

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

融入概念構圖之學習環教學模式在國中生態系統概念教學 之實驗研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2511-S-041-001-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：嘉南藥理科技大學師資培育中心

計畫主持人：林達森

計畫參與人員：大學生-兼任助理：紀曉瑩、黃靜儀



處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 96 年 10 月 31 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

計畫名稱：融入概念構圖之學習環教學模式在國中生態系統概念
教學之實驗研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 95-2511-S-041-001-

執行期間：95 年 8 月 1 日至 96 年 7 月 31 日

計畫主持人：林達森

共同主持人：

計畫參與人員：紀曉瑩、黃靜儀

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：嘉南藥理科技大學師資培育中心

中 華 民 國 96 年 10 月 31 日

融入概念構圖之學習環教學模式 在國中生態系統概念教學之實驗研究

計畫編號：NSC95-2511-S-041-001

中文摘要

本研究之目的在於將概念構圖融入學習環教學模式，建構「概念構圖式學習環教學模式」，運用「概念構圖式學習環教學模式」與「原始學習環教學模式」於國中自然領域生態系相關概念之教學，探究其對於學習成果之效應。為達成此目的，本研究以目前國民中學自然與生活科技領域「生態系」相關教材內容規劃統整為實驗教學內容。本研究將採準實驗前後測設計，擬以兩個實驗組及一個控制組各 2 個班級進行。研究對象針對高雄地區國民中學隨機叢集抽選該校一年級 6 班，分別為對照組及實驗組。對照組班級以不干預其教學方式為原則，實施傳統教學；另外 4 班分別為實驗組 A 和 B，分別實施「概念構圖式學習環教學模式」及原始「學習環教學模式」。以學生一年級上學期自然領域學期成績為前測成績，於教學後實施成就測驗，作為後測成績。利用 ANCOVA 進行統計分析。研究結果如下數項：1. 兩種教學模式均能顯著提升學生學習成效，其中概念構圖式學習環教學又顯著優於原始學習環教學；2. 國一女生在生態係相關概念的學習成果優於男生，不過性別與實驗處理沒有顯著的交互作用存在；3. 經由晤談發現教師與學生均能覺察實驗教學設計與原有教學有所差異，並認為差一點可能幫助學習；4. 兩個實驗組學生分別認為概念構圖及概念應用練習單是最能幫助學習的步驟，且均有高於 5 成學生表示希望繼續採用實驗教學設計進行日後教學。

關鍵字：生態系統；學習環教學模式；概念學習；概念構圖

An experimental study of learning cycle teaching model with concept mapping included in ecosystem concepts teaching

Abstract

This study aims to combine “concept mapping” and “learning cycle teaching model” to construct a model of concept mapping enriched learning cycle teaching and employ both “the model of concept mapping enriched learning cycle teaching” and the prototype “learning cycle teaching model” in teaching ecosystem concepts of junior high schools’ nature curriculum to test whether the new model works. For these purposes, a quasi-experiment following a pretest-posttest design was undertaken in six junior high school science classes in Kaohsiung area. Of which two classes were experimental group I taught by 「the model of concept mapping enriched learning cycle teaching」, other two were experimental group II received the 「prototype learning cycle teaching model」, the last two were taken as control group and taught as usual by traditional teaching. As soon as the experimental teaching ends, the subjects take the achievement test. The data collected were analyzed by SPSS software. Major results are as follows: 1. teaching with learning cycle method could improve the effect of concept learning significantly; 2. the experimental group I students’ achievement is significantly higher than experimental group II; 3. according to the interviews, teacher students think the experimental teaching could promote the concept learning; 4. the subjects agreed that teaching with concept mapping has a positive effect, and think that the “learning cycle teaching model” is helpful to their learning.

Key words: ecosystem; learning cycle teaching model; concept learning; concept mapping

壹、緒論

近年來由於社會中各種環保及能源議題備受爭議與重視，人類社會如何永續經營與發展成爲國家政策與教育改革重要環節。九年一貫課程中亦將環境教育納入爲六大議題之一，使得環境教育深受中小學教育及師資培育的重視。生態系統概念的理解與建構乃爲環境教育的核心，欲求得環境教育的成效能於學生心中深植與品格化，需於生態系統概念的學習紮下堅實的根基。根據當前中小科學與環境教育之發展重點及研究者目前的研究成果，有必要進一步對於中學生進行包含操弄變項之實驗教學研究，建構有效提升生態系統概念教學成效之教學模式，更進一層地增進環境教育的成果。盼藉由此研究能更深入瞭解與提升國中階段生態系統概念的教學與學習之成效。

本研究擬嘗試融合概念構圖與學習環教學模式，建構適用於國中生科學相關概念教與學的教學模式，並實施於國中生態系統概念教學之中，深入探究此種其對於學習成效之效應，並掌握學習在此種教學模式中的認知運作機制，瞭解其影響學習成效之可能途徑。

本研究之目的如下：

- (一) 將概念構圖融入學習環教學模式，建構「概念構圖式學習環教學模式」。
- (二) 運用「概念構圖式學習環教學模式」與原始「學習環教學模式」於國中自然領域生態系統相關概念之教學，探究其對於學習成果之效應。
- (三) 藉由教室觀察與深入晤談，以瞭解「概念構圖式學習環教學模式」與原始「學習環教學模式」影響學習成效之機制與途徑。

貳、文獻探討

一、概念學習

「概念」是指被歸爲同一類事物共同屬性之抽象，通常以一概括性的名詞或符號指稱。人類運用認知功能對環境與經驗中複雜之資訊與刺激加以概念化，始得藉以發展對於自然現象之解釋並建構理論。J. Piaget 在其認知發展理論中，以「基模」表示人類的認知結構，「基模」意即認知主體經由學習(與環境互動)所建立的概念、或相關概念的組織體，爲求適應環境所發生的基模改變，就是人類認知發展的動態歷程，並以同化與調適等認知功能，說明認知主體所持有之概念的量與質的變化(引自 Wadsworth, 1972)。R. M. Gagné(1970)所提出的學習階層理論中，將人類學習活動由基礎至高階分爲八個階層，而概念學習列於第六個層次，人類經由訊號學習、刺激－反應學習、連鎖學習、語文學習、及辨識學習爲基礎，從而獲致概念學習之條件，而學習概念又爲原理原則學習及問題解決之基礎。依此認知心理學的觀點，概念不僅是與學習活動之間存在緊密關連，成功的概念學習更是引領學習者邁向高級認知活動的關鍵。

