

應用鷹架理論課程軟體輔助國小分數 迷思概念補救教學效益之探究

王曉璿¹ 曹萬春² 葉晏彰³

¹ 國立台中教育大學 教學科技所

hswang@isst.edu.tw

² 台中縣立僑榮國小

vancet@ms16.hinet.net

³ 苗栗縣立客庄國小

Elphin.tw@yahoo.com.tw

摘要

本論文主要以水平及垂直鷹架學習理論為基礎設計教學軟體，以準實驗研究法，針對剛升上四年級而分數學習有困難的學童共 47 人進行補救教學後之學習成效及學習態度探討，並提出相關討論與建議，以為未來研究之參考。

關鍵詞：鷹架學習、電腦輔助教學、分數概念、學習態度

Abstract

47 students were learned in the research. There are two groups in the teaching experiments. The experimental group uses the teaching method of computer- assist software. The other control group uses the traditional method of class teaching.

Keywords: the scaffold learning, Computer Assisted Instruction (CAI), the concept of fraction, The learning attitude

1. 前言

從實務教學的過程中，發現學童對分數概念的認知並不健全，進一步探討相關文獻，發現分數具有多重意義及抽象且複雜的概念，令學童在學習時產生嚴重的分數迷思概念，造成分數學習的困難。而這種學習困難，呂玉琴認為就是因為分數概念的意義豐富，在不同的情境有不同的解釋，不同的解釋也須使用不同的認知結構，使得學生在發展分數概念時需要一段漫長的歲月，而且整個學習發展過程是相當的艱辛(引自詹婉華, 2003)。而在艱辛的學習過程中，又常由於對分數的意義及表徵符號不了解、對分數的計算只是機械式的記憶、以及不理解分數算則的意義等(呂玉琴, 1991a; 林福來、黃敏晃、呂玉琴, 1996; 陳靜姿, 1997; 吳相儒, 2001; 龐嘉芬, 2002)造成分數學習的成就降低。因此如何針對國小學生分數迷思概念的現象，整合學習理

論內涵與運用資訊科技工具，以協助國小兒童進行分數迷思概念的補救教學，乃為此研究的主要動機所在。

2. 文獻探討

劉世能(2002)指出學童在他們最主要接受教育的歲月中，數學概念的學習是必要的，其中分數是他們接觸的數學概念中最複雜及最重要的，同時Hunting (1983)也認為分數是更複雜數學觀念的苗床(seedbed)。林碧珍(1988)進一步指出，分數是一種既複雜又重要的概念，如果學童無法理解分數，國小以後的數學發展將會受到阻礙，在這些基本的分數概念中，主要包括部分/全體的意義、子集/集合的意義、數線上的一點、兩數相除的結果、比值等(張日齊, 2003)，由於分數的基本理念是「分」，但隨著分數所屬情境的不同其意義也不相同，是故造成學生學習上的困難。

陳和貴(2002)在研究迷思概念對分數學習的影響時，歸納出迷思概念形成的原因，主要如下：

兒童日常生活經驗的錯誤印象，主要受自己的生活經驗或文化影響。

架構憶取的錯誤(frame-retrieval errors)，指學生在認知或解決問題時，選擇了錯誤的架構，或者說選取的架構不適合此問題，也可能是因為類推到不適當的規則造成的。

二元逆轉(binary reversions)，這是指兒童的學習退回到先前的學習領域，也就是以過去學過的問題來對待新近學習的知識。例如：學生利用「部分/全部」的概念在數線上表示分數。

