

以問題為中心的合作學習策略對國小學童科學學習之研究

黃善美¹ 黃萬居²

¹台北市大橋國小

²台北市立師範學院科學教育研究所

(投稿日期：92年2月19日；修正日期：92年4月14日；接受日期：92年5月20日)

摘要

本研究之研究目的為：(一)探討不同的教學法是否影響學生之概念學習，以及不同教學法對高、中、低推理能力學童的概念學習是否有影響？(二)探討不同的教學策略對學童科學相關態度的影響，以及不同教學法對高、中、低推理能力學童的科學態度是否有影響？(三)探討不同的教學方式對學童問題解決能力是否有差異，以及不同教學法對高、中、低推理能力學童的問題解決能力有無差異？(四)不同教學法對學生進行以問題為中心的合作學習之科學學習的態度是否不同？本研究採用所羅門四組實驗設計之準實驗研究法，選取台北市某國小五年級學生四班作為研究對象，以教學法為研究的自變項，「科學概念理解測驗」、「問題解決測驗」、「科學相關態度問卷」及「對自然科學的態度問卷」為依變項，並將測驗結果進行統計分析；教學期間並蒐集學生的學習紀錄來進一步探討學生的學習狀況。結果發現，在科學概念理解方面，實施以問題為中心的合作學習教學組的學童，皆較實施一般教學的控制組學童有正向的表現，而在科學相關態度及問題解決能力兩方面，雖然前測經驗可能會影響學童後測的表現，不過，實施以問題為中心的合作學習教學組的學童皆較實施一般教學的控制組學童有正向的表現；再者，在科學相關態度部分，前測經驗則與教學的實驗處理產生了交互作用。而在對自然科學的態度問卷方面，經由單因子變異數分析發現，實驗組的學童在對自然科學的態度這一個向度上，明顯表現出比控制組的學童有較正向的現象，兩者之間具顯著差異。

關鍵詞：問題中心、合作學習、國小科學學習

壹、緒論

一、研究背景

在過去，科學教學偏重於科學知識的傳授，教師在教學時通常都以教科書內的概念、原理或原則的學習為主，對於科學過程技能的學習、科學態度及問題解決能力等的培養都較為缺乏。而在評量方面，偏重純粹智育的紙筆測驗，習慣以總結性的評量為主要評分的標準，忽略了形成性的評量，也忽略了技能與情意方面的評量。

黃萬居（1997）指出，建構主義教學策略的其中兩項為問題中心的教學及合作學習的教學；其一是教師為了提高學生解決問題的能力和 high 層思考的能力所採行的教學策略，其二則是教師為了利用學生間的同儕力量，以促進其學習所採行的策略。這樣的見解反映了教師的教學應以問題為起點，同時要引發學生進行分工合作的需求，才能使學生在合作學習中建構出他們的概念架構。若能同時整合上述兩種教學，亦即以問題為中心的合作學習之教學策略，既符合建構主義的教學理念，在教學的運用上也能發揮更大的功效。而洪志明（1998）也認為，教師採用鷹架，以問題為中心及合作學習法來開發實驗安全模組，此種模式可以增進教師的學科教學能力。

雖然八十二年版的課程標準（教育部，1993）便明示要用問題解決的教學活動形式來進行教學，但是，我們都知道理論與實務教學完全一致有不少困難，許多教師在進行教學時並未能掌握此一精神所在，仍然著重於傳統的講述式教學與食譜式實驗，雖然仍以問題為出發點，但是卻是封閉式的問題，學生無法深入思考，教師把學習的主導權放在自己手上，實驗不是幫助學生解決問題，只是用來驗證講述科學概念的結果；另外，九年一貫課程強調的十大基本能力（教育部，2000）中，問題解決便是其中的一個要項，因此，研究者認為教學應該落實，乃整合這兩種策略，用「以問題為中心的合作學習」教學來進行學生科學學習的研究。根據九年一貫的課程綱要（教育部，2001），在「自然與生活科技」領域，強調未來要培養具有問題解決能力的公民，而在教學方法部分便提到，教學應以能培養探究能力、能進行分工合作、能獲得科學智能、習得各種操作技能，達成課程目標為原則，而以問題為中心的教學，目的即在於培養學生問題解決能力，更進一步來說，未來的社會需要每一個社群的分工合作，因此，進行「以問題為中心的合作學習」教學研究，便可提供其在教學上的價值，也符合目前課程改革的趨勢。在九年一貫的課程綱要的「自然與生活科技」領域，強調

未來要培養具有問題解決能力的公民，而在教學方法部分提到教學應以能培養探究能力、能進行分工合作、能獲得科學智能、習得各種操作技能，達成課程目標為原則；而以問題為中心的教學，目的即在於培養學生問題解決能力，更進一步來說，未來的社會需要每一個社群的分工合作，因此，進行「以問題為中心的合作學習」教學研究，便可提供其在教學上的價值，也符合目前課程改革的趨勢。

研究者搜尋國內相關文獻發現，在國小學童的科學學習方面，利用問題中心的教學來進行研究者不多，以合作學習來進行研究的雖然不少，但尚未有研究整合問題中心和合作學習的教學來進行國小科學學習的研究，因此，本研究採整合此兩種方式來進行研究，探討國小學童的科學學習，希望能對於國小科學教室中的教學改進有所幫助。

二、研究目的

本研究的目的是在於探討以問題為中心的合作學習教學對國小五年級學童學習酸鹼、天氣之科學概念的理解情形，以及使用以問題為中心的合作學習的教學，對於學童的科學相關態度上、問題解決能力上如何產生改變，最後並探討接受不同教學方式的學童，對於以問題為中心的合作學習之自然科教學的態度是否有所不同。

貳、文獻探討

科學的學習是一種主動的、持續的過程，在學習中，學習者可以從環境中得到資訊，並且以知識和經驗為起點來建構個人的詮釋和意義（Driver & Bell, 1986；引自Shepardson & Britsch, 2001）。本研究以建構主義為基礎，探討學生的學習與教師的教學之間的關係，以下分別從問題中心學習和合作學習兩方面來探討學生在科學教室中的學習，最後再探討如何建構「以問題為中心的合作學習」之教學環境。

一、問題中心學習

江武雄（1994）認為教師在進行建構主義教學時的一個重要任務，是安排與呈現合適且豐富的學習情境，以提供及協助學生主動並成功地建構知識。學習情境的佈置展現方法有很多種，其中之一便是提出問題或任務來引發學生思考。而問題中心的教學策略即是由教師安排、設計與學生所要學習的知識或概念有關的任務和問題，希望學生在這些任務的刺激下，能夠引出一些想法，並藉著解決問題的過程，達到主動建構相關知識和學習高階能力的目的，並促成真正學習的發生。而用一個未解決的問題為中心，讓學生試圖在解決的過程中，不斷反省自己的想法，對學生概念的轉換有很

大的助益（Wheatly, 1991；Cobb, 1990；張靜馨，1995）。

「問題中心學習」非常強調以「問題」當作學習的起點，而不是像傳統的教學一般，先學習學科內容，再嘗試解決問題。因為主張「問題中心學習」的學者認為從「問題」開始的學習過程，才能真正反應出日常生活中實務工作者的學習歷程，亦即學習者是為了解決問題而開始學習。以問題為中心的教學，依 Savior 和 Hughes（1994）的研究，具有下列六項特點：

- （一）教師教學需從某一問題出發，在課堂上供學生討論、探究或是辯論。
- （二）確信此一問題與學生的生活世界具有密切的關聯。
- （三）環繞此一問題來組織相關的教材，而非環繞學科主題來組織教材。
- （四）給予學生機會來塑造及導引其為他的學習負責。
- （五）利用小隊或小組來進行學習的工作。
- （六）要求學生以其學習結果進行展示來呈現他們的學習經驗。