二、生態系統概念及相關研究

學生在科學概念的學習成果，一直與教師所期望的相去甚遠，究其原因顯示，學生由日常生活經驗中所獲得的錯誤概念根深蒂固，往往影響了學生在教室中對於科學知識的認識與理解。自 1970 年代始，關於學生在正式學習科學概念之前所持有的迷思概念相關研究逐漸展開，這些研究成果不僅顯示學生確實在進入教室前多已持有各種不當的科學知識外，也說明了科學的教學並未達到預計的教學成果。其中在生物科學方面的迷思概念也是備受重視的一個領域，主要的研究主題例如：植物營養、生物能量、生態系統、遺傳演化、及分類等領域，均有涉及(Mintzes, 1991)。生態系統以生物能量為根基，而為環境保育教育之核心概念，至為重要。

以下分就生態系統概念之內涵、與目前有關研究的成果進行扼要說明：

(一) 生態系統概念之內涵

生態系統(ecosystem)是藉著能量流動伴隨著物質循環維持著相對平衡(Starr & Taggart, 1987)，故生態系統一詞是指在一定的空間內，生物的成份和非生物的成份通過能量流動及物質循環的交互作用，相互依存而構成的一個生態學功能單位，因此將生態系統概括為一簡明公式表示之：“生態系統 = 生物群落 + 生物群落的環境”或“生態系統 = 生命系統 + 環境系統”。

自 1960 年代始，在自然環境與氣候、人口、能源、污染等世界性問題的影響下，生態學的研究著重生態系統之探究。Odum(1956)提出的定義是：生態學是研究生態系統的構造和功能的學問(引自孫儒泳等，1995)。Cherrett 於 1989 提出 50 個生態概念，後來整理成為最重要的 20 個生態系統概念，包含：1.生態系；2.演替；3.能量流動；4.資源保護；5.競爭；6.生態地位；7.物質循環；8.群落；9.生命史策略；10.生態系脆弱性；11.食物網；12.生態適應；13.環境異質性；14.物種多樣性；15.密度調節性；16.限制因子；17.負荷度；18.最大生存量；19.族群循環；20.掠食 — 被食者交互作用。由此可知生態系統概念的複雜性與涵蓋的廣泛性。

分析國中小學各版本之課程標準及教材單元，民國八十二年頒佈實施之國民小學自然課程標準中將食物鏈、族群與群落及自然界中的物質循環分別安排於國小三、五、六年級中實施。另依據民國八十三年頒佈實施之國民中學生物課程標準，乃將自然界中能量流動及物質循環之概念安排於國一生物科進行教學，並加深加廣生態系統動態平衡之概念建構。民國九十年開始實施的九年一貫課程自然與生活科技領域中，有關生態系統概念的教學主要安排於第四階段開始實施，然由於受到環境教育日益受到重視、統整課程取向及以課程綱要代替課程標準所致，新課程中有關生態系統概念除了學習內容比例加重，同時亦融入其他領域課程之中，並且將環境教育列入六大議題之一，足見其重要性。綜觀國民中

小學生態系統相關課程，學生所學習之內容主要包含以下數個概念：生態系、能量流動、物質循環、食物網、掠食者與被食者交互作用、生態地位、群落、物種多樣化、負荷度、限制因子、資源的保護等概念。

二、生態系統的迷思概念

在探討生態系統的迷思概念相關研究，國外學者如：Griffiths 和 Grant(1985)、Webb 和 Bolt(1990)對於食物網相關概念的研究；食物鏈概念研究有 Gallegos 等(1994)；生物生態地位(ecological niche)和環境負荷量(carrying capacity)概念的研究有 Munson(1991)；生態學學習的研究 Shayer 和 Adey(1987)及 Vance 等(1995)。

我國與「生態平衡」概念相關研究如：游淑媚和陳素琴(1994)結合「教室觀察」與「半結構性晤談」對國小學生「生物群落」概念發展做過研究，主要探討的迷思概念包括：「生物群落的組成份子 — 生產者、消費者、分解者」概念及「生物群落的組成份子間交互作用」概念。研究結果顯示，國小五、六年級學生對生物群落組成份子 — 生產者、消費者、分解者的概念，多數學生具有消費者吃與被吃的概念；也認為植物需要水，但是水對植物的功用、光合作用的過程與目的、植物須土壤、養分等概念，則不符合科學家想法之迷思概念；學生對於分解者的分解概念有最嚴重之迷思概念，部份學生認為分解者扮演生產者、消費者角色。關於生物群落的組成份子間相互作用的概念，學生只具有簡單、具體之概念，少有抽象、複雜之概念，且缺乏組織。在提到食物網的關係以生產者加消費者居多，部份學生在生物群落組成份子中並沒有提到分解者，也很少有學生提及物質的循環與能量的流動之概念，這一點和 Vance 等(1995)的發現一樣。

熊召弟(1994)以教室觀察及晤談探討國小學生生態平衡概念理解狀況，結果呈現小學生：(1)會使用豐富但不甚了解的名詞，並嘗試串連相關名詞；(2)學習時常以「人為中心」來做自然界事物的類比，建構個人的理解；(3)往往藉由望文生義而出現不符合科學家的詮釋。對於國中階段的研究，張學文(1994)利用測驗卷與問卷進行研究，亦發現有相當多的國中學生分辨不清由同種生物組成的才是一族群。例如：他們認為校園內所有昆蟲是一族群，顯示他們對種的概念不清楚。此外，國中生對於環境阻力、食物鏈及生態系的類別等亦存有誤解，他們分不清楚清除者和分解者。在不同性別、居住區域、接近大自然的機會的變項中，學生並無明顯差異；但在不同家庭環境及有興趣之學科上，各組學生得分則有明顯差異。

綜合相關研究，生態環境概念之迷思概念彙整如表一所示：

表一 生態概念之迷思概念與科學概念對照表

類別	迷思概念
生態系	1. 生物族群變只會影響在食物鏈上跟其有關係的生物(或生物族群的不會影響生態系，因為有些生物是不重要的)。

	2. 生物族群變會對此生系的其他生物造成相同程度的影響。
食物網	3. 食物網被解釋為簡單的食物鏈。
	4. 食物網階層愈高的生可以吃任何較低層級的東西。
	5. 食物鏈的最高階層裡具有最多能量，因為它是透過食物鏈所累積的。
	6. 食物網階層愈高的族群數量愈多，因他們消耗了食物網中較低層的族群。
生態地位	7. 相似物種的必要性及扮演角色是相同且典型的。
	8. 物種共同存在一個生態系因為牠們可相容性與行為：牠們“和睦相處”。
生態適應	9. 物種特徵是個體為其所需而發展；特徵的發展是由上天所預定的。
	10. 物種特徵是族群的特性。
	11. 物種特徵發展趨勢是由體型大、強壯的生物取代體型小、弱的。
負荷度	12. 族群依據食物鏈所在的生態地位持續成長或是逐漸減少。
	13. 有些生態系的資源是無限的，提供族群無限制的成長。

