

概念構圖：有意義的學習方法 與另類評量策略

張漢宜

國立高雄師範大學教育學系博士班

陳玉祥

高雄縣立新興國小教師兼組長

壹、前言：對意義的追尋

在 1938 年，行為主義大師 B. F. Skinner 出版了 *The Behavior of Organisms*；也就在那一年，美國心理學會的主席告訴他的同僚們應該多強調學習歷程中的「意義」(meaning)(Novak, 1993)。三十年後的 1968 年，David Ausubel 出版了他的 *Educational Psychology: A cognitive view*。Ausubel 致力於尋求「有意義的教室學習法則」(Lefrancois, 1991)。大約在這個時候，康乃爾大學的教授 Joseph D. Novak 根據 Ausubel 的學習理論，開始研究如何使用「概念構圖」(concept mapping)來促進「有意義的學習」(meaningful learning)(Plotnick, 1997)。有意義的學習是相對於「機械式學習」(rote learning)的說法，有意義的學習會興起於 1960 年代，自然是對機械式學習的一種反動與顛覆。根據 Novak 與 Gowin(1984)的觀察，從 1950 年代晚期到 1960 年代之間在美國所進行的教育改革運動中，許多的教學計畫都是企圖要擺脫學校所使用的機械式學習。

為了產生有意義的學習，學生必須將新知識和已經習得(acquired)的概念以及「命題」(proposition)統整起來；另一方面，在機械式學習中，學習新知識主要是藉由逐字記憶的方法，並且武斷地將新知識加進個人的知識結構中，而沒有與既有的知識結構做良好的整合(Novak & Gowin, 1984)。對於這兩種學習取向，Novak(1993)曾提出明確的區分，(一)有意義的學習會將新概念與命題「同化」(assimilation)到既存的認知結構，(二)知識是按照階層的(hierarchical)形式被組織於認知結構中，(三)經由機械學習所習得的知識不會被同化。在重新思考這三個觀點之後，Novak 與他的研究小組發展出「概念圖」(concept map)來表徵(represent)學生的知識的結構。概念構圖一開始是用於科學教育中的教學、學習與評量(Hoz, Bowman, & Chacham, 1997; Markham & Mintzes, 1994)；發展至今，它已被廣泛地

應用於很多的學科與領域中(Gaines & Shaw, 1995)，例如，閱讀(Stephens, 2000)、寫作(Margerum-Leys, 1999)、教學設計(Whelan, 1998)、課程設計(Walker Teaching Resource Center, 2000)、計畫與評鑑(Trochim, 1997)、以及教學效能(VanLeuvan, 1997)等等。根據 Novak(1998, 1984)的說法，概念圖也是促進學習者後設認知(metacognition)的良好工具。