另有學者（邱錦昌，1996；張清濱，1995；Casey & Tucker, 1994）指出，在教學歷程中，教師應該採取以下的步驟來幫助學生進行有效的學習：

- （一）提出開放的問題（opened problems）：教師在問題中心的教室裡所扮演的角色是要提出開放性的難題，教師在這樣的教學情境中還應當提供給學生不同的材料，或是給予學生相關的資源書籍，使學生能提出解決的方法，藉此方法亦能增進學生的推理能力。
- （二）教導學生思考的步驟：在問題中心的教學中，要培養學生問題解決的重要關鍵即在於教導學生思考的步驟：
 1. 提出假設（根據深思熟慮的原則及先前的觀察）。
 2. 根據假設，提出預測。
 3. 蒐集資料，驗證預測。
 4. 審慎檢驗資料。
 5. 根據資料，評估預測。
 6. 使用新的資訊，從第一個步驟重複整個學習過程。
- （三）把問題解決融入於課程中：問題解決的技巧應在教學情境中呈現，師生可在小組活動或是大班教學中演練問題解決的技巧，使學生在單獨學習或是集體研究時皆能產生問題解決的思考活動。

- (四)把問題解決的教學與學生的興趣相結合：有效的問題解決教學應該從現實生活的情境中選擇題材，透過這樣的活動，學生可以建立起他們的科學概念。
- (五)持續的挑戰與不斷地發問：為了確保問題解決活動能有效進行，教師應該持續要求學生為自己的理念或假設提出辯護；學生的推理是其發展過程的功能之一，而持續的挑戰則是問題中心教學的重要因素。當學生碰到困難時，教師的發問尤其重要，教師可藉著發問的工作將學生導引到重要的方向上去，並協助學生進行驗證假設的工作。
- (六)運用操弄 (manipulatives) 來解答問題：學生經由操弄可以形成心理上的認知，Heddens 和 Speer (1992) 曾將其分為四個發展的層次：具體、半具體、半抽象、抽象。利用問題解決的過程可以使學生將其高層次的思考呈現出來，可幫助學生的認知。
- 1.透過操弄實際的事物可以使學生形成具體的認知。
 - 2.半具體的認知不需操弄具體的事物，但須佐以畫圖等方式來進行。
 - 3.半抽象的認知僅需利用一些符號的使用即可達成。
 - 4.抽象的認知則使用抽象的符號來進行。

教師在教學時若能瞭解學生的個別差異，針對學生不同的能力給予不同類型的題目，並鼓勵學生進行思考與辯證的工作，在適當的時候給予學生適切的幫助，則俾能提升學生的問題解決能力。陳玫良 (1995) 建議教師在運用問題解決策略時所應注意的要點有下列幾項：

- (一) 規劃學生能力所及但不熟悉的活動。
- (二) 提供學生不同類型的問題。
- (三) 教導學生思考技巧。
- (四) 鼓勵學生革新性及創造性的想法及解法。
- (五) 學生面臨大挫折前給予幫助。

教師採取以問題為中心的教學策略時可以設計豐富的學習情境，引導學生從不同的角度去評估問題而獲得知識。教師的主要任務是安排呈現合適的學習情境，適時給予關懷、鼓勵和支持，以利協助學生主動成功地建構知識。當然教師所提出的問題，要與學習的知識有關，並能與學生既有的知識、經驗有適當的關聯；問題的難易度與開放性要適當，避免過分簡單或封閉性的問題 (黃萬居，1997)。

Kim & Kellough (1991) 建議教師在介入問題解決教學情境時，可以採取下列三種層次施行：第一個層次的教學可管理性最高，學習結果具有預測性，最適宜教基礎概念和原理，因為在這個階段，教師的介入最多；第二、第三層次的教學可管理性比較低，在這兩個層次中，因為教師介入的活動少，因此學習結果的預測性較低，相形之下，教學的困難度就比較高；但是，在教學中必須讓學生跨越第一層次的學習，才能使學生投入活潑的問題解決教學活動中。表一所示為教師在問題解決活動中的介入程度。而本研究所採用的問題中心教學，大多以第二層次為主，少部分則進入到第三層次。

表一 教師在解決問題活動中的介入程度 (Kim & Kellough, 1991)

解決問題活動	層 次		
	一	二	三
確認問題	教師或教科書	教師或教科書	學生
探索解法	教師或教科書	學生	學生
決定解法	學生	學生	學生

因此，問題中心的教學是一種可以從實際生活出發的教學方式，在如此教學中，學生的目的在於將知識應用到實際生活之上；而此種教學方式的優點在於給予教師設計教學的自主權，並能激發學生形成實用的學習策略，能在真實生活中對問題採取可行的策略。

二、合作學習

Johnson & Johnson (1975、1994) 曾根據教室中學生之間的互動關係提出三種目標結構：個別式 (individualistic)、競爭式 (competitive) 和合作式 (cooperative)，從學習者的角度而言，目標結構即為學生為達成學習目標所採用的策略，以及其在教學環境中和教師、同儕間所形成的結構關係。

過去十數年間，有無數關於合作學習的研究，從學齡前到大學的所有年級，除此之外，研究也遍及所有的學科，研究顯示使用合作學習的效果遠勝於其他的教學法 (Johnson & Johnson, 1990, 1994；Sharan, 1990；Slavin, 1995)。研究也顯示，同儕

關係對於個人的社會認知發展及社會文化有著重要的關係（Johnson & Johnson, 1994）。長期以來，教室內的關係是競爭、衝突和表面的接觸，學生少有機會做深入的溝通，因此往往不利於建立良好的關係。合作學習強調同儕間的積極互動與彼此協助，可使學生在學習的過程中視共同的目標唯一一致的標的（張秀雄、吳美嬌、劉秀嫻，1999）。

最近在教學理論與實際運作上，有逐漸強調合作學習的趨勢，認為合作學習符合社會建構主義者所言，知識必須透過同儕間的相互溝通才會建立，個體是透過社會的互動來發展本身的知識，人可以透過合作的方式來學習、解決問題來建構本身的知識，而且，學生必須在同儕互動間引發認知上的衝突，當個體和環境中其他異質背景的同儕互相合作時，不同的觀點或看法會導致個體間認知衝突的發生，形成認知上的不平衡，這種不平衡的情況會刺激個體發展出採取不同觀點的能力，使其跳脫刻板的思考途徑，幫助個體間解決衝突並重新建構他們的知識結構。

Johnson & Johnson（1975）亦指出，合作學習（cooperative learning）包括兩個要素：（一）學習小組必須經由彼此的社會性互動與交談，來促使組員主動學習。（二）教師在教學前應該精心設計及安排，以提供必要的專業知識及誘導。基本上，合作學習是透過學生分工合作以共同達成學習目標的一種學習方式（林天祐，1996；蘇育任，1997；Watson，1991）。學生在分工合作的學習過程中，小組的成員彼此分擔不同的責任，分享彼此的學習成果，透過社會性的互動，傳達彼此對學科概念的理解程度，並給予彼此協助，共同獲得知識上的成長。

合作學習有其獨特性，並不如將學生置於小組中那麼簡單，重要的是要組織合作小組，促進小組的合作學習，而傳統學習小組和合作學習小組之間的差別，Johnson, Johnson & Holubec（1990）曾提到，傳統的學習小組（traditional learning groups）和合作學習小組（cooperative learning groups）之間存在著許多的區別，如表二所示。由社會建構的角度而言，他人的看法或是意見會影響到個體建構的知識，小組的形成方式應該促成組間的良好互動，另外，黃萬居（1997）也提出同樣的看法，認為小組的成員應該是異質的，成員間應該以彼此互助合作的精神來進行討論、向他人解釋以及詢問，來達成成員間彼此共同學習的目標。

關於合作學習的特質有下列五項（黃政傑、林佩璇，1998；劉秀嫻，1998）：

（一）異質分組：要依學生的學習能力、性別等將學生分配到不同的小組之中，學生

才有更多的機會分享彼此不同的看法和經驗，以達成學習目標。

- (二) 積極互賴：指導小組中的每一成員都需共同努力以達成任務，而每一成員間藉由資源間的分享、相互的鼓勵與協助來擴大小組成員的學習。
- (三) 面對面的助長式互動：讓學生產生積極的互賴，促使學生能產生助長式的互動關係，相互關心彼此的學習是否導向成功。
- (四) 評鑑個人績效：雖然是由小組學生共同學習，但評鑑學生時則必須讓學生個別表現成果，要建立學習的模式為「共同學習、獨自表現」的形式。
- (五) 重視團體歷程：學生們必須定期地思考團體工作應該如何進行，並分析怎麼做才可以增進團體的效能，如此，學生們可以繼續學習以尋求問題的解答。