(參考資料：游淑媚和陳素琴，1994；熊召弟，1994；張學文，1994；Brumby，1982；Adeniyi，1985；Griffiths & Grant，1985；Anderson，1990；Munson，1991；Gallegos et al.，1994；Vance et al.，1995)

三、概念構圖的發展與研究

概念構圖(concept mapping)由美國康乃爾大學學者 J. D. Novak 等人所發展，學習者在學習前、後、或學習歷程中，被要求其將彼此相關的數個概念以適當的連結詞連結起來，以形成一具意義之命題，最後使構成完整的概念網絡，即建構出所謂的概念圖(Novak & Gowin, 1984; Novak & Musonda, 1991)。故概念構圖是指繪製概念圖的整個歷程，步驟分為：1.篩選重要概念；2.依抽象度、從屬關係、或反應先後排列概念；3.以適當連結語說明概念關係；4.進行概念分支間的交叉連結關係；5.舉出具體的例子(Donovan, 1983)。依據林達森(2003)、Novak 和 Gowin(1984)、Stuart(1985)等研究分析，概念圖主要包含：概念(含舉例)、概念連結關係、階層、交叉連結(不同概念分支間的連結關係)、及關鍵階層等數個成分。基於認知心理學之基礎，學者認為概念構圖能真實地呈現學習者所擁有的認知結構，並協助學習者展現其思考概念修正的動態歷程，更可揭露課程內容的主要概念架構(Stuart, 1985; Kinchin, 2000; Martin et al., 2000; Mintzes et al., 2001)。因此，概念構圖不僅能作為有效的教學工具，有如提供學生一個前置組織因子的功能；更能展現學習者認知結構生態系的動態變化，若將概念構圖有效融入學習者的學習歷程，將能作為改善概念學習成效之重要策略。

四、學習環教學模式

(一) 學習環教學模式之溯源與內涵

「學習環」(learning cycle)是一種以學生為中心的教學模式，研究者對於學習環三個階段的正式名稱乃依研究情境與領域之需求時有變化，原始的學習環是包含「探索、名詞引介、概念應用」等三個階段。學習環有幾種著名的改編形式，後來 Barman(1989)認為評鑑可以瞭解學生學習的成效，因此提出「探索、解釋、擴展、評鑑」的 4E 學習環(引自 Martin, Sexton, Wagner & Gerlovich, 1989)。而在 Karplus 從物理的教學經驗中發展出學習環的同時，美國生物科學課程研究(BSCS, Biological Science Curriculum Study)的學者

Lawson 也發展出 5E 學習環教學模式，其五個階段分別為「投入、探討、解釋、精緻化、評鑑」，旨在澄清學習者的先備知識，而後以動手或動腦的實驗探討相關問題，進而建構有意義的解釋，再促進其將所學運用至日常生活中，並且教師能以各種評量方式瞭解學生學習情形(Bybee, 1993；林曉雯，2001)。雖然這三種學習環的形式與階段數目並不相同，但具備相近的教學活動與順序，也就是說每一種學習環都是以學生主動探究教師所安排的情境為起點，之後再由教師教導正式的課程內容，最後由學生應用所學的概念到新的情境中(Settlage, 2000)。Renner, Abraham 和 Birnie(1988)就指出學習環的三個階段是不能任意刪減的，但教師可依特定的教學目標加入更多的階段。本研究計畫以(Lawson, Abraham & Renner, 1989)修正後的學習環模式為基礎加上第四階段「評量與回饋」(以下稱原始「學習環教學模式」)；融入概念構圖後，建構「概念構圖式學習環教學模式」，進行實驗研究。

其三個階段中的實施活動相當具有彈性，在每一個階段中都可以依教學內容、目的，採取諸如講解、實驗活動、觀賞影片、閱讀文章等不同的策略，以進行教學(Marek, Gerber & Cavallo, 1999)。而 Abraham(1989, 1992)的研究指出同樣是學習環型式的教學，實驗活動、實地驗證、小組討論此類等師生、同儕互動機會愈多的教學策略，學生的學習效益就愈高(引自 Marek, Askey & Abraham, 2000)。

(二) 學習環的實證研究

有許多研究顯示將學習環應用在生物、物理及地球科學等不同的自然學科(Danieley, 1990；Marek & Methven, 1991；Odom & Kelly, 1998)與不同的年齡層次(Zollman, 1990；Cavallo & Laubach, 1998；Musheno & Lawson, 1999)都獲得良好的學習成效。透過學習環的教學，學生學習興趣比較高，因而能更融入教學活動中，同儕之間的互動也比較良好(Danieley, 1990；Francis, Hill & Redden, 1991)，而且還能有效地增進學生對概念的瞭解、減少迷思以及提高推理與批判思考能力(Scharmman, 1991；Marek & Methven, 1991；Barman, Barman, & Miller, 1996)。此外，學習環在某些特定的限制下，諸如與其他的教學策略或是學科結合，也達成所設定的教學目標(Scharmman, 1991；Odom & Kelly, 1998；Lavoie, 1999)。

五、融合概念構圖與學習環之教學模式的理論基礎

基於上述有關概念構圖與學習環兩種模式之理論分析與相關研究成果，兩者具備相同的學習心理學基礎，均講究學習者主動建構知識的機會與重要性。然而，兩者在教學上所著重的環節與功能並非相等，而是顯現出功能互補之可能性。

概念構圖提供了學習者主動涉入概念學習的任務，學習者基於個人的認知運作歷程及相關的學習材料，逐步地發展屬於自己的認知結構，並藉由結構化圖像呈現學習者內在概

念生態的動態變化，也使得學習者能夠隨時藉著外化的具體圖像，來檢視與修正自己內隱的認知結構之不足或謬誤。因此，概念圖同時具備了支持概念學習的後設認知功能，並可以之為有效的學習評量工具。