同化範型(assimilation paradigms)，兒童在學習過程中因視覺刺激的「熟悉度」所造成的影響。例如：將 3×3 算成 $3 + 3$ 。

兒童對相關知識的認知不足所造成，亦即學習時個體的先備知識不完備，影響認知學習的結果。

兒童遺忘或解除演算公式的限制條件，導致錯誤的規則產生。例如：算式 $12 + 6 \times 8$ ，兒童忘了四則運算先乘除後加減的算則。

「產生/檢驗」的解題方式，此種是指當兒童以不完全的算則而遭遇僵局，所產生的解題方式，是一種智慧的創作與知識的重組，但創作及重組的結果，往往是迷思概念產生的開始。

語言含糊和不正確所導致(language-induced error)，例如學生會受到語言因素的影響，在數線上將五分之三標在5後面的第三小格。

正式或非正式的教學影響，指的是兒童的學習會因教科書中不當的描述或插圖、教師的教法及其教學的相關知識所誤導，而產生認知的迷思概念。

分析上述迷思概念的產生，依個體作為區別，可分為內在因素及外在因素，而內在因素明顯地對個體的學習影響較大。人們在日常的生活行為，或是在學習的推理與嘗試錯誤中，經常會依循著一種普遍，自然且不自覺的認知機制來判斷，這個認知機制即為「直觀(intuition)」。是以在真實的世界裡，人們仰賴直觀將某些觀念和符號以理所當然的、主觀的、自發的、一致的和完全且直接的接收。Fischbein(1987)指出，直觀就是當訊息不完整、不明确且被某些特別機制所遮蔽時，人們所產生的一種具有立即性、一致性與信心的感覺。由此可發現，個體迷思概念的內在因素與個體的直觀想法有極大的關聯，所以，學生在學習數學時，不應只重視數學的觀念和演算，也應注重數學經驗的培養，這種數學的經驗或感覺，就是數學的直覺或直觀，兒童數學能力的深化，奠基於揉合舊有的直觀和新的觀念或題材，進而擴展成一種新的直觀，尤其如何讓學生能主動去探究，並嘗試由學習歷程中去發現分數概念不同情境的應用差異，進而產生內在因素的轉化，而促進分數概念的學習。

建構主義主張教學過程的核心由知識傳授者轉移到知識學習本身。由理論內涵可窺見它強調以下三個意義(李咏吟, 1998)：1. 知識是學習者主動建構的，不是被動的接受或吸收；2. 知識是學習者經驗的合理化或實用化，不是單純記憶事實或真理；3. 知識是學習者與別人互動與討論而形成共識。因此在教學過程中，強調學生與學生、學生與老師、學生與情境的互動關係，以學生為中心的教學活動，讓學生主動學習並參與學習，藉著學習的歷程獲得新事物的經驗，並透過同化和調適獲得新知識的建構。

而學習歷程的注意與輔助考量，就如鷹架理論對於個人的學習，由輔導注重學習的過程，到由學習者主動去反思自我的學習歷程，Gee, Michael, & O' Connor(1992)把鷹架視為一種「橋樑」，教師負有支持、導引和擴展的任務，給予學習者協助和澄清所需要的訊息。因此，鷹架在教學上的應用，Dyson(1990)認為應該包含「垂直」與「水平」兩個層次，「垂直鷹架」，就是將學習內容配合學習者的需求加以結構化處理，並在教學互動中鼓勵學習者認知的複雜化，以培養其應用能力；而「水平鷹架」，則是強調教師的支持與學習的內容，應配合學習者的社會背景和經驗，而不是孤立的教學支

持。由此可知，水平和垂直學習鷹架理論是基於尊重學習者的意圖，並可使教師支持、擴大和延伸學習者的學習及思考。

因此，本論文主要藉由探討學童認知的結構及發展，應用個體自我建構知識的原理原則，透過分析學童常存的分數迷思概念，針對學習分數時易犯的錯誤類型及教學時應注意的事項，發展鷹架式學習軟體，以激發學生學習動機，引導學童適性化的學習，提升數學分數迷思概念的學習效益。

3. 研究過程與方法

本研究採準實驗研究法，研究對象以國小四年級學生共四個班級112位學生，依前測分數結果，選取各班分數低於前測平均數的學生共47人為研究對象，並以班別為基準，隨機分派為兩組，每組各兩班，一組為實驗組，一組為控制組。實驗組施以「鷹架式電腦輔助教學」軟體進行分數基本概念之補救教學，控制組施以傳統「課堂式教學」方式進行分數基本概念之補救教學。

兩班實驗組的學生為25人，兩班控制組的學生為22人，全部研究對象為47人。本研究之設計採質、量並重的方式進行資料收集。在量的方面以準實驗設計類型中隨機分派樣本前後測設計，控制相關之干擾變項，減少實驗之誤差。在質的方面，以電腦討論版的方式，學童依主題進行討論，以為質的相關資料。

研究樣本在實驗前均接受前測，實驗處理階段，實驗組接受「電腦輔助教學」方式之補救教學處理，並上網在研究者設計之討論版進行討論；控制組則採傳統「課堂式教學」之分組討論、教師講授方式進行，不做其他任何之介入處理。實驗組與控制組皆有四堂課之學習教材，但實驗組會在研究實驗進行前，先給予一堂課的有關「鷹架式電腦輔助教學系統」之操作說明及練習，實驗處理後之隔天，二組皆進行後測，以瞭解補救教學後之學習成就。