表二 合作學習小組和傳統學習小組之差異

合作學習小組	傳統學習小組
正向相依 (positive interdependence)	無相依
個別的責任 (individual accountability)	無個別的責任
異質的組員 (heterogeneous membership)	同質的組員
分享領導 (shared leadership)	指定的領導者
彼此負責 (responsible for each other)	只為自己負責
強調作業和維護 (task and maintenance emphasized)	只強調作業
直接教導社會技巧 (social skills directly taught)	想像的和忽視社會技巧
教師觀察和介入 (teacher observes and intervenes)	教師忽視小組
小組處理 (group processing occur)	無小組處理

由於合作學習的教學策略強調組內成員的合作，所有成員均應在該組活動中積極參與，否則就只有合作之形而無合作之實。就這一點而言，科學課程中的分組實驗活動實是最能安排合作情境的教學方式，但如何避免學生在分組活動或實驗中作壁上觀，就要靠教師事前的活動內容設計，及活動進行時的觀察和應變。合作學習的重點在於促進小組之間的互動，而且小組間的活動是以整組共同的成就為依歸，教師在進

行合作學習的教學時，應該要注意學生的特質，把合作學習當成一種策略，而非強制教學的過程中一定要完全實施，如此才能兼顧教學的品質與合作學習的真義。

三、建構「以問題為中心的合作學習」教學環境

科學教師除了必須浸淫在以「合作學習」和「問題導向學習」為主的學習環境中，瞭解其精髓之外，更需要在此環境中研發以「合作學習」和「問題中心學習」為主，可以培養學生問題解決能力的科學教學活動。「合作學習」和「問題中心學習」成功的首要關鍵是發展學習任務（問題情境），教科書是死的，如何把冷冰冰、了無新意的文字敘述，轉變成耐人尋味、充滿挑戰的學習任務，是欲採用「合作學習」和「問題中心學習」的教師所要面對的問題，教師在教學中要以腦力激盪的合作方式思考要給學生什麼樣的問題，讓學生可以在解決問題的過程中，逐步學習教科書中所欲傳達的概念，更重要的是，這些問題如何用生活化的方式呈現，不是選擇、是非，也不是問答題或申論題，而是與學生生活息息相關的真實問題，而且各個問題都是教科書中各個概念的應用。

一直以來，「以問題為出發點」一直是研究者進行科學教學時的信念，「學生是知識的建構者」是研究者的教學理念，因此學生所存在的知識便會有不同的形式存在。因此，在本研究中的教學處理，研究者也以這個目標來進行；配合當前的課程改革，其相應的教學導向是有意義的問題解決教學（黃幸美，1997）。也就是說，教學活動要植基於學童現有的科學概念之上，再進而擴充其知識基模，而教師的首要之務即在於分析學童在科學領域中，知識概念的理解與思考的層次，瞭解學生錯誤的迷思概念，然後進行教學計畫與問題情境安排，設計能與學生進行知識溝通的活動，而且在概念的建構中，強調同儕之間的互動，透過同儕之間的討論辨證以及溝通，再佐以教師適時所搭建的鷹架，讓學生在既有的知識概念基礎上，建構新的概念。

參、研究方法

本研究採取量的研究方法，並輔以質的資料，利用準實驗研究設計、質的研究等不同的方法，來研究學生在經過實驗處理之後，對於科學概念學習、科學相關態度、問題解決能力及對以問題為中心的合作學習之自然科教學的態度這四個向度上是否有改變的情形。以下分別就研究設計、研究對象、研究工具、實驗處理和資料蒐集與分析等五個方面加以說明：

一、研究設計

本研究利用準實驗研究，採取所羅門四組實驗設計(Solomon four-group design)，將抽樣的四個班級分派成實驗組 E1、E2 和控制組 C1、C2，以接受不同的實驗處理，實驗處理之前，選取實驗組 E1 和控制組 C1 進行前測，接著實施以問題為中心的合作學習之教學作為實驗處理，後測在教學之後一週進行，用以比較兩組對科學概念理解、科學相關態度以及問題解決能力是否因教學而有所差異。此外，在教學之後並對兩組學童進行「對自然科學教學的態度問卷」，以探討兩組學童對以問題為中心的合作學習教學之喜歡程度。

表三 實驗設計表

組別	前測	實驗處理	教學期間	後測
實驗組 E1	T1	X1	Q	T2
實驗組 E2	—	X1	Q	T2
控制組 C1	T1	—	—	T2
控制組 C2	—	—	—	T2

C、E：四個班級的代號分別為 E1、E2 和 C1、C2，其中 E1 為以問題為實驗教學有前測組、E2 為實驗教學無前測組、C1 為一般教學有前測組、C2 為一般教學無前測組。

X1：表示實驗組接受「以問題為中心的合作學習教學」的實驗處理。

T1：表示實驗處理前所實施的前測，亦即本研究中所使用的「科學概念理解測驗」、「科學相關態度量表」及「問題解決能力問卷」。

Q：表示實驗教學期間，研究者為了檢驗教學是否符合以問題為中心的合作學習教學的理念所設計的相關檢核表，以及學生的上課紀錄。

T2：表示實驗處理後所實施的後測，包括「科學概念理解測驗」、「科學相關態度量表」、「對自然科學教學的態度問卷」及「問題解決能力問卷」。

二、研究對象

本研究選取的研究對象是台北市北投區某小學的五年級學生，此國小全校的班級數在一百班以上，而所採樣本共計四班，並將抽樣的四個班級分派至實驗組和控制組，本研究樣本因無法隨意更動班級的編制，故屬非隨機取得，但學校在進行編班時是採常態 S 型編班，此外，為了進一步確定未進行實驗處理前，兩組受試者在程度上有一致性，研究者在正式進行實驗研究時，先以單因子變異數分析來檢定實驗組與控制組學童的在校自然科成績及瑞文式推理測驗成績是否有差異，四組學童在瑞文氏推理能力之平均分數分別為 45.68、44.22、45.13、46.28、46.87，在自然成績的平均數則為 86.20、86.66、86.74、85.62、89.87。經單因子變異數分析考驗，結果瑞文氏推理測驗成績之 F 值為 0.992，自然成績之 F 值為 2.137，均未達.05 顯著水準，顯示實驗組和控制組的學業成績及瑞文氏推理測驗成績並無差異，確定實驗組與控制組學生的同質性後，才正式進行實驗研究。研究期間並依瑞文氏推理測驗成績將學生分為高推理能力、中推理能力和低推理能力三組，關於各組高、中、低推理能力之學童人數分佈如下（表四）：

表四 研究樣本人數分佈表

組別	推理能力			全 體
	高	中	低	
實驗組 E ₁	5	12	15	32
實驗組 E ₂	9	13	7	29
控制組 C ₃	9	13	9	31
控制組 C ₄	13	8	10	31
合計	36	46	41	123

註：表中推理能力乃依據學童在四年級時所進行之瑞文氏推理測驗成績之百分等級由高而低而定，其中高推理能力為百分等級 67（含）以上，中推理能力為百分等級 34（含）以上、66（含）以下，低推理能力則為百分等級 33（含）以下。