同樣基於建構觀點，學習環也藉著提供學習者對環境主動探索與蒐集資料為始，經由教師引介概念意涵，讓學習者有機會將探索結果與科學社群之知識系統進行有機整合，並於最末階段給予學習者運用初步學習成果於相近的新情境以解決問題。不過，學習環的各階段之發展，主要著眼於建構教學主要流程的指示功能，在增進概念學習的內在機制上，並未做出具體的策略運用。

以上論述中，前者著重促進認知運作時概念內化與概念生態系外顯的微觀機制；後者著重於在概念教學時，如何以符合建構觀點的流程進行的指導功能。雖然均植基於建構觀點之心理學基礎，然概念構圖似能有效增強學習環教學模式在細部的概念學習機制所未能闡釋之部分，俾使整體教學歷程更能具體有效地提供學習者增進學習效能之作用機制。此舉或可進一步增進過去學習環教學之成效。

生態系統概念在自然領域中乃極為重要之環節，成功地生態系統概念學習，在傳統教學中卻不易達成。生態系統的學習既需學生的主動建構與發展，也需要教師適當營造學習情境與提供互動機會，故本研究採 Lawson(1988)所修正之三階段式學習環教學模式（即為「原始學習環教學模式」）；並援用林達森(2004b)所建構之「概念構圖科學教學模式」，並將其與原始「學習環教學模式」融合，建構「概念構圖式學習環教學模式」，運用於國中階段生態系統概念教學中進行實驗教學研究，以探究其運作情況及對於學習成效的效應。

參、研究方法與步驟

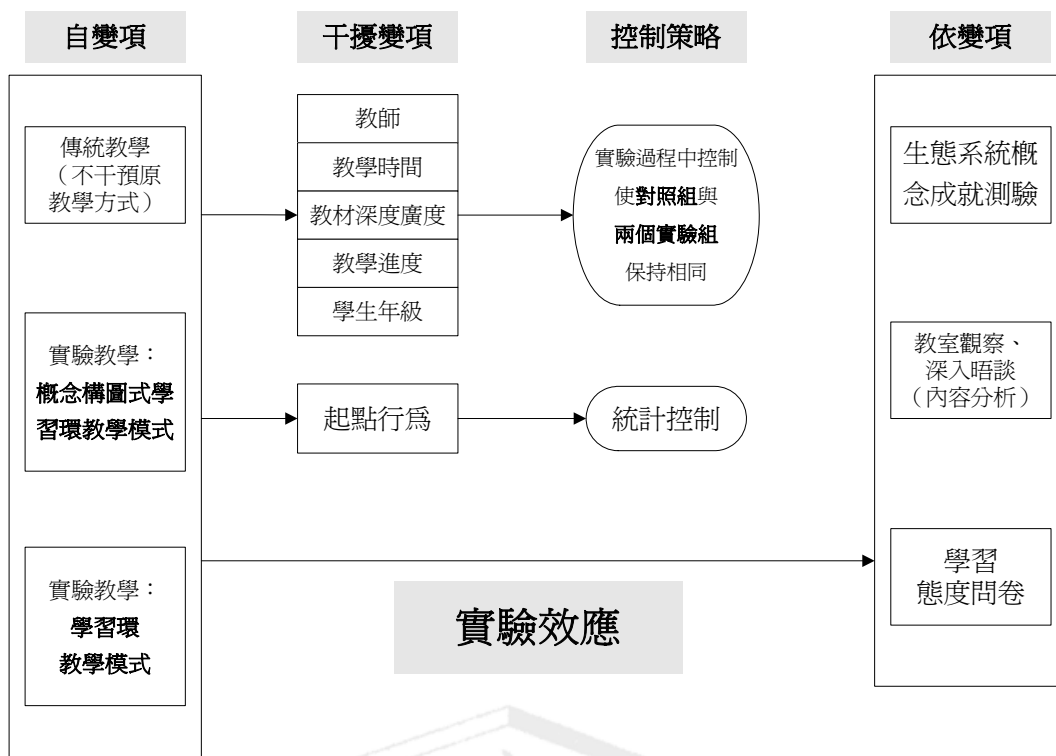
（一）研究對象

本研究以高雄地區一間公立國民中學一年級學生為進行實驗教學研究之對象，隨機抽選同一教師任教之 6 個班級進行實驗教學，並從中隨機挑選 2 班接受原始「原始學習環教學模式」；另兩班接受「概念構圖式學習環教學模式」；餘兩班為對照組進行傳統教學。進行實驗教學前，研究者將規劃完成之「生態系統」單元教學流程交予實驗教學教師閱讀後，進行多次討論與修訂，確保教學設計適合於國中一年級學生之學習經驗，務求實驗教學之可行性與流暢性。

（二）研究設計

本研究為準實驗研究。為驗證不同的「學習環教學模式」在國中九年一貫課程自然與生活科技領域第三階段「生態系統」單元教學之效應，依據林達森(2003)概念構圖教學法，與原始學習環教學模式進行融合，修訂為「概念構圖式學習環教學模式」，對照組及兩種實驗組教學流程如下圖一所示。本研究在實驗驗證兩種不同的「學習環教學模式」對生物

能量概念學習的效應。故實驗操弄變項為教學模式；依變項為「生態系統概念認知測驗」，可能干擾的變項為教學者、時間、學生均予以實驗控制。



圖(一) 研究架構圖

(三) 資料蒐集與分析

1. 「生態系統概念認知測驗」施測

本研究以「生態系統概念認知測驗」測量國一學生在接受實驗教學後之成效，此測驗工具是林達森(2007)所發展，發展過程主要依據 Tregust 和 Haslam (1986) 發展概念診斷測驗之步驟，其施測對象為學習過國一下「生態系統」單元之國中生，與本實驗研究之對象符合，該測驗內部一致性係數 α 值為.82，各題項之鑑別度除了第 16 題.26 偏低之外，其餘分佈在.3 至.7 之間，均符合測驗理論之要求。發展過程中並建構其專家效度與內容效度。

2. 實驗教學之學生態度問卷

為瞭解實驗組學生對於實驗教學模式之感受與意見，以探究兩種學習環教學模式對於學生學習生態概念之助益，研究者依據對實驗教學教師之晤談與教學過程之觀察，分別編制「融入概念圖學習環教學」及「學習環教學」兩種學生態度問卷，分別對實驗組 I 及 II 實施，蒐集實驗組學生對於實驗教學模式之意見，並進行描述統計與卡方檢定。

