統的學校教育，常直接將抽象的知識傳授給學生，造成惰性的知識 (inert knowledge) 以及學習遷移的困難，情

境學習者著眼於真實的、日常生活的情境，提供實際的經驗，讓學習產生具體的意義（施郁芬和陳如琇，民 85）。

四、強調學習互動參與和分享

情境學習理論重視在學習情境中學習者的學習互動參與和分享；在真實的學習情境下，透過小組「合作學習（collaborative learning）」方式，由教師、專家或較有經驗的學習者扮演教練或協助者（facilitator）角色，提供鷹架（scaffolding）引導學習者作主動參與式的學習，如此經由小組討論的過程，釐清問題理念，以便建構共同的意義與學習。也因此教學設計時，便需考慮學習者同儕間的合作學習，或是小組討論，以便共同使用媒體或共同解題，達到知識分享的目的（鍾邦友，民 83）。

五、提倡認知學徒制的教學模式

認知學徒制的基本假定是：學習者如能在與真實狀況十分接近的情境中，經由對專家活動的觀察與模仿，學習者將可以瞭解知識實際運作情形，加上自己的親身參與，學習者可以建構自己的知識，這種在情境中經由學習者主動建構的知識會比背誦所得的知識更具實用效果。因為是知識上的學徒制，所以稱為認知學徒制。布朗等人（1989）認為認知學徒制的教學方法應包括：示範（modeling）、

教導 (coaching)、反省 (reflection)、闡明 (articulation) 以及探索 (exploration)。

諾曼 (Norman, 1993) 根據研究結果，亦建議了七項情境教學的設計原則：(1)高

回饋率與高互動性(2)目標明確(3)吸引力強(4)挑戰性高(5)使學習者參與感強(6)提

供適當的輔助工具(7)避免對建立主觀經歷產生干擾之因素 (徐新逸，民 85)。

參、「空氣體積的熱脹冷縮」單元 之主要內容架構

一、 單元名稱

空氣體積的熱脹冷縮

二、 探討主題

空氣遇熱體積會膨脹，遇冷則收縮。

三、 活動設計之構思

研究者 (張敬宜，民 89) 在針對國小學童空氣的相關概念認知研究中指出：

「空氣遇熱體積會膨脹，遇冷則收縮」概念，對學童的學習是困難度最高的，即便是六年級的學童，也只有近四成持有此想法。因此，本單元的活動設計，十分著重生活化、趣味化，以期設計出學童比較能接受的學習材料。同時，針對同一個概念，我們設計出一系列的相關活動，並將各活動循序漸進的安排在不同的年

段中學習，如此，學童建構出的知識體系才能更紮實，更完整。單元中的材料大都取自學童周遭的物品，一來方便教師教學，二來讓學童覺得科學的學習其實是很生活化的，以漸漸的培養出學童能將知識應用至生活問題的思考。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，使得學童學習的連結更加緊密。單元中最後的幾個活動，在難度指數上雖然偏高，然而在概念的連結、創造思考的訓練上，卻不失為良好的教材，可供教師鼓勵學童進一步的探索活動之用。

四、 單元內各活動的相關地位圖（詳如圖 1）

活動說明：

本單元一共有十一個活動，設計者依據其難易程度，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，教師可替換使用。在教學安排上，建議教師依據學童的學習狀況、年段彈性調整教學活動。活動搭配的順序本著從最基本的現象的觀察，推論至概念的形成，應用概念來解釋現象，至較高階層的應用概念來解決問題。由此一連續性的教學活動，學童的學習才能更有層次性、系統性，知識的連結也能更加緊密。