三、研究工具

本研究所使用之研究工具包括：

- 1.科學概念理解測驗：本測驗乃依據南一出版社（2001）所編之國小自然科課本第十冊，第五單元「酸和鹼」和第六單元「台灣的天氣」的單元目標，參考自然課本、習作及相關學者所進行之研究，編製而成科學概念理解測驗，用以探討學童在教學後之概念理解情形。測驗分為兩部分，第一部份為單層式選擇題，其中「酸和鹼」和「台灣的天氣」兩單元各佔十題，第二部分為簡答題，共有六題，兩個單元也分別各佔三題。關於科學概念理解測驗之單元名稱、目標、試題及題型分配情形，如附錄一所示。根據預試樣本（有效樣本 30 位）第一次及第二次施測的得分，間隔時間為二週，得其穩定係數為.85，顯示本測驗之穩定性良好。而本測驗發展過程先後由二位師範學院具數理背景之教授、二位國小自然科教師審查試題與測驗目標的符合程度，以及題意的清晰度、流暢度，以取得專家效度，此外，本測驗之試題內容針對「酸與鹼」與「台灣的天氣」兩個單元之科學概念，並且符合教學之目標，採用邏輯的分析方式判斷每一個題目確實能與教學目標與教學內容相符合，故本測驗有良好之內容效度。
- 2.「科學相關態度量表」：本量表是參考相關學者（莊嘉坤，1995；陳英豪等，1991；龍麟如；1997）所做之研究後修改而得，其中包含四個向度：「對科學的態度」、「對學習科學的態度」、「對參與科學探討活動的態度」及「科學活動進行時的態度」。量表正式版計有題目四十題，每個向度十題，除了第八題和第十九題為反向題外，其餘為正向題。根據預試樣本（有效樣本 80 位）的得分，以 Cronbach α 分析，各試題與全體之相關值介於.40~.75 之間（如附錄八），且大於.45 之題目，佔了三十九題，大於.50 之試題，佔了三十六題，各試題刪除後的 α 值均在.96 以上，可謂具有高度鑑別力。根據預試樣本（有效樣本 80 位）的得分，以 Cronbach α 分析，結果 Cronbach α 值為.96，若就 Gardner（1975）所提出鑑別個別態度差異之態度量表信度值為.90 的標準（引自龍麟如，1997），本量表可謂具有良好信度。根據預試樣本（有效樣本 80 位）的得分，以 Cronbach α 分析，結果 Cronbach α 值為.96，若就 Gardner（1975）所提出鑑別個別態度差異之態度量表信度值為.90 的標準（引自龍麟如，1997），本量表可謂具有良好信度。
- 3.「問題解決測驗」：本研究所使用之問題解決測驗乃採用詹秀美、吳武典（1991）所編製的「問題解決測驗」，測驗內容分屬五個分測驗：解釋推論、逆向原因猜測、決定解決方法、預防問題等，每個「分測驗」各包含六個題目，為一可實施

團體測驗的紙筆測驗。

4. 「對自然科教學的態度問卷」：本問卷是參考 Casey & Howson (1993) 所發展的問題中心教學策略自我評估量表(張清濱, 1995)，並考量研究者實際的教學情形編製而成。本問卷是爲了探討學童對自然科教學採用問題中心的合作學習策略之看法，由學童針對各項目表達自己的看法及喜歡程度，選目以 Likert 五等第量尺型式出現，並請學生針對看法寫下自己的理由，問卷計有題目十題，除第十題用以蒐集學童的其他建議或意見之外，其餘九題皆爲學童對採用問題中心的合作學習策略來教學的看法，題目均爲正向題。
5. 「教學檢覈量表」：本問卷內容是參考台北市發展性教學輔導系統研究小組(1999) 所研發之教學評鑑規準及研究者實際的教學情形所編製而成。選目以 Likert 五等第型式呈現，問卷共有四十題，題目均爲正向題，分成四個向度，一是教材組織與設計，二是教學技能，三是班級學習管理，四是教學態度；問卷請原來自自然科任教師於研究進行時協助研究者做教室觀察記錄，以幫助研究者反省及檢討教學的過程。
6. 「問題中心教學自我評估量表」：本問卷內容是參考 Casey & Howson (1993) 所發展的問題中心教學策略自我評估量表，及研究者實際的教學情形所編製而成。問卷共有十八題，題目均爲正向題，選目以 Likert 五等第形式呈現，由教學者在教學後根據自己的教學來進行評估，以進行教學的檢討與改進。

四、實驗處理

「合作學習」和「問題中心學習」成功的首要關鍵是發展學習任務，研究者在實驗處理過程中，嘗試將教科書中的概念，轉變成充滿挑戰的問題情境，讓學生可以在合作解決問題的過程中，逐步學習教科書中所欲傳達的概念，更重要的是，這些問題要用生活化的方式呈現，並與學生生活息息相關，而且各個問題都是教科書中各個概念的應用。問題中心的教學目的在於促進學生的問題解決能力，因此，研究者的教學設計皆以開放性的問題出發，讓學生在學習的過程中更具有主動性，所設計的問題儘量以能促進學生的學習動機爲主，以解決問題爲依歸，在過程中並強調學生小組間的合作學習，主張學生應從共同合作中一起解決問題。

雖然課程標準(1993)明訂自然科的教學應以問題解決的形式出發，教材的編寫

也都以這樣的方式進行，但部分教師仍然無法完全掌握問題中心的精神來進行教學，以問題為中心是研究者督促自己必須達到的目標，為了檢覈自己的教學，研究者除了設計「教學檢覈量表」之外，另外設計「問題中心教學自我評估量表」，以幫助自己達成教學目的，希望學生在問題中心的合作學習策略下，能夠啟發其問題解決的能力，並培養較為正向的科學相關態度。

研究者的教學設計皆以開放性的問題出發，讓學生在學習的過程中更具有主動性，所設計的問題儘量以能促進學生的學習動機為主，並以解決問題為依歸，設計的方式除了以 Wheatley 的問題中心教學模式進行之外，尚融入 Driver 和 Oldham 的五階段教學的精神，教學的各階段如表五所示。教學進行中並以五人至六人做異質性分組，學生在教學活動期間共同藉由蒐集相關資料、進行小組討論及分工合作來達成彼此激勵的目的，以促成學生的主動性，達成學習的目標。

表五 研究所進行的教學模式

階 段	目 的	方 法
教師提出問題，引起學生的動機（確定探討的方向）	激發學生的興趣，引起學生的學習動機，並針對提出的問題開始深入討論。	實際的活動、待解決的實際問題、教師的示範、錄影帶等等。
教學內容與舊經驗的聯結（引出學生的想法）	讓老師和學生注意到一些學生原先就有的想法，促進學生先前概念與新知識的聯結，在此階段，教師並注意提醒或刺激學生有關的舊經驗。	實際的活動、小組討論後提出報告。
教師在教學中製造概念衝突的情境（促使學生想法的重組）	使學生察覺到和自己原先觀念不同的科學上的觀點，而能以此種科學的觀點來修正、擴充、或取代原先的想法。	小組討論後提出報告。 教師示範、各自進行實驗、教學學習單 討論、教師指導分享。 討論、閱讀、教師指導及分享。
1.澄清和交換	體認現況有其他的想法存在，並仔細檢討自己的想法。	
2.置於衝突的情境	考驗自己現有想法的正確性。	
3.建構新的想法 4.評鑑	修正、擴充或抽換現有的想法。 考驗新建構出來的想法的正確性。	

於實際的生活情境中 (應用新的想法)	利用熟悉以及新奇的情境來增強學生 新建構的想法。	個人的寫作、實際的活 動、解決問題。
讓學生反省原有想法 並促進新概念的學習 與建立(回顧想法的 改變)	注意到想法的改變並熟悉學習歷程， 使學生能省察其想法改變的程度。	個人的寫作、團體討論、 個人的日記等等。

五、資料蒐集與分析

- 1.資料蒐集：在量的資料方面，本研究蒐集「科學概念理解測驗」、「科學相關態度量表」、「問題解決測驗」、「對自然科教學的態度問卷」、「教師教學檢覈量表」及「問題中心教學自我評估量表」等資料，而在質性的資料方面，則蒐集學生在教學中所做的上課紀錄以及教師在教學之後所做的教師反省紀錄。
- 2.資料分析：在量的資料方面，本研究利用二因子變異數分析以瞭解科學概念理解、科學相關態度及問題解決能力是否受到以問題為中心的合作學習教學之影響，而在對自然科的教學態度方面，則用單因子變異數分析來瞭解學生在此表現上的差異。在質性的資料方面，研究者根據學生上課的作業單、學習心得紀錄以及研究者親自教學後所做的教學反省紀錄來進行質性資料的分析。