四、結果與討論

一、各組間之生態系統概念認知測驗得分的共變數分析

所有研究對象在學習完生態系統單元之教學後，接受「生態系統概念認知測驗」，以瞭解國小五年級學生對於生物能量概念學習之成效，施測結果輸入電腦以 SPSS 軟體進行共變數分析，依變項為「生態系統概念認知測驗」之得分，共變項為受試者一年級上學期第一及第二次月考「自然與生活科技領域」成績平均值，固定因子為教學模式（即三種實驗分組），分析結果如下表一、二及三所呈現，數據顯示三組之間存在有顯著差異。接受「概念構圖式學習環教學模式」或「原始學習環教學模式」教學之實驗組，在「生態系統概念認知測驗」之得分顯著優於接受傳統講述式教學法之對照組學生；接受概念構圖式學習環教學之學生在在「生態系統概念認知測驗」之得分又顯著優於接受原始學習環教學之學生。此結果說明學習環教學模式能有效提昇生態系統概念之學習成效，同時將概念構圖融入原始學習環之中加以運用，能更進一步地增進國中學生對於生態系統概念的學習成效。

表一 「生態系統概念認知測驗」之敘述統計

組別	人數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤
概念構圖式	68	16.35	3.22	16.43	.41
原始學習環	70	15.00	4.60	15.05	.40
對照組	70	13.60	3.99	13.47	.40
總和	208	14.97	4.12		

表二 「生態系統概念認知測驗」之共變數分析

來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
共變項	968.65	1	968.65	86.60	.000***
實驗處理	301.28	2	150.64	13.47	.000***
誤差	2281.69	204	11.19		

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

表三 「生態系統概念認知測驗」之共變數分析事後比較

(I)	(J)	平均數差異(I-J)	標準誤	顯著性
概念構圖式	原始學習環	1.37	.57	.017*
	對照組	2.95	.57	.000***
原始學習環	概念構圖式	-1.37	.57	.017*
	對照組	1.58	.50	.006**
對照組	概念構圖式	-2.95	.50	.000***
	原始學習環	-1.58	.50	.006**

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

二、不同性別學生之生態系統概念認知測驗得分的共變數分析

性別因素對生態系統相關概念學習成果的影響，相關研究呈現不一致之結果，Schlageter (1980) 研究顯示男生顯著優於女生；顏如君 (2003)、林達森 (2007)、Lindemann-Matthies (2002) 則指出女生優於男生；張學文 (1994)、謝佩靜 (2000)、Alp,

Ertepinar, Tekkaya, 和 Yilmaz (2006) 均指出男女學生之間的差異並不顯著。本研究以研究對象在「生態系統概念認知測驗」得分進行以性別為固定因子之共變數分析，結果如下表四及五所示。研究對象在「生態系統概念認知測驗」得分女生顯著優於男生 ($F=8.10$, $p<.01$)，結果與顏如君 (2003)、林達森 (2007)、Lindemann-Matthies (2002) 等研究相同，當然本研究之樣本母群僅為進行實驗教學之該所國中的國一班級，因此結果推論及預測性有相當限制。依據相關研究指出女生在生態與生活環境等領域表現出較為關心與細心的特質，對於環境相關問題之態度較為積極，且態度往往是學習動機的主要助力，可能因為此原因，國一女生在生態系統相關概念的學習成效教男生好。

表四 「生態系統概念認知測驗」之敘述統計

組別	人數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤
女生	108	15.75	3.90	15.63	.34
男生	100	14.13	4.20	14.26	.35
總和	208	14.97	4.12		

表五 「生態系統概念認知測驗」之共變數分析

來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
共變項	968.65	1	968.65	86.60	.000***
性別	98.18	1	98.18	8.10	.005**
誤差	2281.69	204	11.19		

* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

三、不同實驗組之研究對象對於學習環教學的看法

依據前述共變數分析結果，得到學習環教學能有效提升研究對象在生態系統概念的學習成就，而且概念構圖式學習環又顯著優於原始學習環教學。然而，這兩種實驗教學法之處理過程，各階段之設計究竟對研究對象有何種感受，是否有某些教學策略特別能對國中學生產生影響，必須經由對教師與研究對象之感受的進一步瞭解，方可較為具體地釐清。研究者於實驗教學結束時，依據對於教師及 6 位學生的訪談結果與分析，設計針對兩個不同實驗組之態度問卷，以下節錄並討論對於教師的訪談原案。節錄原案資料中以「E」代表研究者；以「T」代表實驗教學之教師。首先討論教師對於實驗教學設計的看法，實驗教學教師自然科教學經驗約 20 年左右，經驗豐富且相當熟悉學生的特性與困難，教師表示曾經參加國中自然科教師的多次研習活動，雖然對於學習環不熟悉，但是頗能掌握建構主義的教學與學習觀，對於「概念構圖」的作法也曾有某種程度的嘗試經驗。依據原案一之訪談內容，教師認為學習環中「探索」階段中以問題情境進行探索的作法與原有教學方式無差異，但在研究者設計用作「探索」後段及「概念引介」後段的兩階段（教學前與後）學習單策略，教師認為是相當不同於原有教學方法的，另外「概念應用」階段的應用

練習單亦為重要相異處，且認為很有可能能夠增進學生的學習成果。對於概念構圖作法，教師則認為除了是教學方法上很大的不同之外，也可能是提升學生學習成就的重要因素。實驗教學教師以下節錄相關原案：

原案一

- E：對於原始學習環的教學流程設計，老師認為哪幾個部分有別於原來在此單元的教學方式？
- T：嗯……我想我瞭解此種教學模式的設計其實就是建構主義的表現，事實上我過去在生態系這一部分的教學本來就有採用所謂的情境化或社會議題來引起動機。
- E：也就是說學習環教學的第一階段「探索」，老師在這個單元的教學原已存在。
- T：可以這麼說。(沈思)……所以我認為較不一樣的可能是在兩個地方，一個是教學前後學生寫出自己的想法；另一個就是提出概念應用題，屬於課外但是又能夠讓學生有些挑戰吧！
- E：我想老師很清楚的說了兩大不同之處，若以對學生的概念學習較有幫助的角度來看，老師不知有何看法？
- T：我想前面提到的三個部分對學應該都有的幫助，要說哪一部份的效用較佳，其實不易釐清。不過與原有教學不同的作法，可能會引發學生的興趣或關注，也許學生會認為後兩者效果較好也不一定哦！
- E：剛剛所說的主要在原始學習環的過程，那麼老師對於概念構圖式學習環的各個流程看法又是如何？
- T：我本身有使用概念圖的經驗，只是都以直接呈現概念圖給學生，教授你做了多年研究，我想我們都瞭解概念構圖的效果。不過，在學習環中融入概念構圖我想就是相得益彰吧！
- T：(沈思)……我想以不同於原來教學的眼光來看，在概念構圖式學習環之中，就大不同就在於要學生依據相關概念進行概念構圖囉！若要以何種作法幫助最大來說，學習環加上概念構圖可能有如…「如虎添翼」，嗯！我可以這麼說，概念構圖可能會有較大效能。
- E：老師是否能說明一下其理由是什麼？
- T：我想要學生在教學(概念引介)的前與後寫出自己的認知情況，可以檢視自己的想法，如果在這個地方用上自己畫概念圖，應該能讓自己想法更為明朗化，等於更深入去看到自己的想法好不好。