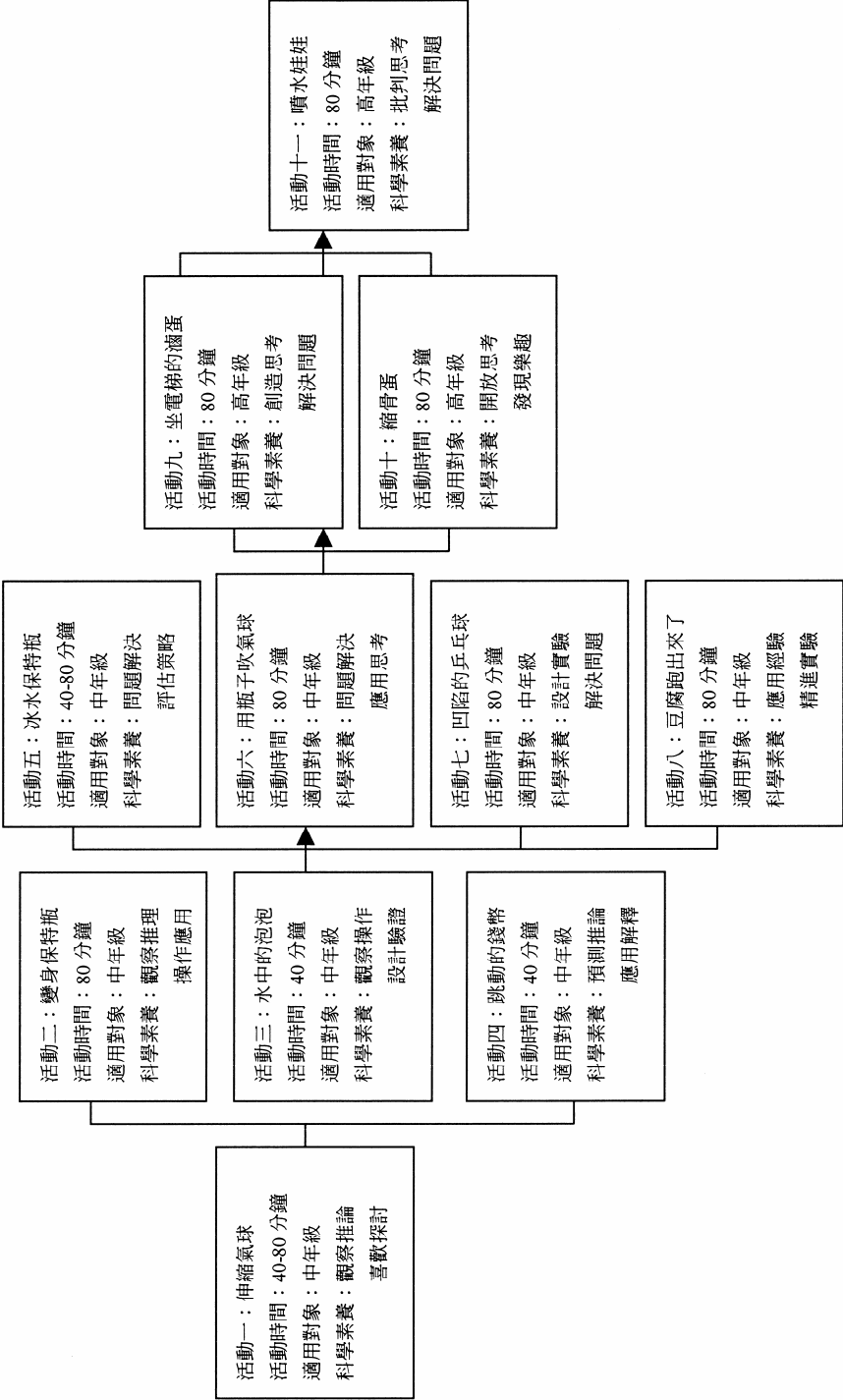


圖 1 「空氣體積的熱脹冷縮」單元內各活動的相關地位圖

五、單元內各活動重點內容概述

活動一：伸縮氣球(中年級)