本研究主要工具為(一)分數基本概念學習成就測驗；(二)四上分數概念學習成就測驗；(三)補救教學學習態度問卷；(四)分數基本概念學習態度量表。「分數基本概念學習成就測驗」試題編製，係由研究者依據實驗內容自編，主要參考康軒版，並輔以南一版、翰林版及仁林版國小數學第一冊至第六冊教學指引、課本與習作編製測驗試題，問題依分數概念分為「等分概念」、「簡單分數概念」與「分數單位量概念」三個子概念編製，測驗時間為一節課共計40分鐘。Cronbach α 係數為.8136，效度則進行專家效度及內容效度檢視，測驗題型以均為選擇題，每題答對均予以1分計算，給予的分數加總後，即為受試者之受測分數，本研究題數共25題，故總分為25分。

「分數概念學習態度量表」的題目，係參考黃

瑞龍(2003)所編「國民中學學生使用電腦輔助學習態度量表」,陳世銘(2004)所編「線上評量與補救教學系統使用態度問卷」等,由研究者整合編輯而成,其內容包括:受試者對教學活動內容及學習的態度與看法,問題涉及課程的學習方式、課程內容及延伸學習方式到其他科目的學習意願之調查。

本研究主要實驗工具「鷹架式電腦輔助軟體」乃依據電腦多媒體的特色、電腦輔助教學的優點,結合認知學習理論提出之認發展歷程、建構理論主張之知識是由個體自行建構而得,以及鷹架學習的模式,規畫出五項理念,以為設計時之依循分別包括:激發學習動機及興趣、符合個別化、適性化的學習,提供適當回饋,增進學習效率、加強深度與廣度,提升學習效果、以及互動式學習模式,幫助知識的自我建構。

「互動」為電腦輔助教學的特色,本軟體之設計強調人機互動外,亦重視人與人的互動,為達到人與人的互動,加入討論版的功能設計。鷹架學習理論也提到知識的建構是學習者與自己以外之人、事、物互動的結果,因此,本軟體基於鷹架學習理論,期望學習者在透過「水平鷹架」人與人之互動式的學習,幫助自我知識的建構。

學習內容則以分數基本概念學習為中心,根據分數子概念發展出等分概念、簡單分數概念、連續量之分數單位量概念、離散量之分數單位量概念及實力挑戰等,軟體的設計內涵,則以建構主義及鷹架式學習模式為主,分別說明如下:

(一)建構理論:本學習系統主要分為兩個學習向度,其一為基礎型(陳述性、概念性)知識之建構,亦即每個學習概念之學習、增強及辨正。在學習系統中首先呈現學習主題,然後一步一步、由淺而深,讓學童在操作各種表徵中,將各種表徵互連結,最後建構出分數的認知結構。例如,在等分概念的學習單元,先呈現一個不等分的情境給學童判別,若無法順利判別則提示等分的意義再給學童進一步確認,明瞭等分的意義後,再出現由學習者自行將物品等分,最後歸納等分的情境,以增強等分的概念;除此,亦透過矛盾的情境建構其分數概念,如在不同單位量比較之迷思概念中學習,出現學習主題後,由學童拖曳大於、小於及等於之符號,然而因為單位量不同而沒有一個是正確的,激發學童思考、發現問題之癥結,再把各種單位量所表示的可能情形以圖像呈現,建構學童思考分數單位量的概念。

(二)鷹架學習理論:本學習系統之第二個學習向度為應用型(程序性)知識的建構,應用鷹架學習理論之原理原則,提供解題之思考策略,協助學童順利解題。在協助學童解題時,主要以師長提供之「垂直鷹架」引導思考、學習,促進自我導向學習能力之培養,輔以同儕討論之「水平鷹架」溝通、反省觀念,促成學習遷移的效果。為達成學童自我的能力發展來建構學習知識,系統設計時皆提供「垂直鷹架」之協助,但由學童在學習時依當時的

學習能力提出請求,當提出協助請求時即呈現引導學習的內容,不過為將學習責任由協助鷹架之共同承擔轉移到完全由學童承擔,是故在請求協助超過三次後,每題的得分會減少,以鼓勵學童自我建構出新知識。而「水平鷹架」之設計則以電腦之討論版型式呈現,學童透過電腦網路共同討論研究者依學習單元規畫的主題,藉由「溝通」促成學習內容之「認知」。