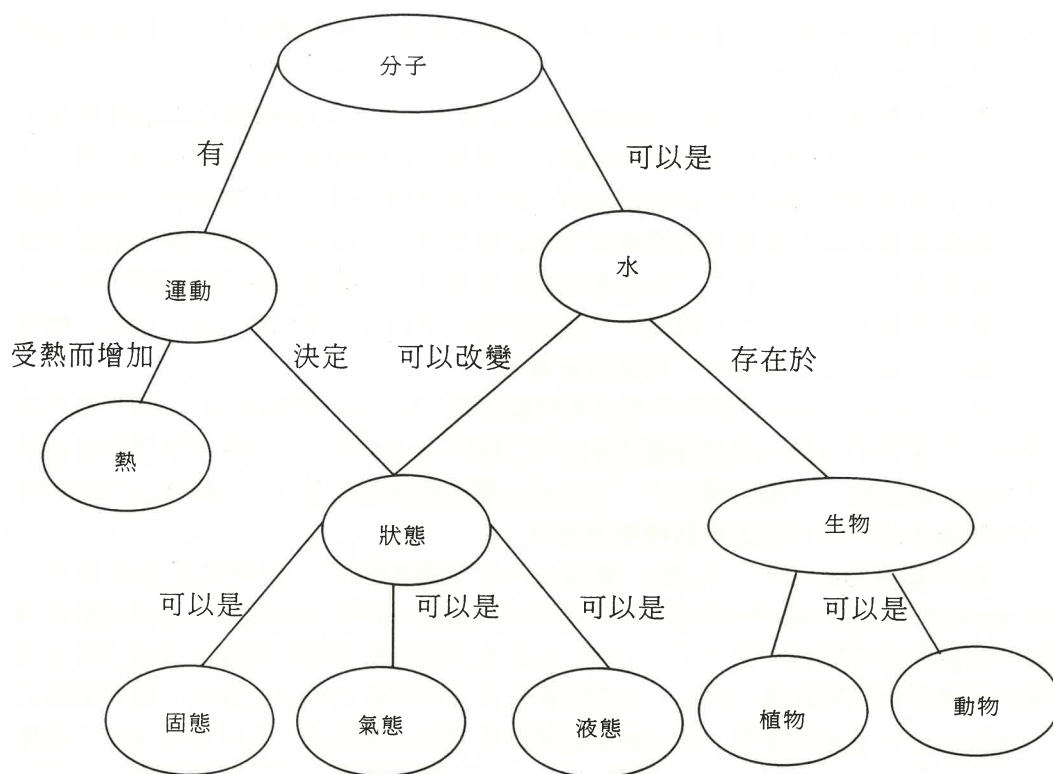
值此九年一貫課程正在推行之際，教育行政單位、學生與家長對於創新的教學方法與另類的評量都有著莫大的渴求。因此，教師們也正上窮碧落下黃泉，動手動腳找「方法」。概念圖可以做為教師們實施教學創新的一個策略，也讓教師們在進行另類評量時有多一個的選擇。以下本文將對概念圖的意義，概念構圖與有意義的學習，概念構圖與另類評量，概念構圖的基本程序與軟體等部份進行討論。在進一步討論之前，我們可能需要先區分概念構圖與概念圖這兩個名詞。概念構圖是由 concept mapping 翻譯過來的，它可以指建構概念圖的行為與歷程(Anderson-Inman & Zeitz, 1993)，有時它也用來指涉一種教學與學習的策略或方法(Heinze-Fry & Novak, 1990)，或是一種評量技術(Novak & Gowin, 1984)；概念圖的英文是 concept map，意指使用概念構圖的方法所建構出來的圖。

貳、概念圖的涵義

Novak 與 Gowin(1984)指出，概念圖是以命題的形式來表徵概念之間的有意義關係。他們將概念定義為事件(event)或物件(object)中的規則；命題是指，使用文字將兩個或兩個以上的概念連結在一起，使概念之間形成一個句子或片語。表徵則是指，我們將訊息以某種形式儲存於工作記憶與長期記憶中(Gagne', Yekovich, & Yekovich, 1993)。Ruiz-Primo(1996)曾區分出概念圖的三個特徵，(一)它具有階層性，上層概念在最頂端，(二)它使用適當的文字來標示概念與連結線，(三)階層的次分支之間可以交叉連結(crosslink)，交叉連結線是用來確認或說明彼此之間的關係。簡言之，概念圖將概念之間的關係表徵成圖形，其中的幾何圖形代表概念，連結線代表概念之間的關係(Plotnick, 1997)。Ausubel 認為當某一概念與認知結構中既有的相關概念產生關連，這個概念即獲得意義(Léfrancois, 1991)。根據 Novak(1993)的觀點，意義是指「對規則性的知覺」(perceiving regularity)。如果新學到的概念要產生意義，就須要與既有的相關概念產生連結，然後形成命題。概念構圖就是一種將學習者這些內蘊的認知結構「外顯」(external)出來的技術。圖一呈現的是階層概念圖的實例(Novak & Gowin, 1984)。

由圖一可以看出來概念圖具有視覺表徵的特性。Plotnick(1997)認為使用視覺表徵有幾個優點。(一)學習者能快速且容易地辨識視覺符號，(二)由於只使用少量的文字，所以學習者可以很容易地掃描其中的文字，(三)視覺表徵可以使學習者發展出整體性的瞭解，只有文字很難做到這一點。Stensvold 與 Wilson(1990)在一項「性向－教學處理交互作用」(aptitude-treatment interaction, ATI)的研究中發現，對於語文能力較低的學生而言，概念構圖組的科學概念理解分數顯著地高於控制組。顯然地，在概念構圖的活動中，語文能力低落的學生可以利用視覺訊息來輔助他們進行

學習。



圖一 階層概念圖 (Novak & Gowin, 1984, p18)