活動簡介:本活動藉由觀察到：將氣球放入熱水中而膨脹；放入冰水中而縮小的現象，進行學習。在活動中，學生藉由簡單的操作及討論後，推論出「空氣遇熱體積會膨脹，遇冷則收縮」的概念，並且在活動探索中，能獲得學習的樂趣。

活動二：變身保特瓶(中年級)

活動簡介:取一個質地較軟的保特瓶，將瓶子泡熱水，觀察到保特瓶的鼓脹；打開瓶蓋讓部分空氣逸出之後，關上瓶蓋，再將保特瓶澆澆上冷水，觀察到保特瓶變得縮扁。藉由活動中的觀察、推理、討論與實作，學習「空氣遇熱體積會膨脹，遇冷則收縮」的概念。同時，學生從材料的取得、簡易的操作，瞭解到科學的生活化。

活動三：水中的泡泡(中年級)

活動簡介:在一個圓底燒瓶的瓶口塞上一個橡皮塞，上面插一支玻璃管，將管口插入水中，底部在水面外，用手溫熱瓶底，觀察到空氣因受熱膨脹，故而在水中產生了許多泡泡。在活動中，學生能發現到操作上的一些小細節（手心的加熱與否），是影響結果的一大因素；並能應用先前的實驗結果（知識概念），來精進

實驗設計。

活動四：跳動的錢幣(中年級)

活動簡介:取一支空的保特瓶，在瓶口放置一個十(或五十)元硬幣，讓學生預測，當在此保特瓶上澆上熱水時，會有什麼現象發生。藉此活動，培養學生能從事有學理根據(空氣遇熱體積膨脹，因而跑出瓶外，推動了瓶口的硬幣)的推測，而非猜測；同時，學生亦能應用「空氣遇熱體積膨脹」的概念去解釋生活中的一些現象。

活動五：冰水保特瓶(中年級)

活動簡介:教師提出「如何讓保特瓶變得扁扁的」的問題，讓學生腦力激盪，提出解題的策略；再經由師生對話，引發學生推論可利用「空氣遇冷體積會收縮」的概念，來解決問題。透過小組的討論，提出確實、可行的實驗設計(例如在保特瓶中放入一些碎冰塊、或泡冰水、等)，再進行實驗觀察，驗證推論。藉此活動，讓學生應用舊經驗(空氣遇冷體積會收縮的概念)去解決問題；同時在學習過程中，學生亦能瞭解同一件事有許多的解決方法，應學習多方思考、評估，以選出最佳的解決方案。

活動六：用瓶子吹氣球(中年級)

活動簡介:教師提出「如何讓氣球膨脹」的問題，引發學生進行思考，提出解題策略；並經由討論，引發學生利用「空氣遇熱體積會膨脹」的概念，來解決問題。再由如何讓氣球縮扁的情境，讓學生應用「空氣遇冷體積收縮」的概念，來解決問題。從「如何讓氣球膨脹、縮扁」的學習情境中，學生能應用舊經驗，進行多方思考，提出不同策略以解決問題，同時，並能就各種現實考量（例如材料的方便性），以選取可行的策略。

活動七：凹陷的乒乓球(中年級)

活動簡介:學生觀察一個有凹陷的乒乓球，進而提出各種使其恢復原狀的方法，並加以評鑑、驗證方法之可行；再經由師生、同儕討論，引發學生應用「空氣受熱體積會膨脹」的概念去設計實驗，解決問題。透過此活動的進行，培養學生能利用科學知識來解決生活的一些問題。

活動八：豆腐跑出來了（中年級）

活動簡介:透過生活中熟悉經驗(喝珍珠奶茶時，粉圓塞住吸管)的動機引導，教師提出類似情境----「如何讓玻璃管裡的豆腐跑出來」的問題，藉著師生、同儕間的對話，引導學生連結舊經驗，應用「空氣遇熱體積會膨脹」的概念去設計實驗，解決問題。續之，再讓學生預測若將同一裝置放入冰水中，可能會發生什