原案二

- E：在原始學習環的實際教學過程中，依據老師的觀察與師生互動中，各個教學階段是否有些不同於對照組的情況發生？
- T：嗯……在探索階段的針對問題情境寫出想法部分，多數學生確實會有不小的挑戰，對於這些問題學生都有自己的想法，但是在老師未教學前，多半不知從何寫起。我必須多鼓勵幾次學生才能寫出。
- T：也可以說其實學生多半沒有真正察覺自己原有的想法，因此對於老師的講解就是接受，因此教學與原有想法發生何種作用，就傳統教學來說還真是難以掌握。
- E：也就是說在教學前與後寫出的想法，對於教師及學生應該都有正向的功能囉？
- T：確實是如此，我在第二階段的概念引介完成學習單時，看到了學生似乎有所理解的表情，我也嘗試著問了幾個學生，學生認為這樣讓他們比較有機會搞清楚難在哪裡，或是錯在哪裡。
- ……
- E：對於概念構圖式學習環的過程，學生有怎麼樣的情況？
- T：如同原始學習環在探索階段的困難，概念構圖式學習環教學的學生挑戰更大，因為任務中有概念構圖，在第一節(實驗單元第一部份)確實學生覺得困難，雖然已經有相當充分的訓練。
- E：那麼在第二至四節(實驗單元第二部份)情況如何？
- T：情況好多了，同時我也鼓勵他們鄰近同學可以小聲討論，減輕他們在情緒上的負擔。結果顯示作業單的完成度蠻不錯的，有在預期情況之中。

以下則節錄一位基於實驗教學教師上課觀察與「生態系統概念認知測驗」得分在所有「概念構圖式學習環教學」實驗組學生得分位於中間三分之一的學生為晤談對象，呈現並討論其晤談原案中與對教學歷程相異處與可能效應等有關部分，節錄原案中以「S」表示接受晤談學生，以「E」表示研究者。原案中受晤談學生很明顯說明對於實驗教學與之前教師教學的差異點，其中指出最主要的差異，同時也最可能是能提升學習成效的作法是概念構圖。

原案三

- E：想請你回想一下這幾週有關生態系的教學，整個教學過程與老師之前的教學是不是不太相同？
- S：嗯……其實我感覺是很不一樣，差蠻多的。
- E：能不能說明一下哪些部分感覺不一樣呢？
- S：有好幾個地方，最特別的是要畫那種概念圖吧！因為蠻難的，所以特別有印象。
- E：那其他部分呢？
- S：其他地方就是像老師講課前和後面都要對同一個問題寫出自己的想法，這也很不同。還有就是要做一張那個課本裡面沒有的題目。
- E：你是說那個「概念應用題」那一張？就是讓大家試試看用心學的內容來回答題目？
- S：對！對！就是那個，其實還蠻有挑戰的，有一些壓力，擔心寫錯。
- E：你覺得這些都和原來的上課方式不一樣，是嗎？
- S：對，這是我覺得的，不過還是那個畫圖最不一樣。
- E：你覺得這樣的上課方式對你在這個科目的學習是否較有幫助？
- S：我覺得至少完課時對上課內容印象蠻深的。至於有沒有幫助，我覺得應該有一些吧！
- E：如果要你說上課過程中哪一種作法對你的幫助可能較大，你覺得會是哪一個？
- S：我覺得就是畫圖啦！因為畫圖最難，要畫出那個圖，都要很傷腦筋，有點不懂就很難畫得出來。

依據對於教師與學生的實驗教學法相關晤談原案分析討論，研究者設計完成「原始學習環」學習態度問卷及「概念構圖式學習環」學習態度問卷，在完成實驗教學後第三天進行填寫。填答方式為可複選，因此填答反應中有些人數相當低，因此不宜進行卡方檢定，其結果僅以次數分配及百分比方式表列呈現，並進行討論。統計數據如下表六及七所示，表六為接受「原始學習環教學」實驗組數據；表七為接受「概念構圖式學習環教學」實驗組數據。接受「原始學習環教學」的實驗組學生認為與原來的教學差異最大的是在「寫概念應用作業單」，也是最多學生認為最能幫助學習的步驟；「在老師教學之前及之後對相同問題寫出自己的想法並加以比較」則是次之。有 62.9% 的學生希望繼續運用此種教學模式。在接受「概念構圖式學習環教學」實驗組中，認為「畫概念圖」最能幫助自己學習生態系相關概念的人數最多，其次則「教學前後寫出想法並比較」及「寫應用練習作業單」大約相同。對於是否想繼續使用此種教學模式，有 57.8% 的學生希望繼續運用此種教學模式，不過有學生認為因為概念構圖太困難，因此不太願意繼續使用此種教學法。

表六 「原始學習環」實驗組學習態度問卷

題項一：你覺得這幾週以來在學習第五章生態系的上課方式，有哪一部份與以前上課特別不一樣？		
選項 1	老師講課前先用補充圖片思考，並回答學習單的問題。	4 (5.7%)
選項 2	老師教完後，再寫一次學習單，並且比較兩次的差異。	14 (20%)