為了解本研究「鷹架式電腦輔助教學」系統之內容、功能、操作及運作是否適切可行,在本系統設計完成前,請了兩位任教科目與本研究分數教材相關之教師及三位未參與本研究實驗之學童協助測試,並將其測試結果及建議,做為本研究系統修正之依據,最後完成本研究之「鷹架式電腦輔助教學」系統,進行實驗。

本研究主要資料處理以t檢定、單、雙因子變異數分析等方法進行。

4. 結果與討論

(1)不同學習模式之學習成效

A. 實驗組在前測後,接受「電腦輔助教學」學習模式進行分數基本概念之補救教學,平均分數由前測成績之 13.04 分進步到後測成績之 18.36 分,經過統計考驗顯示具有顯著的差異,也就是說本研究依建構理論及鷹架學習理論設計之「鷹架式電腦輔助教學」,對於分數學習困難之學童具有學習上之幫助。

B. 受試者在三項分數子概念之學習成效,經資料分析可看出受試者在透過「電腦輔助教學」系統之學習,無論是「簡單分數概念」、「等分概念」或「分數單位量概念」,其後測成績平均數皆明顯優於前測成績,且具有統計上之顯著水準,顯見本研究之「鷹架式電腦輔助教學」系統對於分數基本概念之認知具有正面助益,能協助分數學習困難之學童建構其分數知識結構,釐清分數迷思概念,進而避免錯誤分數解題類型的發生。

C. 控制組之受試者在接受「課堂式教學」學習模式後,其平均數由前測成績之 13.09 分進步到後測成績之 17.09 分,具有統計之顯著差異,由此可知建構式之「課堂式教學」,對於分數基本概念學習困難之學童,亦具有學習之成效。

D. 控制組在分數子概念的表現,在「簡單分數概念」、「等分概念」、「分數單位量概念」三個項目,其後測成績平均數皆優於前測成績,且具有統計上之顯著水準,可見建構式之「課堂式教學」,有助於建立學童分數概念之認知結構。

E. 實驗組之學習成就與控制組之學習成就雖未具有顯著差異,不過就整體平均數而言,實驗組之後測成績為 18.36 分優於控制組之後測成績 17.09 分。研究者認為就補救教學的目的而言,實驗組與控制組的學習模式皆具有成效,同樣能增進

學童的分數認知，建立正確的分數概念，因此，以實驗組之「鷹架式電腦輔助教學」系統協助平日辛勞的教師，讓分數學習困難學童自行使用「鷹架式電腦輔助教學」系統進行補救教學，不僅能達到補救教學的目的，同時也具有優於傳統「課堂式教學」學習之成效。

F. 本研究之分數課程，主要針對造成分數學習困難學童錯誤類型之迷思概念規畫，無論實驗組與控制組皆以分數子概念為編排之主要軸心，各節次皆圍繞一個子概念探討，唯「分數單位量概念」涉及較抽象且複雜，故分成二個子題設計，一為針對分數連續量之單位量，一為分數離散量之單位量而設計。兩組的受試者依研究者設計之教材學習，而且具有學習成效，而未造成顯著學習差異，研究者認為實驗組與控制組皆以建構理論為建構分數知識結構之基礎，相似程度高，此為可能因素之一。

G. 本研究在「電腦輔助教學」系統加入鷹架學習模式，但在實驗時發現實驗組之受試者並未能完善應用此一功能者，主要是因為本研究之電腦輔助教學系統採受試者提出協助時才協助之鷹架設計，研究者認為這應是造成實驗組雖比控制組的學習成就稍高，但未達顯著差異因素之二。因此，研究者認為在「電腦輔助教學」系統之設計時，應考慮具有適時主動協助功能之主動鷹架，而非本研究設計之被動鷹架，這對學習者應具有更實質助益。

5. 結論與建議

(1) 結論

- A. 基於建構理論及鷹架學習模式設計之「電腦輔助教學」系統，確實能夠提升分數基本概念學習困難學童之學習成就。
- B. 學習時間、互動情形及電腦基本素養是影響本研究「電腦輔助教學」之學習成效的主要因素
- C. 「電腦輔助教學」模式學習分數之基本概念，對於國小四年級男生及女生具有相同的學習成效
- D. 具有電腦多媒體的特色及優點之「電腦輔助教學」系統，學童學習時具有較正向且積極的學習態度
- E. 學習態度與學習成就具有正相關，亦即學習態度高的學童其分數基本概念之學習成就亦較高
- F. 「電腦輔助教學」系統可有效減輕教師之教學負擔及達到適性化、個別化的教學育目標