麼現象。再以實驗結果驗證假設，進而提出「空氣遇冷體積收縮」的概念以解釋現象。活動中，經由一再地討論、批判、試做與精進的過程，以達到較滿意的成果，同時，亦能享受到從事科學探討活動的樂趣。

活動九：坐電梯的滷蛋（高年級）

活動簡介：教師提出「如何讓滷蛋完整的滑入長頸圓底燒瓶」的問題，讓學生連結舊經驗，進行腦力激盪，引發創意，解決問題。若是無法提出有效解決時，教師再進行示範活動（取一個長頸圓底燒瓶，先用熱水澆一下瓶身，放置一個滷蛋在瓶口上，再於瓶身澆上冷水，觀察到滷蛋滑入瓶頸）。學生藉由觀察與推論，應用「空氣遇熱體積會膨脹，遇冷則收縮」的概念去解釋現象；同時，能再一次應用此概念，解決讓滷蛋跑出瓶頸的問題。學習過程中，學生能藉由一再地討論與思考、連結舊經驗、概念，以解決問題，並由探索活動中，獲得學習的樂趣。

活動十：縮骨蛋（高年級）

活動簡介：學生觀察教師三個個別的示範活動（①第一個錐形瓶上只放滷蛋、②點燃一張小紙片丟入第二個錐形瓶中、③點燃一張小紙片丟入第三個錐形瓶，再放一個滷蛋在錐形瓶上，發現滷蛋迅速的掉入瓶中），思考滷蛋掉入錐形瓶中的相關因素（氧氣的消耗、空氣體積與冷熱溫度變化之相關等）；同時能應

用「空氣遇熱體積會膨脹」的概念，討論並設計實驗，來解決「讓得滷蛋跑出錐形瓶」的問題。在探究過程中，能多方思考影響現象的因素，進行開放討論，並從活動中，獲得從事科學探究的樂趣。

活動十一：噴水娃娃

活動簡介：利用一個陶製的噴水娃娃，讓學生思考「如何讓此娃娃噴水」的問題進行活動。經由師生、同學間的探討後，而能應用「空氣遇熱體積會膨脹，遇冷則收縮」的概念去解決問題（先讓水進入娃娃內，再讓水噴出）。在學習過程中，學生嘗試提出各種不同的策略，並能針對策略加以批判、修正，而獲得較理想的結果。同時，在活動過程中，學生亦能感受到科學活動之生活化與趣味化。

肆、「空氣體積的熱脹冷縮」單元中多元學習 情境教學模組設計理念之落實

「從玩中學」、布魯納的「螺旋式課程」理念以及「情境學習理論」是本模組之主要設計理念。

欲激發學童高度的學習興趣，「好玩」是個關鍵性的因素。活動一中會「熱脹冷縮的氣球」；活動二的「變身保特瓶」；活動三「可在水中冒出泡泡的圓底燒

瓶」；活動四的「跳動錢幣」；活動五「遇冰水冷縮的保特瓶」；活動六的「利用瓶子來吹氣球」；活動七「讓凹陷的乒乓球恢復原狀」；活動八「從玻璃管中噴飛出的豆腐」；活動九及活動十「可自由進出玻璃瓶中的滷蛋」；活動十一「如何讓噴水娃娃噴出水來？又如何噴得又高又遠？」；這些活動均設法營造出有趣的、遊戲化的生活情境，其目的就在落實「從玩中學」的設計理念，引發學童內在、主動的學習意願。又活動中氣球、保特瓶、豆腐、滷蛋、陶製噴水娃娃...等器材的採用，旨在讓學童理解、發現科學、科技與生活的息息相關，在其瞭解一些基本科學原理後，尚能應用所學於生活中。

就「空氣體積的熱脹冷縮」這個主題，本研究群共設計了十一個教學活動，並且各活動依照其操作的難易程度和探討概念的深淺，將活動安排如圖 1 的五個階層。為落實螺旋式課程的理念，由左至右各階層的安排，乃由具體到抽象、由簡單到複雜循序漸進，期能使學童經驗漸次擴大並加深。