由於概念圖具有的圖形表徵特性，因而，概念圖具有三個功能。(一)概念圖可以使學生與教師清楚瞭解學習材料的重點在哪裏，(二)概念圖能提供視覺的路徑圖 (visual road map)，學生可以使用這些路徑將概念連結成命題，(三)在學習告一段落後，可以利用概念圖將學習的內容做成摘要(Novak & Gowin, 1984)。概念圖有數種用途，例如設計複雜的結構(長篇大論的寫作，超媒體，大型網站)，溝通複雜的概念，統整不同階段所學習到的知識，評量學習者的成就或是診斷學習者的誤解 (Plotnick, 1997)。

參、概念構圖與有意義的學習

理論層次的分析與實徵性的研究都顯示概念圖能協助學生進行有意義的學習。為何概念圖能夠促進有意義的學習？根據 Novak 與 Gowin(1984)的說明，可以將理由條列如下：

- 一、由於概念圖能將學習者所擁有的概念與命題表徵成圖形，因此，教師與學生可以使用概念圖來討論哪一個連結為何是好的或有效的，或討論是否還有哪些概念之間沒有做出適當的連結。
- 二、由於從概念圖裏可以看出命題是如何地表達，因此，概念圖是顯示學習者「迷

思概念」(misconception)的有效工具。當學習者將數個概念連結成錯誤的命題，或是沒有將有關的概念連結在一起，教師可以從中看出學習者的迷思概念在哪裏。教師即可據此來進行補救教學。這個過程其實是將學習問題的診斷與教學緊密地結合在一起。

三、概念圖是師生間「協商」(negotiating)意義的工具。如果教師已知道什麼是對的，師生之間為何還須要進行協商？答案是：意義的傳遞無法像輸血一樣，可以從教師灌輸到學生的認知結構中。學生須要藉著對話、交換觀點、與分享觀點來學習知識中所蘊含的意義，有時還須要做一些妥協。因此，概念構圖的歷程具有社會功能，並且能夠促進活潑的教室討論。整個協商意義的重點在於，學習者並非是一張空白的桌布，他們會將他們的成見帶到教室來。因此，概念圖可以協助學生與教師一起協商意義。

此外，在研究過概念圖與學習之間的關係後，Novak(1993)指出(一)有意義的學習會使學習者的知識結構產生更大的分化(differentiation)，(二)將新學到的意義與既有的意義統整在一起的過程中，可以修正學生的迷思概念，(三)機械式學習所得到的知識無法與既有的認知結構整合起來。

教學實驗的結果可以為概念構圖法與有意義的學習之間建立起因果關係。Heinze-Fry 與 Novak(1990)發現，在學術性向測驗(SAT)得分高的學生最能從概念構圖的經驗中獲得學習；而 SAT 低的學生則須要經過較長期的時間才能看出概念構圖的經驗對他們的好處。此外，他們根據訪談資料所做的分析也顯示，概念構圖的方法能促進有意義的學習；概念構圖能提升學習的清楚程度，也可以促進學生統整和記憶保留(retention)所學到的知識。Stensvold 與 Wilson(1990)的研究顯示，對語文能力低落的學生而言，概念構圖的教學策略能明顯改進他們對科學知識的理解。

質的研究也顯示，將「合作學習」(collaborative learning)與概念構圖法結合起來可以來協助學生進行有意義的學習。Roth 與 Roychoudhury(1993)的研究發現，在合作學習的情境中，概念構圖的策略可以引導學生持續地對學習主題進行論證，並改進學生的「描述性知識」(declarative knowledge)。他們在另一篇研究中(Roth & Roychoudhury, 1992)也指出，概念構圖可以讓學生像學習母語般地學習科學界所使用的語言，並使用這種語言來建構科學知識。