肆、結果與討論

本節共分五個部分，第一部份為以問題為中心的合作學習教學對學童科學概念理解之影響，其次為以問題為中心的合作學習教學對學童科學相關態度之影響，第三部分為以問題為中心的合作學習教學對學童問題解決能力之影響，第四為學童對於以問題為中心的合作學習教學的態度，接下來為學童上課記錄之內容分析及教師的教學情況分析，以下便分別呈現並討論之。

一、以問題為中心的合作學習教學和一般教學對學童「科學概念理解」之影響

本節旨在分析以問題為中心的合作學習小組與一般教學組之學童，在經過教學之後，其科學概念理解測驗成績之差異情形，藉以瞭解前測經驗是否會造成影響，以及「前測經驗」、「以問題為中心的合作學習教學」之實驗處理和「測驗與實驗處理的交互作用」等三種效果；再則進一步分析不同的教學法，對高、中、低推理能力學童

在後測成績的差異情形，藉以瞭解前測經驗及不同教學法對高、中、低推理能力學童在科學概念理解之影響結果。

科學概念理解測驗滿分為四十分，四組學童在此測驗之前後測總分之平均數與標準差如下表四所示，由表六中可看出以問題為中心的合作學習教學有前測組及一般教學有前測組的前測總分平均數分別為 7.39 及 7.06，而各組在經過教學之後，在實驗組方面，無前測組的後測平均分數高於前測組的後測平均分數，而在控制組的部分，則為有前測班級的後測平均分數高於無前測組的後測平均分數。

表六：學童在科學概念理解測驗前後測之總分平均數與標準差

組別		前測		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	前測組 (31 人)	7.39	2.62	25.87	5.13
	無前測組 (29 人)			26.62	4.88
控制組	前測組 (31 人)	7.06	3.19	15.58	7.62
	無前測組 (32 人)			12.66	5.99

為了更進一步瞭解前測經驗和教學法之間對於實驗處理結果的關係，則進行二因子變異數分析，將後測作為依變數，而前測經驗與教學法則作為自變數，結果如表七所示，研究發現：教學法的 $F_{.95(1,119)} = 124.618$ ，達.001 的顯著水準，顯示實驗組和控制組在不同的教學處理之後，其在科學概念的理解上有顯著的不同，亦即，透過問題中心的合作學習教學，對於學童的科學概念理解，有明顯正向的幫助。

表七：學童在科學概念理解測驗之二因子變異數分析摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
前測	36.31	1	36.31	1.00
教學法	4516.69	1	4516.69	124.62***
前測X教學法	103.64	1	103.64	2.86
誤差	4313.08	119	36.24	
全體	58264.00	123		

*** $p < .001$

此外，為探討不同教學法對高、中、低推理能力學童在後測成績之差異情形，因此，分別以高、中、低推理能力學童為對象，以「前測經驗」和「教學法」為自變項，學童的後測成績為依變項，進行二因子變異數分析，以瞭解前測經驗、教學處理以及測驗與實驗處理的交互作用之間的關係，結果發現：不同教學法分別對高、中、低推理能力學童，在科學概念理解測驗成績有顯著差異，也就是說，經過以問題為中心的合作學習教學，對於高、中、低推理能力的學童之科學概念理解，有明顯正向的效果。

從本研究的結果顯示，經過教學之後，學童的概念理解都有明顯的進步，而以問題為中心的合作學習教學，對於科學概念的理解比一般教學組有較顯著正向的效果，此即學生在經由此種教學之後，對於概念的建立有較為完整的架構，因此教師在進行教學時，若能從問題出發，引導學生進行合作學習，將有助於提升學童的概念理解；在考驗教學法對高、中、低推理能力學童概念理解情形之結果，則顯示出以問題為中心的合作學習教學對於不同推理能力學童均有顯著正面的效果。

二、以問題為中心的合作學習教學和一般教學對學童「科學相關態度」之影響

在科學相關態度方面，四組學童在「科學相關態度量表」之前後測總分之平均數與標準差如下表六所示，由表八中可看出「以問題為中心的合作學習教學有前測組」及「一般教學有前測組」的前測總分平均數分別為 154.81 及 147.94，而各組在經過教學之後，在實驗組方面，無前測組的後測平均分數高於前測組的後測平均分數，而在控制組的部分，則為有前測班級的後測平均分數高於無前測組的後測平均分數；由此顯示以問題為中心的合作學習教學組在教學後呈現比教學前更為正向的態度，而一般組學童在教學後，有前測的班級表現與教學前大致相同，而無前測的班級所表現出來的分數則有明顯較低的現象。

表八：學童在科學相關態度量表前後測之總分平均數與標準差

組別		前測		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	前測組 (31 人)	154.81	24.49	174.19	9.06

	無前測組 (29 人)			176.66	9.55
控制組	前測組 (31 人)	147.94	24.11	148.35	27.64
	無前測組 (32 人)			127.19	28.47

爲了更進一步瞭解前測經驗和教學法之間對於實驗處理結果的關係，進行二因子變異數分析，將後測作爲依變數，而以前測經驗與教學法則作爲自變數，結果如表九所示，研究發現：教學法的 $F_{.95(1,119)}=97.651$ ，達.001 的顯著水準，顯示實驗組和控制組在不同的教學處理之後，其在科學相關態度的表現上有顯著的不同，也就是說，經過教學的實驗處理之後，實驗組比控制組具有更爲正向的科學相關態度；而考慮測驗對實驗處理所造成的影響則發現 $F_{.95(1,119)}=6.025$ ，達.05 顯著水準，實驗組的前測經驗並未影響後測的結果，但控制組的前測經驗則影響學生後測的表現。再者，對於前測經驗與實驗處理的交互作用上， $F_{.95(1,119)}=9.614$ ，亦達.01 顯著水準，顯示教學法與前測成績產生交互作用，也就是說，在控制組方面，有前測的班級表現比沒有前測的班級好，而在實驗組方面，有前測的班級在經過教學之後得分反而比沒有前測的班級低。

表九：學童在科學相關態度量表之二因子變異數分析摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
前測	2686.42	1	2686.42	6.03*
教學法	43540.11	1	43540.11	97.65***
教學法X前測	4286.62	1	4286.62	9.61**
誤差	53059.36	119	445.88	
全體	3098646.0	123		

*** $p<.001$ ，** $p<.01$ ，* $p<.05$

爲進一步瞭解不同教學法對高、中、低推理能力學童在後測得分之差異情形，因此，分別以高、中、低推理能力學童爲對象，以「前測經驗」和「教學法」爲自變項，學童的後測成績爲依變項，進行二因子變異數分析，以瞭解前測經驗、教學處理以及測驗與實驗處理的交互作用之間的關係，結果顯示：不同教學法分別對高、中、低推理能力學童，在科學相關態度量表上的成績有顯著差異，其 F 值均達.001 的顯著水

準，也就是說，經過以問題為中心的合作學習教學，對於高、中、低推理能力的學童之科學相關態度，比一般教學有明顯正向的效果。

由本研究結果發現，實驗組學童經過教學之後，其前後科學相關態度有顯著差異，亦即實施前測的實驗組學童在經過教學之後，其科學相關態度有顯著的進步；另外，在控制組部分，經過教學之後，學童在科學相關態度的表現上與前測並無顯著差異，顯示控制組的學童在經過教學之後，並未提升其科學相關態度；而且以問題為中心的合作學習教學組在科學相關態度的表現上比一般教學組之學童有顯著正向的效果。

三、以問題為中心的合作學習教學和一般教學對學童「問題解決能力」之影響

學童在「問題解決測驗」之前後測總分之平均數與標準差如下表十所示，由表中可看出以問題為中心的合作學習教學有前測組及一般教學有前測組的前測總分平均數分別為 30.48 及 25.26，而各組在經過教學之後，在實驗組及控制組方面，有前測組的後測平均分數均高於無前測組的後測平均分數。由資料顯示，以問題為中心的合作學習教學之前測組和一般教學的前測組在經過教學後，對於問題解決能力呈現比教學前更為正向的態度。

表十：學童在問題解決測驗前後測之總分平均數與標準差

組別		前測		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	前測組 (31 人)	30.48	13.71	42.39	8.57
	無前測組 (29 人)			27.17	9.54
控制組	前測組 (31 人)	25.26	12.29	39.42	9.27
	無前測組 (32 人)			21.84	12.67