中國有句古諺：「舉一反三」，相信有許多的教師都期望他/她的學生能做到這點，然而往往是事與願違。在有限的教學時間內，研究者認為並不需要樣樣都教，而應是聚焦在某些重要主題（或概念）上，讓學童得以從最基本、最粗淺的層面學習，而後再依其認知發展逐漸加深、加廣，提昇其對該主題更深一層的理解，

同時在其學習歷程中，面對、解決問題的能力也得以不斷地提昇。「空氣體積的熱脹冷縮」單元內多樣化的教學活動之提供，目的就在增加學習者「多元的學習情境」之選擇機會，以促進其學習遷移。圖 1 中各個活動均可獨立地被抽選出來，只要教學者確認其學生已具備該活動進行前須具備的先備能力或概念（各活動中均會詳細列出），因此教學者可以靈活地抽選單元中適合其學生的教學活動。圖 1 中同在一個階層內的活動，彼此互為難易度相當、可互相替換的活動；因此當教學者必須進行補救教學時，可利用同一階層的其他活動再一次地引導學生學習，甚至可選擇前一層次中的活動來進行。而深一層的活動則可利用來指導有興趣或資優的學童，對該主題做更深入的探究，應用概念/能力來解決問題。

伍、「空氣體積的熱脹冷縮」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，參與本研究計畫的研究群教師們也進行了「空氣體積的熱脹冷縮」單元內十一個教學活動之試教工作；在一年內，動員了台北縣、市四所國小中、高年級共七個班級來參與（有兩個班級參加了三次試教活動；其餘均只進行一次的試教活動）。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($\alpha=0.93$ ；張敬宜，民90)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「空氣體積的熱脹冷縮」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)。

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 伸縮氣球 (N=32)	活動二 變身保特瓶 (N=29)	活動三 水中的泡泡 (N=27)	活動四 跳動的錢幣 (N=33)	活動五 冰水保特瓶 (N=32)	活動六 用瓶子吹氣球 (N=25)	活動七 凹陷的乒乓球 (N=28)	活動八 豆腐跑出來了 (N=32)	活動九 坐電梯的滷蛋 (N=21)	活動十 縮骨蛋 (N=22)	活動十一 尿尿小娃娃 (N=19)
	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)	平均值 (SD)
1.這個活動很有趣。	4.8 (0.44)	4.3 (0.96)	4.6 (0.99)	4.6 (0.81)	4.8 (0.48)	4.7 (0.61)	4.8 (0.58)	4.8 (0.37)	4.3 (0.93)	4.6 (0.48)	4.2 (0.61)
2.活動中，我學到很多好玩的東西。	4.6 (0.61)	4.4 (0.93)	4.6 (0.68)	4.3 (0.96)	4.6 (0.60)	4.4 (0.80)	4.7 (0.70)	4.7 (0.51)	4.3 (0.82)	4.7 (0.56)	4.0 (0.86)

