

「遊戲式概念改變」與「引導式表徵陳述」 課程軟體輔助國小分數學習效益之探究

王曉璿¹ 葉晏彰² 李璋仁³

¹國立台中教育大學 教學科技所

hswang@isst.edu.tw

²苗栗縣立客庄國小

Elphin.tw@yahoo.com.tw

³國立台中教育大學 數學教育系碩士

william@william66.sytes.net

摘要

本研究旨在以建構理論之精神，設計不同的電腦輔助學習軟體作為研究工具，藉以探討國小四年級學生以不同的電腦輔助學習模式進行兩階段(一般學習、補救教學)的準實驗在學習成就上的差異情形。經量化統計分析得知：(1)接受「遊戲式概念改變」模式的學習成就表現顯著優於「引導式表徵陳述」電腦輔助學習模式。(2)不同的受試者對於電腦輔助學習的態度皆呈現較為正向的學習態度。(3)經由「引導式表徵陳述」模式學習後仍為低數學成就學生，接受「先測驗後決定是否學習」補救教學策略的受試者在分數概念學習成就表現具有顯著成效。

關鍵詞：電腦輔助學習、表徵、補救教學、遊戲

Abstract

The purpose of this research tried to understand the effect of using the different courseware design methodology in mathematic learning. Based on the constructivism and the different courseware design methodology, two type of mathematic learning courseware were designed as research tools in the study. The subjects were two fourth-grade classes (N=34 & N=33). Two sections(normal and remedy learning) of the research experiment were at the study. The quantitative quasi-experiment with covariance analysis and t-test was used in the research. Several conclusions were as follow.

(1)Low-mathematics-achievement students had better performance in fraction after using “gaming conceptual change” than using “guided representative description.”(2)No matter which computer-assisted learning model was adopted, subjects’ learning attitude had no significant difference statistically. Both groups presented more positive learning attitude.(3)There are significant effects on students categorized as low-mathematics-achievement after aided “guided representative description” model in the

wake of the remediable teaching strategy, “test-first-study-later.”

Keywords: computer-assisted learning、representative、remedial instruction、game

1. 前言

分數概念在數學領域中具有重要性地位(陳靜姿,2000)，並具有數學基礎能力培養的關鍵性質(教育部,2003)。然而，學生在分數概念的學習上確實產生了一些困難與迷思概念。現行的九年一貫課程強調以學習者為主體，通過審定的版本也強調「建構式數學」。在以往的文獻中得知，不同的版本的教材基於對建構理論的解讀而有不同的編排方式，且確實影響教師的教學(林冠群、葉明達,2002)。

培養學生獨立自主的學習能力是新世紀終身學習的條件。但基本能力的培養有賴於教師的教學指導，因此，我們必須重視如何指導學生進行有效率的學習並培養學生獨立自主的學習能力。近年來科技的發達促使資訊融入教學盛行，以資訊融入教學更可呈現不同於一般課堂上的教材，而能提高學習效果(王曉璿,1999)。所以，基於建構精神並以資訊融入相關教材，或許有機會改變學生的學習成效。

2. 文獻探討

2.1 建構主義與教學

建構主義學派的教育觀點指出「知識是主動建構的過程」，強調認知活動是學習者在學習過程中有意識的對所經驗的環境做一種組織與整理，並主動建構出符合自己本身經驗與知識(何俊青,2000)。因此，學生才是學習的主角，而教師則是扮演著促進與引導學生產生學習的角色，從積極面而言，教學上更要培養學生自行主動建構的能力，能主動對新經驗建構出合理的解釋，同時教師也要認知到學生所建構的知識是暫時性的，它會不

斷的被修正和成長(王美芬、熊召弟,1995)。

融合與建構理論相關的學說得知,Vygotsky 的「近側發展區」理論啟發了教學者瞭解學生透過與他人的互動能增進認知發展的重要性(曾志華,1995);Piaget 的基模運作理論則說明教學時可以利用矛盾現象引發兒童的學習興趣並促使學生修正基模(王美芬等,1995)。Ausubel 對學習內容的呈現方式分類(接受式、發現式)說明,接受式學習是學校學習中最主要的方式,所需要的學習時間較少,記憶保留也較持久;發現式學習則是鼓勵學習者自行操弄、探究,以發現學習教材所隱含的組織結構,適用於強調問題解決的學習情境,有助於學習者產生內在的學習動機,並能促進學習遷移(張新仁,1993)。由 Gagne 的學習順序與訊息處理模式可知,任何的學習都有一種適當的順序。而在建構主義的教學策略下,所安排的豐富的教學、學習情境,可針對傳統教學設計偏重於語文資訊、動作技能及低層次的知識技能之缺失做改進,而能讓學生學習高層次的心智技能及態度(朱湘吉,1992)。「訊息處理模式」對人類內在學習歷程的解釋中提出,知識由短期記憶轉入長期記憶需要經過篩選,其中訊息對學習者而言是否有意義、能引起學習者「注意歷程」為篩選的主要因素(林生傳,1999)。Gagne 的理論與建構主義的結合更進一步說明教師的角色,就是在協助學習者,達到「專心注意」、「思考」、「儲存訊息」三步驟。概念改變理論指出學習真諦之一是學習者是否發生了概念改變,概念改變模式的教學觀強調教學過程中引導學生認知到已有概念與正確概念之間差異的重要性以及鼓勵學生能解釋、澄清自己的想法,並能將新概念應用於不同問題情境(何俊青,2000)。

