

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。