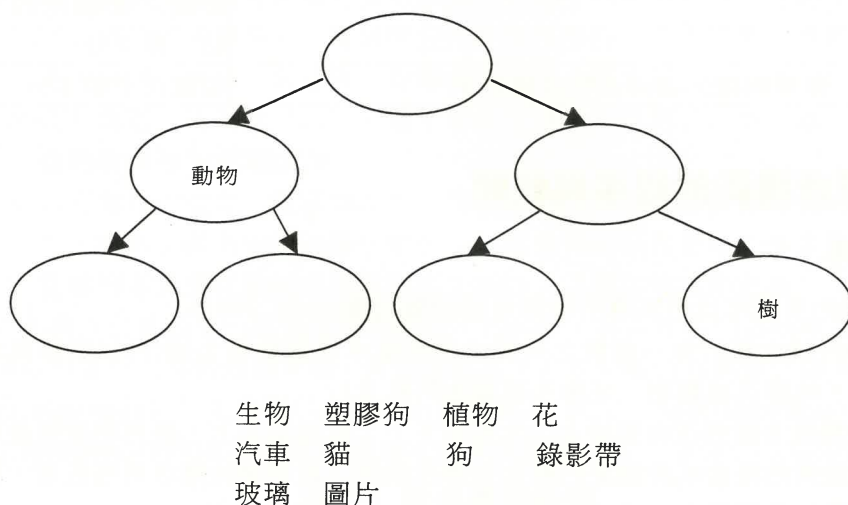
肆、概念圖與另類評量

另類評量(alternative assessment)可以用來評估學生在某一個學科中所學到的知識與技能(Ruiz-Primo & Shavelson, 1996)。很多研究人員與教師都一直試圖尋找新型態的、真實的評量方式來瞭解學生知道什麼和能做什麼。在這個過程中，概念構圖的技術被挖掘出來。概念構圖是一種測量學生描述性知識的程序。我們可以從學生所完成的概念圖來瞭解他們如何在認知結構中組織這些概念。

因此，一旦學生學會如何建構概念圖，他們的概念圖就可以用來做為一種有力的評量工具。根據 Novak 與 Gowin(1984)的說法，要編寫題目來評量學生是否達到 Bloom 的「知識」目標並不難，但要設計一個測驗來評量學生是否將新學到的知識

加以分析、綜合與評價是很困難的。然而，由於在建構概念圖的過程中，學生須要同時表現出這六個層次的能力，因此，概念構圖法可以一次評量到 Bloom 的六個教學目標(亦即，知識、理解、應用、分析、綜合與評價)。概念圖對改進教育的最顯著貢獻就在於它能夠改進評量技術。

使用概念圖來評量學生的方式有數種(Ruiz-Primo & Shavelson, 1996)，可以摘要如下。(一)請學生直接就學習過的某一主題畫出其概念圖，(二)將某一主題的有關概念做成卡片，請學生先在桌子上排列後再畫在紙上，(三)教師針對某一主題中的概念對學生進行訪談或請學生寫下來，再由教師畫成概念圖，(四)填充式作答，圖二呈現的即是填充式作答題的例子。



圖二 填充式概念圖的作答格式
 (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996, p.579)

Novak 與 Gowin(1984)曾經提出一個概念圖的計分系統，可以摘要成如表一所示(Ruiz-Primo & Shavelson, 1996)。這個計分方式除了不適用於填充式評量外，可適用於其它各種的評量方式。如果教師們只是要對自己班上的學生進行評量，教師們其實可以發展出自己的計分方式，表一僅供參考。

Roth 與 Roychoudhury(1993)曾在一項研究中分析高中生的物理概念圖；該研究顯示，學生們能將流暢地物理概念的架構建構成概念圖。Novak 與 Gowin(1984)對於這種將認知結構中的概念架構展現在紙上或電腦螢幕上的過程稱之為「外顯」。Roth 與 Roychoudhury 的研究在某種程度上支持了概念構圖可以將學習者的內蘊概念加以外顯出來。因此，他們認為對於教師而言，概念圖是一種很有價值的評量工具。概念構圖歷程中的草圖或已完成的成品圖都可以用來檢驗學生學習的品質。因為學生可能建構出錯誤的知識，所以過程中的圖或是最終的成品圖也可以用來偵測學生的錯誤。

表一 Novak 與 Gowin(1984)的計分系統

成份	描述	分數
命題	由連結線與文字所標示的概念之間的關係是否有意義？這個關係是否有效？	每個有意義或有效的命題給予 1 分
階層	這個圖有顯示出階層嗎？每個下層概念是否比上層概念更加明細？	每個有效的階層給予 5 分
交叉連結	這個概念圖是否有將不同的分支連結在一起並且形成有意義的關係？	每一個有效且重要的交叉連結給 10 分。有效但並沒有整合概念之間或命題之間關係的交叉連結，給 2 分
例子	使用明確的事件或物件做例子。	每個例子給 1 分