選項 3	寫應用練習作業單，題目沒有在課文內容之中，較有挑戰性。	44 (62.9%)
選項 4	我覺得和以前沒有什麼不同。	3 (4.3%)
其他	複選 23 者	3 (4.3%)
其他	複選 123 者	2 (2.9%)
題項二：你覺得在這幾週的上課過程中，哪一部分對你學習生態系的概念幫助最大？		
選項 1	老師講課前先利用補充圖片思考，並回答學習單的問題。	4 (5.7%)
選項 2	老師教完後，再寫一次學習單，並且比較兩次的差異。	20 (28.6%)
選項 3	寫應用練習作業單，題目沒有在課文內容之中，較有挑戰性。	34 (48.6%)
選項 4	我覺得和以前上課差不多，沒有特別幫助。	2 (2.9%)
其他	複選 23 者	8 (11.4%)
其他	複選 123 者	2 (2.9%)
題項三：承上題，你的理由是什麼？		
選項 1	講課前先思考問題，可以讓我預先對學習內容有心理準備，更能專注重點。	6 (8.6%)
選項 2	在教學「前」、「後」寫出自己的想法，能比較正確的概念和自己不大對的想法。	20 (28.6%)
選項 3	做應用練習，給我機會考驗自己是否真正瞭解生態系的概念。	28 (40.0%)
選項 4	整個過程與以前差不多，所以沒什麼想法。	2 (2.9%)
其他	複選 23 者	10 (14.3%)
其他	複選 123 者	4 (5.7%)
題項四：你是否希望繼續用這樣的方式上生物課？		
選項 1	是	44 (62.9%)
選項 2	否	0 (0.0%)
選項 3	不知道	20 (28.6%)
其他	選擇 1，但認為對學習單需要更多說明。	6 (8.6%)

表七「概念構圖式學習環」學習態度問卷

題項一：你覺得這幾週以來在學習第五章生態系的上課方式，有那一部份與以前上課特別不一樣？		
選項 1	老師講課前先利用補充圖片思考，並回答學習單的問題。	5 (7.4%)
選項 2	老師教完後，再寫一次學習單，並且比較兩次的差異。	14 (20.6%)
選項 3	畫概念圖最不一樣，因為要自己重新整理重點，也是最難的部分。	24 (35.3%)
選項 4	寫應用練習作業單，題目沒有在課文內容之中，較有挑戰性。	12 (17.6%)
選項 5	我覺得和以前沒有什麼不同。	3 (4.4%)
其他	複選 23 者	8 (11.8%)
其他	複選 123 者	1 (1.5%)
其他	複選 1234 者	1 (1.5%)
題項二：你覺得在這幾週的上課過程中，哪一部分對你學習生態系的概念幫助最大？		
選項 1	老師講課前先利用補充圖片思考，並回答學習單的問題。	8 (11.8%)
選項 2	老師教完後，再寫一次學習單，並且比較兩次的差異。	12 (17.6%)
選項 3	畫概念圖應該很有用，因為要自己重新整理重點，不過也是最難的部分。	26 (38.2%)
選項 4	寫應用練習作業單，題目沒有在課文內容之中，較有挑戰性。	14 (20.6%)
選項 5	我覺得和以前上課差不多，沒有特別幫助。	2 (2.9%)
其他	複選 23 者	4 (5.9%)
其他	複選 123 者	2 (2.9%)
題項三：承上題，你的理由是什麼？		
選項 1	講課前先思考問題，可以讓我預先對學習內容有心理準備，更能專注重點。	6 (8.8%)
選項 2	在教學「前」、「後」寫出自己的想法，能比較正確的概念和自己不大對的想法。	14 (20.6%)
選項 3	畫概念圖必須靠自己重整概念，畫出課程未明確呈現的概念結構，避免用背的。	27 (39.7%)
選項 4	做應用練習，給我機會考驗自己是否真正瞭解生態系的概念。	12 (17.6%)
選項 5	整個過程與以前差不多，所以沒什麼想法。	2 (2.9%)
其他	複選 23 者	5 (7.4%)
其他	複選 123 者	2 (2.9%)
題項四：你是否希望繼續用這樣的方式上生物課？		
選項 1	是	39 (57.4%)
選項 2	否	3 (4.4%)
選項 3	不知道	20 (29.4%)
其他	選擇 1，但認為對學習單需要更多說明。	3 (4.4%)
其他	一定一定要再繼續使用。	1 (1.5%)
其他	有點不想要，因為畫概念圖蠻難的。	2 (2.9%)

伍、結論與建議

本研究設計「概念構圖式學習環教學」及「原始學習環教學」兩種實驗教學模式，於國一自然領域中生態系單元進行實驗教學，教學後以「生態系統概念認知測驗」進行施測作為學習成效依據，並利用對教師及學生的晤談分析，設計實驗教學態度問卷，用以瞭解學生對於兩種實驗教學設計的感受與意見。所得結果如下所示：

一、「概念構圖式學習環教學」及「原始學習環教學」兩種實驗教學模式均能顯著提升國一學生在生態系單元的學習成效。而接受「概念構圖式學習環教學」的學生又顯著優於接受「原始學習環教學」的學生。

二、研究對象之中女生在「生態系統概念認知測驗」得分顯著優於男生；不過，性別與教學法之間無交互作用之效應。

三、經由晤談瞭解教師認同此兩種教學設計服應建構注意學習觀，並認為依據教學前後學習單比較及概念構圖是能夠提升學生學習成效的重要機制；受訪學生認為概念構圖式最大不同點，且很可能可以幫助自己的學習結果。

四、經由學習態度問卷結果顯示：接受原始學習環教學的學生認為寫應用練習單是最大不同，且最有幫助；接受概念構圖式學習環教學的學生則認為概念構圖最不一樣，也最有幫助。

依據本研究結果，研究者提出數項建議供教師教學與後續研究之參考：

一、教師進行科學概念的教學應提供教學前後比較及概念應用的機會，甚至給予如概念構圖這樣的將概念具體畫呈現與檢視的認知工具，以利學生主動學習及發現問題之機會。

二、融合概念構圖的學習環教學能有效提升學習環教學的效能，由於學習環僅為一個教學流程的指引，其中尚缺少如何運用具體的教學策略以充實其教學效能，故未來交欲學者仍應繼續探究學習環的實際運用方法，並深入瞭解運作機制與效應。

參考文獻

- 林達森(2003)。台灣南部地區技職校院學生生物能量迷思概念之研究。嘉南學報，29，351-366。
- 林達森(2004a)。併用概念圖於國中生物科合作學習歷程之研究。南華通識教育研究(科教專題)，2，39-67。
- 林達森(2004b)。運用「概念構圖科學教學模式」於高中生物科生物能量單元教學的實徵研究。南大學報，38(2)，45-67。
- 林達森(2007)。國中生對生態系統概念的認知。教育實踐與研究(北教大)，20(2)，65-94。
- 林曉雯(2001)。國小自然科教師試行「學習環」之合作行動研究。屏東師院學報，14，953-986。

