

輔，以了解發揮網路協助教學的效益。同時希望藉由網路教學來建立學生使用網路學習的能力，並且透過師生進行網路輔助性教學互動，以了解網路教學的實際效益。

二、研究目的

本計劃期望從網路教學的過程中探討下列研究目的：

1. 如何透過網路教學建立學生具有線上學習（e-learning）的能力，包括：

- (1) 能利用網路閱覽課程內容。
- (2) 能透過上網與他人提出問題、討論、分享的能力。
- (3) 能利用網路回饋意見給教學者。

2. 教師如何在現有的知識與資源下利用網路來進行教學活動，及其困難。包括：

- (1) 如何依學生的需要，編製能引導學生互動的教材。
- (2) 如何讓學生形成學習社群來進行合作學習。
- (3) 如何評估學生在網路教室中的學習表現。
- (4) 如何透過網路輔導學生完成該學生應有的進度。
- (5) 如何利用網路進行數學輔助學習來將課堂中有待釐清的概念或尚未解決的問題，上網和同學或教師進行互動討論。
- (6) 如何利用網路進行數學輔助學習來調整課堂教學策略。

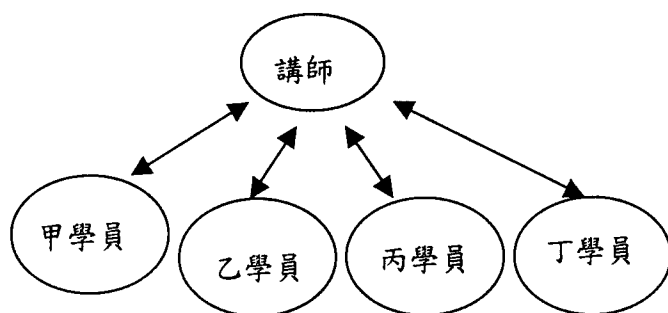
貳、文獻探討

美國教育協會前主席 Lauren Resnick 認為現代教育的目的已經不再是傳授知識，而是將學生培養成為一個問題的解決者。當網際網路快速發展，資訊快速散播時，如何從快速又大量產出的資訊中，抽

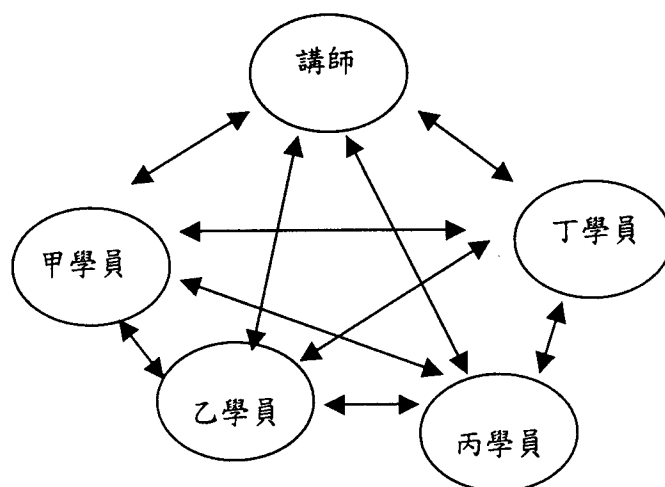
取出個人需要的知識，然後加以整合運用，創造出新的知識以達成問題解決的能力，極為重要。這樣的能力不同於傳統的讀、寫、算，而是必須要有整合能力，才能思考問題，解決問題。

陳德懷(民 89)在網路環境「教學方法」中將一些不同於「老師說，學生做」的學習型活動，應用在網路學習裏，在網站中，提出一些能引起學生興趣的問題(如，冬天時，台灣北部比南部冷嗎?)，以進行學習，學生為了回答問題，就必須自己動手找資料，甚至與他人合作共同解決問題。在學生學習中則提供「一師多生多義工」的「鷹架教學模式」，教師和一群義工扮演專業諮詢的角色，以協助學生學習，使用這種教學模式的教師只是提供學習線索的鷹架，當學生在學習內容知識和解題方法上有了方向，就可以自己學習獨立去解決問題。這種網路教學使師生互動大增，而且不受時空限制。

陳彰儀與莊淑芳(民 89)特別指出這種 e-learning 的學習模式(圖二)和傳統教學模式(圖一)有很大的不同，也將是未來學習改變的重要考量之一。



圖一：傳統的學習模式



圖二：e-learning 的學習模式

一、數學概念的建構與改變

數學課程中最重要就是強調基礎概念的建立和問題解決，尤其數學概念的掌握，在於正確理解數學概念，進而獲得數學知識，培養數學能力。數學概念對數學能力有著決定性的影響(單維彰、陳鵬昌，民90)。一般而言，數學概念的來源有兩方面：一是直接看出從數量間的關係或空間形式所發展出來的具體或抽象概念，二是在抽象的數學理論上再做多級抽象化而來的概念。第一種概念形式是非常初級的，幾乎是感官對外經驗加以運思，就可以抽象出一些數、量、形之類的性質。第二類可能需要再加以分析、綜合、抽象、歸納、甚至加以一