從學童在問題解決測驗的表現上發現，前測經驗確實會影響學童後測的結果，經與原班任課教師訪談以探究其原因，結果發現，可能是因為問題解決測驗為需要文字敘述的測驗，而學童在實施後測之時剛好遇到學期結束之期，許多學生認為此份問卷與教學內容無關，因此作答不認真，以致於在此份測驗的後測成績上呈現如此大的差異，所以在時間的選取上應加以留心，這亦是研究者在日後進行研究時應該注意的地方。

為了更進一步瞭解前測經驗和教學法之間對於實驗處理結果的關係，則進行二因

子變異數分析，將後測作為依變數，而教學法與前測經驗則作為自變數，結果如表十一所示：雖然在考慮測驗對實驗處理所造成的影響時發現 $F_{.95(1,119)}=79.857$ ，達.001顯著水準，前測經驗會影響學童在後測上的表現，實施前測的班級在後測的表現上明顯比沒有實施前測的班級好，但是教學法的 $F_{.95(1,119)}=5.112$ ，達.01的顯著水準，顯示實驗組和控制組在不同的教學處理之後，其在問題解決能力上有顯著的不同，也就是進行以問題為中心的合作學習教學對提升學童問題解決能力有明顯正向的效果。

表十一：學童在問題解決測驗之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
前測	8254.99	1	8254.99	79.86***
教學法	528.45	1	528.45	5.11*
前測X教學法	42.80	1	42.80	.41
誤差	12301.26	119	103.37	
全體	152849.0	123		

*** $p<.001$ ，* $p<.05$

除此之外，為了解不同推理能力的學童在經過教學之後，在問題解決能力上是否有差異，分別以高、中、低推理能力學童為對象，以「前測經驗」和「教學法」為自變項，學童的後測成績為依變項，進行二因子變異數分析，以瞭解前測經驗、教學處理以及測驗與實驗處理的交互作用之間的關係，研究結果顯示：在高推理學童這一組，教學法的 F 值達到.05 的顯著水準，顯示接受以問題為中心的合作學習教學組的學童，在問題解決能力的表現上較一般教學組的學童來得正向，而中、低推理能力的這兩組學童，其 F 值均未達到顯著水準，顯示經過不同的教學，對於中、低推理能力的學童的問題解決能力並沒有顯著的差異，亦即經過不同的教學，對於中、低推理能力的學童，其在問題解決能力的表現上一樣好。而考慮前測對後測所造成的影響則發現，三組學童的前測經驗均影響後測成績的表現。

從學童在問題解決測驗的表現上發現，前測經驗影響學童後測的結果，經與原班任課教師訪談以探究其原因，結果發現，可能是因為問題解決測驗為一需要文字敘述的測驗，而學童在實施後測之時剛好遇到學期結束之期，許多學生認為此份問卷與教學內容無關，因此作答不認真，以致於在此份測驗的後測成績上呈現如此大的差異，

所以在時間的選取上應加以留心，這是研究者在日後進行研究時應該注意的地方。

四、以問題為中心的合作學習教學和一般教學對學童對自然科教學的態度之差異性考驗

在對自然科教學的態度方面，主要是想瞭解以問題為中心的合作學習小組與一般教學組之學童，在經過教學之後，其在對以問題為中心的合作學習教學態度之差異情形，為明瞭實驗組與控制組在對以問題為中心的合作學習教學之各項特點之態度反應是否有差異，因此以單因子變異數分析進行考驗，結果如表十二所示：

- 1.本問卷之 2、3、4、5、6、7、8 題，兩組間有顯著差異，顯示學生在「不直接講解課本內容，改以學生興趣的方面出發」、「互相討論代替直接的答案」、「實驗要記錄並分享」、「鼓勵學生尋找答案代替直接給他答案」、「問題應有多種解法」、「做實驗應提供不同器材」及「成績計算應包括平常表現」等方面，實驗組較控制組有更正向的態度。

表十二：學童在「對自然科教學的態度問卷」之變異數分析摘要表

題號	變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	事後比較
第一題	組間	0.963	1	0.963	.845	
	組內	137.834	121	1.139		
第二題	組間	5.275	1	5.275	4.470	E>C*
	組內	142.790	121	1.180		
第三題	組間	10.947	1	10.947	6.922	E>C**
	組內	191.346	121	1.581		
第四題	組間	6.922	1	6.922	4.511	E>C*
	組內	185.679	121	1.535		
第五題	組間	10.400	1	10.400	7.255	E>C***
	組內	173.453	121	1.433		
第六題	組間	4.762	1	4.762	5.082	E>C*
	組內	113.384	121	.937		
第七題	組間	9.377	1	9.377	12.712	E>C***
	組內	89.257	121	.738		
第八題	組間	4.553	1	4.553	3.133	
	組內	175.853	121	1.453		

第九題	組間	4.258	1	4.258	2.090	
	組內	246.539	121	2.038		
全體	組間	478.914	1	478.914	16.461	E > C***
	組內	3520.257	121	29.093		

E 代表以問題為中心的合作學習教學組，C 代表一般教學組

p*** < .001; p** < .01; p* < .05

- 2.在第一題「上課前，老師會先和同學討論將要學習的單元如何進行」上，實驗組與控制組看法均偏正向，且二組看法趨於一致。
- 3.在第九題「教師上課不抄重點、段考不複習，完全讓學生主動學習」上，雖然兩組間沒有顯著差異，但是實驗組的態度是較為正向的。
- 4.整體說來，實驗組的學童在對自然科的態度上，與控制組的學童有顯著差異，也就是說，在對自然科教學的態度上，以問題為中心的合作學習教學組學童表現出比一般教學組的學童具有顯著積極的態度。

由兩組學童在整體的態度反應之差異性考驗，經單因子變異數分析發現兩組之間有顯著差異，顯示以問題為中心的合作學習教學組學童比一般教學組學童有更正向的態度。其可能原因可由整體態度反應分布看出，也就是說，兩組學童均喜歡此種教學方式，但以問題為中心的合作學習教學的學童有較大比例屬於高度正向態度，而一般教學組的學童則較屬於中度正向的態度。

五、在質性資料的分析部分：

根據學生在「對自然科教學的態度」問卷上所敘述的理由，研究者發現學生對以問題為中心的合作學習教學持正向態度的原因有以下幾點：「讓我們有個學習目標」、「可以把我們的問題解決」、「很生活化」、「可以自己探索並解決問題」、「讓學生增加互動的機會」、「讓我們養成自己做的習慣」等等；而持負向態度的原因則為：「同學會不學習」、「因為不想自己寫，想老師告訴我們答案」、「不喜歡記錄、分組報告」及「不喜歡去查資料」等。

實驗組學童對於以問題為中心的合作學習教學所表現出來的態度是正向的，學生在教學期間對於教學所進行的活動，有部分學生表示可以增進自己的問題解決能力，讓自己有機會思考問題，並尋求解答，不過，也有學生指出不喜歡進行合作學習，因為組內有同學都不幫忙。以下列出學生在進行「製作新的指示劑」單元之後所寫下的

感想：

讓我知道必須準備什麼才可以做菜汁，而且菜汁顏色變來變去很好玩（E112）。

今天的課程多采多姿，做的實驗也很好玩（E132）。

讓我學習到很多新知識（E127）。

這次的實驗很好玩，有時出現困難，有時又把問題解決，真的很有趣（E117）。

另外，綜合學生在「酸和鹼」以及「台灣的天氣」的上課紀錄內容發現，學生在進行活動時，大都採積極正向的態度，願意動手操作，因此，對於學生概念的建立便有了較大的幫助。例如，在「酸和鹼」單元中，根據上課的第一份學習單，研究者提出三個問題：一、關於今天的單元，我們曾經學過的相關單元有.....。我們曾經有過的經驗是.....。二、我們從新單元中學到的有.....。三、新單元和我以前所學的單元或是我曾經有的經驗原來是有關係的，這關係是.....。以下根據學生的回答做成下表十三，其中符合本單元科學概念的用（S）來表示，屬於學生迷思概念的用（M）表示。