(2) 建議

- A. 應用鷹架學習理論於學習時，應考量「垂直鷹架」及「水平鷹架」的課程內容及應用時機
- B. 線上文字討論的實施，應考量學童的電腦基本素養及中文的打字能力
- C. 「電腦輔助教學」系統的設計，應利用電腦多媒

體的特性，充份引起學童的學習興趣，增進學習意願

- D. 「電腦輔助教學」應給予充足的時間學習，以減少因學童的個別差異及電腦素養而造成影響學習因素
- E. 「電腦輔助教學」系統可藉由人機的互動，建構學習者的認知結構，不過實際的學習過程仍應避免不良之互動情形影響學習成效

(3) 對未來研究之建議

- A. 可進一步探討分數基本概念補救教學之學習保留及遷移，對四年級延伸連貫的分數教材學習成就之影響
- B. 對「電腦輔助教學」模式的學習，學童與系統間不同的互動方式與學習歷程，可深入探究與學習成就之關係。
- C. 基於建構理論及鷹架學習理論之知識建構原則，應用「垂直鷹架」及「水平鷹架」搭建之「電腦輔助教學」系統，在本研究中僅探討分數基本概念之補救教學成效，未來研究可考量其他單元或科目繼續深入探討，以了解建構及鷹架學習理論之「電腦輔助教學」的可行性及適當性。

參考文獻

- 呂玉琴(1991a)：分數概念文獻探討。台北師院學報，第四期，573-605。
- 呂玉琴(1991b)：國小學生的分數概念：1/2 vs. 1/4。國民教育，31(11,12)，10-15。
- 呂玉琴(2003)：數與計算教材設計對分數概念的處理。2003/03/12 取自：
http://content.edu.tw/primary/math/jm_jh/math/s2middle/s201.htm。
- 詹婉華(2003)：國小高年級學童分數概念之探究。國家圖書館-全國博碩士論文資訊網，系統編號：91NTPTC476011。
- Heinich, R., Molenda, M., & Russell, j. D.(1993)/李文瑞等譯(1999)。教學媒體與教學新科技。台北：心理出版社。
- 李咏吟(1998)：認知教學-理論與策略。台北市：心理。
- 李咏吟(2001)：學習輔導—學習心理學的應用(第二版)。台北市：心理。
- 洪素敏(2004)：國小五年級學童分數迷思概念補救教學之研究。國家圖書館-全國博碩士論文資訊網，系統編號：92NCYU0480001。
- 教育部(2004)：國教專業社群網：學習領域-數學。2004/03/15 取自：
<http://teach.eje.edu.tw/9CC/fields/2003/math.php>。

- 陳世銘(2004)：線上測驗應用在國民小學補救教學成效之研究—以四年級數學時間單元為例。台中市：國立台中師範學院數學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 陳和貴(2002)：國小五年級學童分數概念學習表現及易犯錯誤類型之比較研究~以屏東縣多元文化族群為例。國家圖書館-全國博碩士論文資訊網，系統編號: 90NPTTC476017。
- 曾明勤(2002)：應用網際網路輔助建構式鷹架教學之研究--以「研究方法」課程。台北市：國家圖書館-全國博碩士論文資訊網，系統編號: 90NKIT5396002。
- 陳靜姿(1997)：國小四年級兒童等值分數瞭解之初探。台中市：國立台中師範學院國民教育研究所碩士論文(未出版)。
- 林福來、黃敏晃、呂玉琴(1996)：分數啟蒙的學習與教學之發展性研究。科學教育學刊，
- 吳相儒(2001)：運用國小數學科「分數」教學模組實施診斷與補救教學之研究—以國小四年級學童為例。國家圖書館-全國博碩士論文資訊網，系統編號: 89NCYU0576030。
- 龐嘉芬(2002)：國小高年級學童分數概念與能力之研究。國家圖書館-全國博碩士論文資訊網，系統編號: 90NPTTC476003。
- 劉世能(2002)：臺灣北部地區國小高年級學童分數概念之研究。國家圖書館-全國博碩士論文資訊網，系統編號: 90NTPTC476043。
- Fischbein, E.(1987). Intuition in science and Mathematics. An Educational Approach (Dordrecht: Reidel)
- Gagne, E. D., Yekovich, C W., & Yekovich, F. R. (1993). The cognitive psychology of school learning (2nd ed.) . New York: Harper Collins College Publishers.
- Dyson, A.(1990). Special educational needs and the concept of change, Oxford Review of Education, 16(1), 55-66.