伍、概念構圖的程序與軟體

一、程序

下列的步驟可以用來導引學習者建構概念圖(Hale, 2001)：

- (一)將該主題的每一個概念與例子寫在紙卡或黏貼紙上(你可以根據概念或例子的層次或類別，使用不同顏色的紙卡)。
- (二)將紙卡排列在海報紙上、大型板子上，或是桌子上。排列的原則是將層次最高的概念或最抽象的概念安排在頂端，最明確的概念排在底端。先不要將例子放進去。
- (三)將上層概念與它的下層概念用線連結起來；同一層的概念如有關連，也可以用線將它們連結起來。在這個階段，你仍可以根據概念之間關係，重新安排紙卡的位置。
- (四)這是很重要而有點困難的步驟：在連結線上寫下文字來解釋概念之間的關係。你可以繼續重新安排卡紙的位置使概念之間的關係更為合理。
- (五)將某個概念的例子放在該一概念之下，在連結線上寫下「例如」。
- (六)將上述各步驟所做成結果複製到一張紙上。每一個概念畫上一個圈圈或是適當的幾何圖形。

概念圖經常須要重畫，理由是(一)學習者所畫的概念圖經常是有瑕疵的，要釐清概念之間關係並不容易；此外，各個分支之間的位置有時須重排。(二)第一個圖可能塗塗改改，因此須要畫第二個圖以清楚顯示概念之間的關係(Novak & Gowin, 1984)。

二、電腦軟體

就如同文書處理機可以提升學生寫作的熱情，電腦也可以讓學生更願意建構概念圖(Anderson-Inman & Zeitz, 1993)。由於概念圖經常須要重畫，而每一次重畫都

是耗時耗力的工作，因此，學生可能會產生抗拒而不願意修改不當的部份。電腦可以協助學習者更順利地建構出概念圖。和使用紙筆來建構概念圖的程序相比，使用電腦來建構概念圖會減少學生的挫折與混亂。

電腦輔助概念構圖(computer assisted concept mapping)有幾個好處(Plotnick, 1997)：

- (一)容易修改與操做：研究顯示，使用電腦軟體的學習者比較會去修改概念圖；理由在於電腦軟體能夠讓使用者很容易地增刪與修改概念圖(Anderson-Inman & Zeitz, 1993)。
- (二)具有動態連結的功能：大部份的電腦輔助概念構圖軟體允許使用者點選拖曳一個或一組概念到圖的其它位置，並且會自動地更新所有的連結線。
- (三)可以轉換成各種格式：電腦程式允許使用者將已完成的概念圖轉換成不同電子格式，例如，向量圖、點陣圖、文字大綱或超文件(hypertext)結構。
- (四)易於傳送：使用者可以利用電子郵件來傳送數位格式的概念圖，或將概念圖納入 WWW 的網頁中。
- (五)具有儲存的功能：電腦輔助概念構圖軟體能將概念圖做數位化的儲存。數位化的概念圖所佔的硬碟空間很少，而且可以很容易地將檔案提取出來。當使用者需要大量儲存與提取概念圖時，這個功能益形重要。

目前國外已發展出一些概念構圖軟體，在網路上可以搜尋到這些軟體。表二是使用搜尋引擎所找到的幾個軟體，可能還有更多的軟體等待有興趣的讀者去發掘。其中的 Inspiration 在某些期刊文章中有特別提及(例如，Anderson-Inman & Zeitz, 1993；Plotnick, 1997)，有興趣的讀者不妨多加留意。

表二 概念構圖軟體

軟體名稱	下載網址	附註
EDGE Diagrammer	http://www.pacestar.com/links/trial.htm	30 日試用版
Inspiration	http://www.inspiration.com/demoform.html	30 日試用版 期刊文章推薦
SemNet	http://trumpet.sdsu.edu/Semnet.sit	
IHMC CmapToolkit	http://cmap.coginst.uwf.edu/download/cmapForm.html	

陸、結語

學習一直是教師們最感興趣的主題之一。誠如 Donmoyer(1996)所指出的，在教育領域中，沒有一個主題是比「學習的本質」更重要的；無可置疑地，學習的本質是教育領域中最基本的概念。長期以來，我們的教室實務可能少了一點有意義的學習，而多了一點機械式的學習。學生須要獲得統整而有意義的知識，須要學習如

何對他們的認知進行認知，也須要學習如何去學習。概念構圖技術為這些需求開啓了一扇可能的窗口。

概念圖是一個將教學、學習與評量結合在一起的工具。Novak 與 Gowin(1984)認為，就學習者而言，概念圖可以點明哪些概念與命題是學習的重點；就教師而言，概念圖可以用來組織概念之間的意義網絡，或是用來和學習者協商概念的意義，它也是診斷學生迷思概念的有力工具。概念構圖的技術已被廣泛地使用於許多學科與領域中。從許多的研究報告裏可以看出來，概念構圖已成為國外許多教師所使用的一種教學與評量策略；在網路上，也可以看到許多有心的教育工作者熱情地傳播這個方法。