般化而得〔Skemp, 1997〕。我們的小學二年級學生課程表，就已經有要使用第二類概念形式的情況，譬如：我們要學乘法的概念之前，須先有加法的概念。學習者在學習新概念的時候，必須先學會使用先前概念，也就是說學習者要先有先備知識。如果在連續抽象的過程中，有某個步驟錯失了，就會影響後面的學習，大部分的學習困難就是這樣產生的〈單維彰，陳鵬昌，民 90〉。所以，數學概念的建構是需要高度認知的〈林信男，民 90〉。

像數理這種需要高度認知的學科，適合利用認知主義和建構主義的觀點來探討學習者的心智和思考過程〈林信男，民 90〉。認知主義強調學習者透過和學習環境之間的交互作用，來發現規律性和關聯性。學習新概念的過程有兩種：一種是將新知識或新概念吸納於原來的認知結構中(同化 assimilation)，另一種是當新舊概念發生重疊，產生認知衝突，需要經過調適，再重組成新的認知結構(調適、順化 accommodation)。建構主義強調學習者的概念是認知個體主動建構的，以數學概念建構而言，是多層次概念之間彼此互相聯繫，學習者要先從低層的基礎概念開始，建構出自己能接受的合理解釋，才能形成新的概念〈林信男，民 90〉〈單維彰，陳鵬昌，民 90〉〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉。

一般而言，學生發展的概念模式常和科學理論模式相衝突，數學概念的產生常是多個連續抽象的結果，若在連續抽象的過程中，有某個過度概念錯失了，就會影響後面的學習，大部分的學習困難就是產生在這樣的連續抽象的過程中〈單維彰，陳鵬昌，民 90〉，另外學生多以感官知覺經驗來發展自己概念模式，而且對已經形成的迷失概念很少能修正過來〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉。於是，學生其實不清楚這些數量(quantity)間的關係，只是一味地計算數值(numeric

value) ，對這樣的學生來說學習變成無意義的機械式學習，並未真正理解概念〈陳淑娟，民 88〉。如果在學習的過程中能以概念改變為學習的內涵，再利用網路輔助教學提供概念改變的學習環境，讓學生能有機會澄清過度概念如此或許才能幫助學生建構正確的數學概念。

促進概念改變的兩個機制：一是學習者自我思考的反思，二是由網路群組分享知識共構〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉。藉由網路正可創造出這兩個機制來，經由網路留言版、討論區、聊天室正可讓學生彼此分享想法，進行溝通，相互觀摩，共同討論與互評想法的可行性，達到個人與群體思維透明化(making thinking visible, MTV)的概念改變〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉，而促成概念改變與學習的目的。

二、問題解決歷程與網路合作學習

數學教育的另一核心問題就是培養問題解決的能力。數學家 Polya(1887-1985)是最早提出「問題解決」概念的人。他在「怎樣解題」一書中，提出問題解決的四個步驟：

1. 了解問題(understanding the problem)：除了了解題目之外，還要能抓到數量關係及哪些先前概念可使用。
2. 想出計畫(devising a plan)：認清各個條件的關係，利用已有的知識，推理出解題的想法計畫。
3. 執行計畫(carrying out the plan)：執行解題思路中所需的計畫或其他的操作。
4. 回頭檢驗(looking back)：重新仔細看看自己的解題歷程，試著去找出這個經驗如何去解決其他題目，或是進一步想一想是否有其他解題路徑。

這四步驟強調學習者在解決問題時，必須重視歷程，而不是成果

〈單維彰，陳鵬昌，民 90〉。另外，杜威也曾提出問題解決五個步驟：

1. 遭遇問題(a felt difficulty)
2. 發現問題的關鍵點(Its location and definition)
3. 提出可能的解決方案(suggestion of a possible solution)
4. 發展推理選出最適當的方案(development by reasoning of the bearing of suggestion)
5. 根據所選定方案行動並隨時觀察，遇有不妥之處，隨時修正方案〈林建仲，鄭宗文，民 90〉