3.活動中讓我覺得動手做實驗很快樂。	4.7 (0.59)	4.4 (0.81)	4.4 (1.06)	4.4 (1.05)	4.6 (0.71)	4.6 (0.75)	4.7 (0.65)	4.7 (0.69)	4.4 (0.95)	4.5 (0.99)	4.5 (0.68)
4.這個活動引發我對自然科學的興趣。	4.4 (0.93)	3.9 (1.30)	4.0 (1.22)	4.2 (1.22)	4.4 (0.78)	4.4 (0.98)	4.6 (0.82)	4.6 (0.79)	4.2 (0.81)	4.2 (0.83)	3.4 (1.18)
5.這個活動讓我在自然科學方面學習更有信心。	4.2 (0.93)	4.2 (0.90)	4.3 (0.94)	4.1 (1.27)	4.5 (0.71)	4.4 (0.93)	4.6 (0.73)	4.6 (0.65)	3.9 (0.89)	4.2 (0.85)	3.4 (1.18)
6.活動中學習到的，可以應用在我的日常生活中。	4.3 (0.84)	4.6 (0.68)	3.8 (1.10)	3.8 (1.32)	4.6 (0.65)	4.3 (1.09)	4.6 (0.56)	4.5 (0.75)	4.3 (0.93)	3.9 (0.92)	3.8 (1.06)
7.活動中鼓勵我們自己多動腦，尋找答案。	4.7 (0.53)	4.4 (0.81)	4.6 (0.78)	4.3 (1.21)	4.8 (0.56)	4.6 (0.74)	4.9 (0.44)	4.5 (0.90)	4.3 (0.55)	4.5 (0.72)	4.5 (1.03)
8.這個活動不難，我都學會了。	4.6 (0.61)	4.2 (0.92)	4.5 (0.88)	4.3 (1.14)	4.5 (0.79)	4.5 (0.81)	4.6 (0.72)	4.6 (0.60)	4.0 (0.98)	4.4 (0.71)	3.9 (1.05)
9.活動中，讓我思考了以前不曾想過的問題。	4.3 (0.85)	4.3 (1.02)	4.0 (1.32)	4.0 (1.42)	4.3 (0.81)	4.4 (1.23)	4.3 (1.13)	4.7 (0.59)	4.0 (1.33)	4.0 (1.07)	3.4 (1.14)
10.整體而言，我喜歡這個教學活動。	4.4 (0.83)	4.0 (0.95)	4.3 (0.94)	4.2 (1.09)	4.4 (1.00)	4.4 (0.85)	4.8 (0.60)	4.7 (0.45)	4.3 (0.98)	4.4 (1.02)	4.0 (1.30)
11.我希望能有機會再參加類似的活動。	4.5 (0.83)	4.1 (1.12)	4.1 (1.11)	4.5 (1.05)	4.5 (0.79)	4.6 (0.75)	4.8 (0.79)	4.4 (0.72)	4.1 (1.17)	4.3 (1.14)	4.4 (0.89)
學童對整個活動意見之平均值	4.5	4.3	4.3	4.2	4.5	4.5	4.7	4.6	4.2	4.3	3.9

「從玩中學」是本模組設計的重要理念，而在九年一貫的課程目標中首先即明列：培養探索科學的興趣與熱忱，因此活動的設計能否達到真正的趣味化並引發學童的學習意願，是本研究群最關切的；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「空氣體積的熱脹冷縮」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 4.2 以上；其中有四個活動之平均值均高達

4.8。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，部分僅微幅下降 0.1~0.3；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 4.4 以上。綜觀學童對命題 1~3 的意見，可以發現「伸縮氣球」、「冰水保特瓶」、「凹陷的乒乓球」、「豆腐跑出來了」及「縮骨蛋」等五個活動是學童認為趣味性十足且能充分感受學習樂趣的，其意見平均值均在 4.5 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—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「伸縮氣球」、「變身保特瓶」、「水中的泡泡」、「坐電梯的滷蛋」、及「噴水娃娃」五個單元的意見平均值降幅較大。其實，研究者也明白單憑參與本單元一~三次活動，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「空氣體積的熱脹冷縮」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，因此在「空氣體積的熱脹冷縮」

單元內，採用了氣球、保特瓶、豆腐、滷蛋、陶製噴水娃娃...等器材，期望能讓學童理解生活中的科學。從學童對命題 6 的回應，可以發現僅透過幾次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)。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。