當九年一貫課程正逐步推展之際，教學的創新與評量的改革是教師們所關切的一個重點。概念構圖法可以是教師們在進行教學與評量時的另類選擇。例如，在執行「資訊科技融入各科教學」計畫時，教師們可以將電腦輔助概念構圖的技術應用於許多學科的教學、學習與評量。概念構圖法與合作學習的結合可以讓學生在社會互動的過程中，建構出有意義的知識。除此之外，可能還有更多的應用方式正等待有心的教師去發現與設計。

參考文獻

- Anderson-Inman, L., & Zeitz, L.(1993) Computer-based concept mapping: Active studying for active learners. *Computing Teacher*, 21(1), 6-8, 10-11.
- Donmoyer, R.(1997). This issue: Refocusing on learning...and on how a research community might learn in an era paradigm proliferation. *Educational researcher*, 26(1), 4, 34.
- Gagne, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1993). *The cognitive psychology of school learning*(2nd ed.). New York: Happer Collins College Publisher.
- Gaines, B. R., & Shaw, M L. G(1995). WebMap: Concept mapping on the Web. Knowledge Science Institute University of Calgary Alberta, Canada.
- Hale, S.(2001). *Concept mapping*. In English 1101/105, Spring 2001Retrieved from: <http://www.dc.peachnet.edu/~shale/humanities/composition/handouts/concept.html>
- Heinze-Fry, J. A., & Novak, J. D.(1990) Concept mapping brings long-term movement toward meaningful learning. *Science education*, 74(4), 461-472.
- Hoz, R., Bowman, D., & Chacham, T.(1997). Psychometric and edumetric validity of dimensions of geomorphological knoeledge which are taped by concept mapping. *Journal of research in science teaching*, 34(9), 925-947.
- Lefrancois, G. R.(1991). *Psychology for teaching*(7th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
- Markham, K M., & Mintzes, J. J.(1994). The concept map as a research and valuation tool: Further evidence of validity. *Journal of research in science teaching*, 31(1), 91-101.
- Margerum-Leys, J.(1999). Concept mapping as a prewriting activity: A presentation

- for MACUL 99 . Retrieved from <http://www-personal.umich.edu/~jmargeru/conceptmap/index.htm>
- Novak, J. D.(1998, March).Metacognitive strategies to help students learning how to learn. Research Matters - to the Science Teacher retrieved from <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/research/Metacogn.html>
- Novak, J. D.(1993). How do we learn our lesson?: Taking students through the process. *The science teacher*, 60(3), 50-55.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B.(1984). *Learning how to learn*. Cambridge UK: Cambridge University.
- Plotnack, E.(1997). Concept mapping: A graphical system for understanding the relationship between concepts ERIC Clearinghouse on Information and Technology Syracuse, NY.
- Roth, W., & Roychoudhury, A.(1993). The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge: A microanalysis of high school physics students *Journal of research in science teaching*, 30(5), 503-534.
- Roth, W., & Roychoudhury, A.(1992).The social construction of scientific concepts or the concept map as conscription device and tool for social thinking in high school science. *Science education*, 76(5), 531-557.
- Ruiz-Primo, M A., & Shavelson, R. J.(1996). *Journal of research in science teaching*, 33(6), 569-600.
- Stensvold, M. S., & Wilson, J. T.(1990). The interaction of verbal ability with concept mapping in learning from a chemistry laboratory activity. *Science education*, 74(4), 473-480.
- Stephens, L. C.(2000). Computers and concept mapping. In Texas State Reading Association Retrieved from Available: <http://www.texasira.org/stephens.html>
- Trochim, W. M. K. (1997). An introduction to conceptmapping for planning and evaluation Retrieved from: <http://trochim.human.cornell.edu/research/epp1/epp1.htm>
- VanLeuvan, P.(1997). Using concept maps of effective teaching as a tool in supervision. *Journal of research and development in education*, 30(4), 261-277.
- Walker Teaching Resource Center(2000). Steps in making a concept map. In Concept Mapping and Curriculum Design.
- Whelan, C. S.(1998). Instructional design concept map Retrieved from: <http://www.eatel.net/~jaw4913/Carol/concept.htm>