杜威所提之方法的一大特色是隨時觀察修正方案。而 Polya 的特色是回過頭來看看有無其他應用或其他解法，兩者都是重視歷程，而非只重結果。Polya 認為學生應該被要求去解決問題，和去觀察別人解決問題，透過模仿其他人的方法化思考彼此想法的差異，增進自己的概念認知和解題技巧〈單維彰，陳鵬昌，民 90〉。若把這兩個問題解決應用在數學教學和網路特性上，最好的方式莫過於問題導向式(problem based learning, PBL)的合作學習。〈林建仲，鄭宗文，民 90〉〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉〈單維彰，陳鵬昌，民 90〉〈鄭明俊、劉旨鋒、林姍如、袁賢銘，民 90〉〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉

以問題解決為中心的網路合作式教學發揮了網路的特性〈林建仲，鄭宗文，民 90〉，以問題為中心的學習強調「解決問題」來引發學生學習動機〈林建仲，鄭宗文，民 90〉。以解決數學問題而言，解題過程常常是問題中的條件轉化成多層次概念應用，解不出來多半不是算不出來，而是概念轉換之間的過度概念沒有轉化成功，而且，解題方法常常也不只一種，利用網路來發展合作學習，學生們不但可以進行腦力激盪來激發創意，提出各種不同的解法，互相觀摩，對於弄不清楚的過度概念可透過互相討論、建議、批評來澄清、反思自己的

過度概念，從而建構出自己的概念架構。

以問題導向學習(problem based learning , PBL)發展出來的合作學習模式有：鷹架教學模式(scaffolding)和退除(fading)策略、合作探究式學習、網路研討會式教學法(network workshop instruction)。

(一)鷹架教學模式(scaffolding)和退除(fading)策略

Linn(1995)提出鷹架式知識整合 (scaffolding knowledge integration , SKI)的學習理念〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉，SKI是以「一師多生多義工」的模式來進行合作學習。SKI被視為「社會建構主義」的教學法。一開始教師提供「學習鷹架」，也就是所謂的線索。教師提供兩類線索：一是解決問題所需的內容知識，二是解決問題有關的解決方法或技巧。常見提供鷹架的方式是，一開始教師讓學生觀察自己解題，然後再加重學生解題的份量〈胡志偉、陳德懷、曾志朗，民 90〉，除教師之外，網站內還有一些學有專精的輔導義工〈胡志偉、陳德懷、曾志朗，民 90〉，SKI最重要的考量是提供學習者主動探索的機會，所謂新知識是建構在先備知識之上，靠著鷹架來整合，當學生精熟學習後，鷹架再一點一點退除，最後建立學習者有獨立思考，解決問題的能力〈林雲龍、李天佑，民 90〉。經由鷹架提供學生建構出自我理解的概念，並透過思維透明化(making thinking visible)呈現學生的過度概念，再透過反覆驗證的過程，將自己的質樸概念(naïve concept)透明化，並逐漸修正成更正確的科學概念〈陳明溥、顏榮泉，民 90〉。

(二)合作探究式學習(collaborative inquiry learning)

探究學習是一種以學生知識探索行動為主的教學策略，教師藉由提出問題含提供學生教學主題相關的資料，讓學生主動進行假設、探索、驗證、歸納、解釋、討論活動，教師站在引導地位，指引學生主動學習〈張國恩，民 90〉。美國中等學校實施探究教學計畫證實，確能提升學習成效，尤其是實驗技巧、資料解釋能力、批判性思考能力、字彙知識、概念了解、學習態度等。加州大學柏克來分校在網路上設計一套完整的探究式物理學習環境，提供學生一個完整的知識整合環境〈張國恩，民 90〉。

(三)網路研討會式教學法(network workshop instruction)

網路研討會式教學法包含四個面向：表達能力(presentation)、討論(discussing)、同儕互評(evaluation)、建構式學習(constructivism)簡稱 PDEC。主張學習由學生主動參與，鼓勵學生去做知識(making knowledge)，在求知的過程中，個人要和老師、同學一起互動，在這些互動協商、質疑中把其他人的知識和自己的知識進行比較調整，以減少迷思概念，增進知識內容的正確性〈鄭明俊、劉旨鋒、林姍如、袁賢銘，民 90〉。

洪明洲(民 88)指出把教室搬上網路，讓學生親自體驗網路教學與師生或同學間的學習互動，將使學習產生新的風貌。尤其結合教師的一般課堂教學與網路的互動討論機制，學生經由課後的參與討論，將迷思概念，疑難問題，一一呈現，然後再將「新的知識」調適整合回饋於課堂學習之中，對於數學課程內容的學習，必然可產生新的學習激盪與回應，因此本研究期望經由正式課堂的一般教學與課後網路討論結合，進行數學科課程內容的學習，以了解學生的學習效益狀況。