- 孫儒泳、李博、諸葛陽、尙玉昌編(1995)。普通生態學。台北：藝軒。
- 張學文(1994)。我國學生自然科概念發展與診斷教學的研究：中學生生態概念的發展及教學成效的改進。國科會專題研究計畫成果報告(NSC80-0111-S-110-011-D)。
- 游淑媚、陳素琴(1994)。國小學童生物群落概念發展之研究(一)。國科會專題研究計畫成果報告(NSC83-0111-S-142-004-N)。
- 顏如君(2002)。台灣高中職學生在環境永續發展概念之現況調查—以南部地區為例。國立中山大學教育研究所碩士論文。
- 熊召弟(1994)。學童生物概念學習之研究。台北：心理。
- 謝佩靜(2000)。國小學童生態平衡概念與環境態度之相關研究。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。
- Adeniyi, E.O.(1985). Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students. Journal of Biological Education, 19(4), 311-316.
- Alp, E., Ertepinar, H., Tekkaya, C., & Yilmaz, A. (2006). A statistical analysis of children's environmental knowledge and attitudes in Turkey. International Research in Geographical and Environmental Education, 15(3), 210-223.
- Anderson, C.W., Sheldon, T.S., & Dubay, J.(1990). The effects of instruction on college majors' conceptions of respiration and photosynthesis. Journal of Research in Science Teaching, 27, 761-776.
- Barman, C. R., Barman, N. S. & Miller, J. A. (1996). Two teaching methods and students' understanding of sound. School Science and Mathematics, 96(2), 63-68.
- Brumby, M.N.(1982). Students' perceptions of the concept of life. Science Education, 66(4), 163-622.
- Bybee, R. W. (1993). Reforming science education: Social Perspective and personal reflections. New York & London: Teacher college.
- Cavallo, A. M. L., & Laubach, T. A. (1998). Defining density: Activities based on the three phases of the learning cycle. The Science Teacher, 65(7), 44-48.
- Cherrett, J. M. (1989). Key concepts: The results of a survey of our members' opinions. In J. M. Cherrett(Ed.), Ecological Concepts. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Danieley, H. (1990). Exploring mitosis through the learning cycle. The American Biology Teacher, 52(5), 294-295.
- Francis, R. G., Hill, D. M., & Redden, M. G. (1991). Mathematics and science: A shared learning cycle and a common learning environment. School Science and Mathematics, 91(8), 339-343.
- Gagné, R.M.(1970). The conditions of learning. Holt, Rinehart and Winston.
- Gallegos, L., Jerezano, M.E., & Flores, F.(1994). Perceptions and relations used by children in the construction of food chains. Journal of Research in Science Teaching, 31(3), 259-272.
- Griffiths, A. K., & Grant, B. A. C. (1985). High school students' understanding of food webs: identification of learning hierarchy and related misconception. Journal of Research in science teaching, 22(5), 421-436.
- Kinchin, I.M.(2000). Concept mapping in biology. Journal of Biological Education, 34(2), 61-68.
- Lawson, A. E. (1988). A better way to teach Biology. The American Biology Teacher, 50(5), 266-278.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). A Theory of Instruction : Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills. NARST Monograph, No. 1.
- Lindemann-Matthies, P. (2002). The influence of an educational program on children' perception of biodiversity. The Journal of Environmental Education, 33(2), 22-46.
- Marek, E. A., & Methven, S. B. (1991). Effects of the learning cycle upon student and classroom teacher performance. Journal of Research in Science Teaching, 28(1), 41-53.
- Marek, E. A., Askey, D.M., & Abraham, M. R. (2000). Students absences during learning cycle phases: a technological alternative for make-up work in laboratory based high school chemistry. International Journal of Science Education, 22(10), 1055-1068.
- Marek, E. A., Gerber, B. L., & Cavallo, A. M. (1999). Literacy through the learning cycle. ERIC Document Reproduction Service No. ED455088.
- Martin, B.L., Mintzes, F.F., & Clavijo, I.E.(2000). Restructuring knowledge in biology: cognitive processes and metacognitive reflections. International Journal of Science Education, 22(3), 303-323.
- Martin, R. Sexton, C. Wagner, K., & Gerlovich, J. (1998). Science for all children: Methods for constructing understanding. Boston: Allyn and Bacon.
- Mintzes, J. J. et al. (1991). Children' biology. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds), The Psychology of Learning Science. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Munson, B. H. (1994). Ecological Misconceptions. Journal of Environmental Education, 25(4), 30-34.
- Musheno, & Lawson(1999). Effects of learning cycle and traditional text on comprehension of science concepts by students at differing reasoning levels. Journal of Research in Science Teaching, 36(1), 23-37.
- Novak, J. D. & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. American Educational Research Journal, 28, 117-153.

- Novak, J.D. & Gowin, D.B.(1984). Learning how to learn. Cambridge, London: Cambridge University Press.
- Odom, A. & Kelly, P. V.(2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. Science Education, 86(6), 615-635.
- Odom, A. L., & Kelly, P. V. (1998). Making learning meaningful: The union of concept mapping and the learning cycle improves science achievement. The Science Teacher, 65(4), 34-37.
- Scharmann, L. C. (1991). Teaching angiosperm reproduction by means of the learning cycle. School Science and Mathematics, 91(3), 100-104.
- Settlage, J. (2000). Understanding the learning cycle: Influences on abilities to embrace the approach by preservice elementary school teachers. Science Education, 84, 43-50.
- Shayer, M., & Adey, P. (1987). Towards a science of a science teaching. London: Heinemann Educational Books.
- Starr, C. & Taggart, R. (1987). Biology: The Unity and Diversity of Life(4th). California, Belmont: Wadsworth, Inc.
- Stuart, H. A. (1985). Should concept maps be scored numerically? European Journal of Science Education, 7(1), 73-81.
- Vance, K., Miller, K., & Hand, B.(1995). Two constructivist approaches to teaching ecology at the middle school level. American Biology Teacher, 57(4), 244-249.
- Wadsworth, B. J.(1972). Piaget's theory of cognitive development. New York: David McKay Company.
- Webb, P., & Blott, G. (1990). Food chain to food web: A natural progression. Journal of Biological Education, 24(3), 187-190.
- Zollman, D.(1990). Learning cycles for large-enrollment class. The Physics Teacher, 20-25.