綜觀學童對各活動的意見，「噴水娃娃」的受歡迎度是較低且標準差較大的。其實，研究群在研發活動的過程中，即意識到此活動的難度較高，特別是在原理的推論方面。又試教教師亦反應學童在整個活動中，玩得很盡興，唯要其完整說出娃娃噴水的原因仍有困難。因參與此活動的五年級小朋友只參與了一次的試教活動，可能其對「空氣體積的熱脹冷縮」的舊經驗並不很充足，因此他們雖然反應活動中讓他們覺得動手做實驗很快樂，但活動的整體接受度卻較低。有趣的是，在試教約二個月後，試教班級的自然課正好上到「空氣體積的熱脹冷縮」的單元，任課教師請學童個別地以課本外的其他實例來說明此空氣特性，結果許多

學童都以噴水娃娃為例，而且將原理說得十分清楚、詳盡，讓該班教師嘖嘖稱奇。

在所有試教的班級中，有二個三年級班級是較特別的，他們都參與了本單元的三次試教活動。其中，一個班參與的活動是「變身保特瓶」、「冰水保特瓶」和「凹陷的乒乓球」；學童對這三個活動的接受度依序提升；而從其學習單及試教過程中與教師的互動、回應情形，也可發現隨著參與活動次數的增加，學童的興趣、能力與概念確有逐步提升的現象。另一個班級參與的活動是「伸縮氣球」、「跳動的錢幣」和「豆腐跑出來了」；該班學童對「伸縮氣球」、「豆腐跑出來了」活動的接受度均高，但「跳動的錢幣」活動之接受度相較之下略低。「伸縮氣球」和「豆腐跑出來了」，是研究群自覺操作簡易、現象明顯又頗具創意的兩個活動，受到學童的歡迎可說是意料中事。而該班學童在進行「跳動的錢幣」活動時，適值參與校內重要體育競賽之際，整個班級的氣氛與平時大不相同，十分浮躁、無法靜下心來專注地學習，這可能也就是為什麼學童會覺得活動很有趣、動手做實驗很快樂，而整個活動的接受度卻較低、標準差又較高的原因。

整體而言，學童對「空氣體積的熱脹冷縮」單元內十一個教學活動的反應均佳；表 1 學童對各命題意見之平均值在 4.0 以上者佔 91.7%，其餘的 8.3% 之數值亦都大於 3.4；「伸縮氣球」、「冰水保特瓶」、「用瓶子吹氣球」、「凹陷的乒乓球」以

及「豆腐跑出來了」等五個活動可說是深受學童們的歡迎。

陸、結論

「人生因為有夢，而更加美好！」多元學習情境教學模組的提出與其說是為了因應九年一貫課程的實施，不如說是為了一圓研究者心中的夢想。從事科學教育、研究多年，每當聽、看到一些對學童並不十分適切的教學素材，抑或聽到孩子們說：「我最不喜歡的课程是自然！」時，心中總免不了陣難過。因此，研究者一直在深思什麼樣的教材才能引發孩子們的學習意願，讓他們真正地享受到學習的樂趣。確實，要針對某一主題設計出許多不同層次的教學活動是很費心傷神的，但是當踏入教室現場，看到孩童認真、企盼、發亮的眼神，一切的辛苦都是值得的。多元學習情境教學模組雖不盡完美，但研究者從試教現場孩童的反應以及對在職、職前教師介紹的過程中，可以發現模組已獲得極大的肯定與回響，已朝研究者心目中理想的教學模式邁進了一大步。

綜合研發模組這一段時間來的經驗，研究者認為「多元學習情境教學模組」具有下列幾項主要特點：

一、注重兒童「遊戲玩耍」的權益

兒童的遊戲權可是新世紀聯合國兒童基金會所訂定的基本兒童權益之一，本模組中各活動之設計希望能盡量做到「從玩中學」，期望能引導兒童從玩耍逐步轉移到有意義的探究。

二、著重在生活情境中的學習與應用

透過在有意義的、真實的、互動的情境中學習，兒童才能真正掌握知識，並能活學、活用知識來面對、解決生活中遭遇的種種問題。

三、透過一系列的主題探索活動，使學童的能力逐步提昇

模組中提供的是一系列由基本而逐步深入深究的多元化教學活動；由最基礎的現象觀察、概念的推理，進而解決問題。活動中擬協助兒童主動建構的不僅是概念，更注重設計實驗、搜尋並整理資料、應用並評量科技、解決的問題等能力的培養。如此，對於不同年級的學童，可以不同的層次教導、探索某一主題，使學童的認知與能力都能逐次發展與再發展。