表十三：學生在「酸和鹼」單元對於新單元與舊經驗的連結

學童代號	教學前之經驗或想法	教學中之收穫或想法	教學後的收穫及想法
E102	皮膚是酸性的（M）。	酸性和鹼性是有區別的（S）。	東西的酸鹼性在日常生活中會常常遇到，瞭解物質的酸鹼性對我們有幫助（S）。
E117	檸檬汁是鹼性的（M）。	BTB 指示劑可以測試酸鹼性（S）。	酸性對身體有害，鹼性對身體有益（M）。
E216	雨水是中性的（M）。	可以用藍色石蕊試紙和紅色石蕊試紙來辨認酸和鹼（S）。	生活中很多東西都可以拿來當作指示劑（S）。

E219	在紐西蘭的時候，曾經利用某一種綠色指示劑，滴入酸時變成黃色，滴入鹼時變成藍色（S）。	酸性的話，藍紙會變紅。鹼性的話，紅紙會變藍（S）。	利用指示劑或試紙可以辨認溶液的酸鹼性（S）。
E231	果汁喝起來酸酸的，應該是酸性（S）。	利用高麗菜汁可以檢驗溶液的酸鹼性，酸性溶液中會變成紫紅色，鹼性溶液中會變成藍色（S）。	酸雨是因為空氣污染所造成的，淋到酸雨會掉頭髮（M）。

根據學生的回答發現，學生對於酸鹼的概念很多是由於生活中的經驗所形成的，例如學生覺得檸檬汁是鹼性的，其實是因為坊間將檸檬汁認為是鹼性食品，而坊間對於食物酸鹼性的定義與溶液真正的酸鹼性是不同的；另外，學生對於酸雨的認知，也停留在「酸雨會使人掉頭髮」，經過教學之後，雖然有些學生改變了他們原本的想法，但是仍有部分學生還是無法改變原來的想法，這跟學生從小的生活經驗其實有很大的相關。

而從學生在「台灣的天氣」教學前的前測所表現出來的理解情形，研究者發現，從「能指出氣壓和雲的形成有關，並觀察天氣的變化」這個教學目標來看，學生在教學前對於雲的形成概念並不清楚，在經過教學之後，實驗組的學童在概念的理解上比控制組的學童有更明顯的進步情形；而從「能以空氣具有壓縮性的舊經驗來進行實驗設計，並瞭解氣壓、氣溫和雲霧之間的關係」這個教學目標來看，教學前，學生對於氣壓和雲霧之間的關係並未建立正確的概念，在經過教學之後，實驗組的學童在概念的理解上也比控制組的學童有更明顯的進步情形；從「能瞭解天氣的變化並利用到日常生活中」這個教學目標來看，學生在教學前對於部分天氣變化並不清楚，學生無法把天氣變化的原因找出來，不過在經過教學之後，學生對於「瞭解天氣並應用到生活中」這一學習目標，顯然比教學前進步不少；綜合學童在「台灣的天氣」上課紀錄內容發現，以問題為中心的合作學習教學組的學童多數均能在教學之後對於台灣特有的天氣型態，以及雲霧如何形成，有著較為清晰的概念。

而分析研究者的教學反省日誌則發現，學生對於此種上課的方式，表現出高度的

參與，且在研究者檢核教學的教學檢核量表上，也顯示研究者能符合以問題為中心的合作學習的教學，不過，研究者在教學中也發現，部分問題的提出並沒有完全和學生的生活經驗相連結，遇到這樣的問題，學生的參與度就會明顯降低，不過，整體說來，在自然科進行以問題為中心的合作學習教學的確可以提升學生的學習興趣與學習態度，對學生的自然科學習有很大的幫助。

以問題為中心的合作學習教學強調從問題出發，讓學生從解決問題中去學習，並強調學生之間的互助合作，從學生陳述的理由看來，似乎可明確見到此種教學的優點，學生認為自己可以從探索中解決問題，也認為這樣的教學很生活化，這正符合了當初研究者的教學設計。

伍、結論與建議

一、結論

本研究之目的在於探討不同教學法(以問題為中心的合作學習教學組及一般教學組)對學童科學學習之影響。此外，亦探討學童對以問題為中心的合作學習教學的態度，俾為後續發展教學之參考。以下分別就科學概念理解、科學相關態度、問題解決能力及對自然科教學的態度等方面做成四點結論。

- (一) 在科學概念理解方面：以問題為中心的合作學習的教學對學童的科學概念理解有明顯正向的效果；而針對不同推理能力的學童進行分析發現，不同教學法分別對高、中、低推理能力學童，在科學概念理解測驗成績有顯著差異，亦即經過以問題為中心的合作學習教學，對於高、中、低推理能力的學童之科學概念理解，有明顯正向的效果；由結果顯示，以問題為中心的合作學習教學有助於提升學生學習科學概念的潛能。
- (二) 在科學相關態度方面：雖然在實驗組方面，有前測的班級在經過教學之後的後測分數上表現比沒有前測的班級來得低，在控制組方面，有前測的班級在後測分數上的表現比沒有前測的班級來得高，但整體來說，以問題為中心的合作學習組在科學相關態度較一般組的學生來得積極正向；另外，不同教學法分別對高、中、低推理能力學童，在科學相關態度量表上的成績有顯著差異，也就是說，經過以問題為中心的合作學習教學，對於高、中、低推理能力的學童之科學相關態度，比一般教學有明顯正向的效果。

- (三) 在問題解決能力方面：雖然後測成績受到前測實施與否的影響，但是以問題為中心的合作學習組的學童在問題解決能力方面，比一般組的學生有明顯正向的效果；研究結果亦發現在高推理學童這一組接受以問題為中心的合作學習教學組的學童，在問題解決能力的表現上較一般教學組的學童來得正向，而中、低推理能力的這兩組學童則均未達到顯著水準，顯示經過不同的教學，對於中、低推理能力的學童的問題解決能力並沒有顯著的差異，而考慮前測對後測所造成的影響則發現，三組學童的前測經驗均影響後測成績的表現。由學童在問題解決能力的表現上來看，研究者的以問題為中心的合作學習教學仍有精進的空間。
- (四) 在對自然科學的態度方面：以問題為中心的合作學習組在此方面表現得比一般組的學生來得積極；由兩組學童在整體的態度反應之差異性考驗發現，以問題為中心的合作學習教學組學童比一般教學組學童有更正向的態度，其可能原因可由整體態度反應分布看出，亦即兩組學童均喜歡此種教學方式，但以問題為中心的合作學習教學的學童有較大比例屬於高度正向態度，而一般教學組的學童則較屬於中度正向的態度。

二、建議

研究者根據研究設計、實驗處理方式、研究結果、討論及研究結論，加以綜合檢討，並據此提供數點建議；以下分成研究與教學兩方面說明。

(一) 研究方面

以下為研究者針對研究方面所提之建議，可供未來進一步研究之參考。

1. 本研究之以問題為中心之合作學習組，在提升學童科學概念理解、科學相關態度及問題解決能力方面均具有正向的效果，惟若欲建立一般化的通則，則需更廣泛的研究；在研究對象方面，可考慮納入國小不同年級的學童，甚至是國、高中或大學等層次的學生；在研究內容方面，可依學科、學門或主題加以選擇，或統整課程之主題。
2. 本研究之實驗處理期間包括兩個單元，每個單元共計八節，合計十六節，時間安排仍屬緊湊，若可延長為每單元十節或是十節以上，應該較為適宜，研究者可依教學內容加以調整。

- 3.研究期間應與學校考試時間至少距離兩週的時間，以避免考試的壓力影響學生的心理感受，讓學生產生不舒服感而影響研究的結果，更好的處理方式則是不進行統一的紙筆測驗，而由教師針對各班的實際學習狀況分別加以評量，如此可避免統一的紙筆測驗限制了教學的進度與內容，而學童也更應能接受實驗處理的教學方式。
- 4.實驗處理中的以問題為中心的合作學習教學可順應學校本位課程與教師自編課程的趨勢，採用自編的、合乎實驗設計精神的教材，則更可以瞭解以問題為中心的合作學習教學對學童科學學習的影響。

(二) 教學方面

以下為研究者針對教學方面所提之建議，可供往後教學之參考。

- 1.在進行自然科教學時，可以多採用問題中心的方式，同時要注意讓學生進行合作學習，以增進學生科學學習之成果；不過，任何教法要能有效實施，均需考量學生的接受度和適應性，對於要讓學生從被動的學習者轉變成為主動積極的學習者，則應採用漸進的方式，不要一開始便期望學生能從被動換成主動，而所選擇的教材也應由簡至難逐漸提高其難度，並在教學過程中給予學生適當的鼓勵與協助。
- 2.本研究發現，以問題為中心的合作學習教學對學生的科學學習有正向的幫助，在進行此項教學時，若問題能完全結合學生的生活經驗來進行，且讓小組能從自身有興趣的問題著手，自行設定研究題目，並從中協助學童合作解決問題，如此對學生的學習應有更大之幫助。
- 3.進行小組合作學習時，要建立「共同學習、獨自表現」的學習的模式，讓學生在合作學習中也能建立個人的績效，如此才不會反而降低部分學生的學習興趣。
- 4.學生喜歡進行自然科的實驗，也有學生認為可以用電腦來上課，目前的教學趨勢在強調資訊融入各科教學，如果教師在教學時，可以利用資訊來融入教學，除了可以提高學生的學習動機，讓學生有更高的學習興趣之外，另外，應該也可以提升學生的學習表現，這也是未來進行教學時值得參考的方向。

陸、參考文獻

- 台北市發展性教學輔導系統研究小組（1999）：**台北市國小教師發展性教學輔導系統之研究**，台北市教育局。
- 江武雄（1994）：**合作學習的教學策略**。八十三學年度台灣中區國民中學數理科概念**改變教學策略研習會彙編**，國立彰化師範大學科學教育研究所。
- 邱錦昌（1996）：**實施問題中心取向教學法—創造終身的學習者**。北縣教育，第 13 期，頁 75-83。
- 林天祐（1996）：**合作學習**。教育資料與研究，第 13 期。
- 南一出版社（2001）：**國民小學自然課本**，第十冊。南一開發教科書股份有限公司。
- 洪志明（1998）：**聯結於生活的化學實驗安全 STS 模組之開發**。師大學報：科學教育類，43(1)，頁 19-25。
- 教育部（1993）：**國民小學課程標準**。台北：教育部。
- 教育部（2000）：**國民中小學九年一貫課程暫行綱要**。台北：教育部。
- 教育部（2001）：**國民中小學九年一貫課程暫行綱要**。台北：教育部。
- 張秀雄、吳美嬌、劉秀嫻（1999）：**合作學習在公民養成教育上的意義**。公民訓育學報，第八輯，頁 123-152。
- 張清濱（1995）：**問題中心的學習策略**。研習資訊，第 12 期，第 5 卷，頁 1-5。
- 張靜馨（1995）：**問題中心教學在國中發展之經過效果及可行性之探討**。科學教育學刊，第三卷第二期，頁 139-165。
- 莊嘉坤（1995）：**國小學生科學態度潛在類別的分析研究**。屏東師院學報，第八期，頁 111-136。
- 陳玫良（1995）：**「生活科技」新課程中的解決問題策略**。中學工藝教育月刊，第 28 卷，第 9 期，頁 10-17。
- 陳英豪等（1991）：**國小學生科學態度量表極其相關因素之研究**。台南師院學報，第二十四期，頁 1-26。
- 黃幸美（1997）：**兒童的概念學習、解題思考與迷思概念**。教育研究雙月刊，55：55-60。
- 黃政傑、林佩璇（1998）：**合作學習**。台北：五南出版社。
- 黃萬居（1997）：**談建構主義的自然科教學**。教育資料與研究，第 18 期，頁 35-37。
- 詹秀美、吳武典（1991）：**問題解決測驗**。台北：心理出版社。
- 龍麟如（1997）：**國小學生對科學的態度與相關變項關係之研究**。國立台灣師範大學

生物研究所碩士論文，未出版。

劉秀嫻（1998）：合作學習的教學策略，*公民訓育學報*，第七期，頁 285-294。

蘇育任（1997）：運用模組開發活動培育 STS 教師之可行性研究。*科學教育學刊*，第五卷第二期，頁 245-266。

Casey, M. B. & Howson, P. (1993). Educating Preservice Students Based on a Problem-centered Approach to Teaching. *Journal of Teacher Education*, November-December, Vol.44, No. 5, pp.361-369.

Casey, M. B. & Tucker, E. C. (1994). Problem-Centered Classrooms: Creating Lifelong Learner. *Phi Delta Kappan*, 75, pp.139-143.

Cobb, P. (1990). Multiple Perspective. In L. P. Steffe & T. Wood (Eds.), *Transforming Children's Mathematics Education: International Perspectives*. Hillsdale, NJ: Ablex.

Driver, R. & Bell, B. (1986). Students' Thinking and the Learning of Science: A Constructivist View. *School Science Review*, 67, pp.443-456.

Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1975). *Learning Together and Alone*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice, Hall.

Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1990). *Cooperation and Competition: Theory and Research*. MN: Interaction Book Company.

Johnson, D. W. , Johnson, R. T. & Holubec, E. (1990). Circles of Learning: Cooperative in the Classroom. In Johnson, D. W. , Johnson, R. T. *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. Needham Heights, Massachusetts: Allyn and Bacon.

Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1994). *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*(4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Kim, E. C. M., & Kellough, R.D. (1991). *Secondary School Teaching: Planing for Competence* (5th ed). New York: Macmillan.

Savior, J. M. & Hughes, A. S. (1994). Problem-Based Learning as Classroom Solution. *Educational Leadership*, v52, n3, pp54.

Sharan S. (1990). *Cooperative Learning : Theory, and Research*. New York: Praeger.

Shepardson, D. P. & Britsch, S. J. (2001). The Role of Children's Journals in Elementary

- School Science Activities. *Journal of Research in Science Education*, 38(1), pp.43-69.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning : Theory, Research, and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- Watson, S. B. (1991). Cooperative Learning and Group Educational Modules: Effects on Cognitive Achievement of High School Biology Students. *Journal of Research in Science Teaching*, v28, n2, pp.141-146.
- Wheatly, G. H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1), pp.9-21.

A Study of Problem Based and Cooperative Learning on Elementary Science

Sham-Mei Huang¹ Wanchu Huang²

¹Taipei Municipal Dai-Qiao Elementary School

²Graduate Institute of Science Education, Taipei Municipal Teachers College

Abstract

The purposes of this study were as follows: (1) to investigate the influences of different teaching methods (problem-based and cooperative learning vs. traditional) on science concept comprehension, science-related attitude, and problem solving ability. (2) to investigate the relationship between teaching methods and the reasoning skill of students. (3,4) to investigate the children's attitude toward problem-based and cooperative learning instruction for curriculum development in the future.

The design of this research was a quasi-experiment with Solomon four-group design. The subjects in this study were the fifth graders at an Elementary School in Taipei. The research tools utilized in the study were " Science Concept Comprehension Test (SCCT), Science-related Attitudes Scale (SRAS), Problem Solving Ability Test (PSAT) and Questionnaire on the Attitude toward Science Teaching (QAST)". The data of SCCT, SRAS, and PSAT collected from pretest and posttest were analyzed by two-way ANOVA. Responses from the QAST were analyzed by ANOVA.

The results of Science Concept Comprehension were as follows: there were significant differences in science concepts, the problem-based and cooperative learning group got higher score than those the traditional group did.

In regard of Science-related Attitudes and problem solving ability, the results showed that: there was remarkable distinction between two different teaching methods, the problem-based and cooperative learning group obtained higher score than those the traditional group did.

As to the Attitude toward Science Teaching, the results were as follows: the problem-based and cooperative learning group showed positive attitudes from

overall responses of the test. However, the students with a larger proportion in the problem-based and cooperative learning group possess highly positive attitude while the ones in traditional group possessed lower positive attitude. Therefore, enhancing the science applied in the course of Science does promote the students' learning interests and attitude and was very helpful to their study of Science.

Key words : Problem Based, Cooperative Learning, Study of Elementary Science