四、含多樣化的教學活動，供教學者彈性選取

教師可以依其學生的經驗、背景、興趣……等，靈活選擇模組中適合其學生的教學活動；各活動中已詳細載明進行活動前，學童必須具備的先備經驗，教師依此說明即可判斷是否採用該活動。

五、具成長、擴展性

針對某一探索主題，如果想到了較好的活動設計，便可在該單元的各活動相關地位圖中找到適當的位置來加入，如此，經過一段時間累積，模組的整體架構將更完整，也能提供教學者，學習者更多樣化的活動選擇。

「多元學習情境教學模組」的提出應可提供為中小學教師或民間出版社未來編製課程教材的參考。這只是個起點，期盼未來有更多的科教學者、專家、國小教師的參與、奉獻，為我國教育界引入新的活水，讓所有的教師、人人滿心歡喜地來教與學。

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 ; NSC90-2511-S-152-010)，簡美容、李冰心和黃翠娟教師的全力協助和參與，特此致謝。

參考文獻

王春展（民85）。情境學習理論及其在國小教育的應用。**國教學報**，8，53-71。
邱貴發（民85）。**情境學習理念與電腦輔助學習－學習社群理念探討**。台北市：師大書苑。

- 邱貴發和鍾邦友(民 82)。情境學習理論與電腦輔助學習軟體設計。**台灣教育**, 510, 23-29。
- 施郁芬和陳如琇(民 85)。情境脈絡與學習遷移。**教學科技與媒體**, 29, 23-31。
- 徐新逸(民 85)。情境學習在數學教育上之應用。**教學科技與媒體**, 29, 13-22。
- 張敬宜(民 89)。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。
- 張敬宜(民 90)。多元學習情境教學模組之研發 - 以「二氧化碳」主題為例。**科學教育學刊**, 9(3), 235-252。
- 楊家興(民 84)。情境教學理論與超媒體學習環境。**教學科技與媒體**, 22, 40-48。
- 鍾邦友(民 83)。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)。
- Brown, S.J., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. **Educational Researcher**, 18 (1), 32-42.
- Bruner, J. S. (1960). **The Process of education**. New York: Random House.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). **Situated learning: Legitimate peripheral participation**. New York: Cambridge University Press.
- McLellan, H. (1993a). Situated learning in focus: Introduction to special issue. **Educational Technology**, 33(3), 5-9.
- McLellan, H. (1993b). Evaluation in a situated learning environment. **Educational Technology**, 33(3), 39-45.
- 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.
- Young, M.F. (1993). Instructional design for situated learning. **ETR & D**, 41(1), 43-58.

The Design of a Multi-Situated Teaching Module on the Topic of the Temperature-Volume Relationship of Air

Jin-yi Chang^{*}

ABSTRACT

A unit on the temperature-volume relationship of air was provided as a concrete example to illustrate the characteristics of a multi-situated teaching module. Eleven teaching activities are included in this unit, and they are arranged in an order from fundamental observation of phenomena to the establishment of concepts and then to the application of concepts to problem solving. Bruner's spiral curriculum conception and the theory of situated learning were combined as the rational of this module. The teaching activities had been conducted to some elementary students in Taipei area, and the experimental results showed that, by the detailed explanation of the teaching activities, the participants of this research realized how the ideas of learning by playing.

Key words: the Temperature-Volume Relationship of Air, Multi-Situated Teaching Module, Learning by Playing, Spiral Curriculum, Situated Learning.

^{*} Jin-yi Chang: Professor, Department of Natural Science Education, National Taipei Teachers College