建構主義強調學習者是知識建構的主角,因此在教學設計上轉而朝向以學生為中心的教學策略。陸振吉(2001)在其研究中提出建構論本身並無固定的教學模式或教學方法,但強調此種學習環境應是真實的與互動式的學習情境。從國內外的學者朱則剛(1994)、Lebow(引自霍秉坤,2004)所提出的建構式教學設計理念可知,在教學設計中必須注意到學習者的主動學習、參與和個別差異;合作學習、探討問題的重要性;促進學習反思行為的產生;學習與生活環境之間的密切關係。鄭美儀(2004)則提出在許多以學生為中心的教學策略中最受兒童接受和喜愛的,莫過於遊戲,因為遊戲使人感到輕鬆和愉快,且符合兒童生理和心理的需求,更且可透過遊戲中的體驗和反省,而達到學習的效果。

2.2 符號表徵與分數學習

課程的編排與學童身心發展的過程必須緊密結合,才能符合學童的認知發展。文獻中提出:當學生的認知發展仍在視覺期與直觀的思考型態階段時,在教學過程中藉由表徵間的轉換來輔助分數概念學習的重要性(曾靖雯,2003),且此類學習經驗

對分數概念的穩固具有幫助,使學生能以有意義的方式來學習數學概念,還能夠提供學生許多克服認知失衡的契機(黃芳玉,2003)。而實證研究亦指出資優生的解題策略之一是圖畫表徵(林香,2003)、低成就學生在學校評量中較能成功解決圖畫題問題(林美惠,1997)。因此,將文字題情境透過圖畫表徵的視覺化方式來引導學生思考解題,並熟悉數學解題歷程,似乎能使低成就學生在充分瞭解題意後再進行思考和解題,以減少盲目解題現象的發生;視覺的表徵型態對於高成就學生而言則提供了一個容易表達、溝通數學思考的方式,並進一步給予協助重新省視自身的概念與新概念之間做連結的機會。而數學領域綱要分年細目與詮釋使用說明中更是強調具體物或圖畫表徵有諸多的功能,並且提出分數教學時兩種常用模型:「圓形模型」(如披薩)與「線形模型」(如繩子、直尺)(教育部,2003)。

2.3 學生的分數迷思概念與教學

數學領域綱要對「演算能力」的理念解釋,說明教學應重視學生對數學概念的理解(教育部,2003)。然而,學生在學習新數學概念之前所具有的概念,將是影響新概念的重要因素與形成另一個迷思概念的原因。尤其分數概念在不同的情境下有不同的意義,所須的學習時間也較漫長(詹婉華,2003)。

在中年級的教材中,分數概念學習為單一意義,即將一個單位量透過等分割活動成 n 等分,再合成其 m 分,命名為 n 分之 m 。此單一意義的學習則須具備部份-整體、等分、單位分數、單位量概念。學生的概念之建立除了受到舊有概念的影響外,教師的教學、教材內容的呈現等同樣可能使學生產生迷思概念,如非分數正式知識,無法與分數符號及算則相連結(林福來等,1996);學童在分數的表徵之間未能成功連結,即可能使學生誤以為分數只是一個圓形的派(Niemi,1996);不同圖形的分割對學童有不同的難易程度(Piaget,1960);根深蒂固的整數概念與視覺直觀思考可能使學生無法提昇部份-整體概念至以「份」為思考單位(游自達,1993);未具等分概念的學生可能於處理分數問題時,僅能形式計算,而無法瞭解等分對分數所指示的量之影響(曾靖雯,2003);當學生將分數看成兩個整數的組合時,將造成等值分數的學習困難,面對離散量簡單分數時亦可能採分子或分母策略解題(陳瑞發,2003);教材的呈現以全部內容物為單位量,可能使學生對單位量的忽視,未具單位量概念,亦可能於解題時進行毫無意義的比較,且不自覺(洪素敏,2004)。

在分數教學實驗研究中,證實以多重表徵的方式呈現教材、以診斷教學方式教學與遊戲融入教學等皆有顯著成效而有潛在學習效益,但學生接受實驗後,仍然在分數的部份子概念上存有不盡相同的迷思(張熙明,2004;張樂明,2004;王奎婷,2004)。

2.4 電腦輔助學習

實證研究中亦證明以資訊融入分數概念或一般教學中，多數能對學生的學習有所助益。而遊戲理論與電腦輔助教學技術的結合，則更能提昇學習動機與保持學習的興趣(Rebecca,2004)。因遊戲的本質基本上是一個參與、互動的娛樂過程，操作者在遊戲的操作過程中，也會對遊戲有所期待，如希望能克服挑戰以滿足成就感，不同情境的體驗，帶來了情感經驗的樂趣等(葉思義等,2004;鄭美儀等,2004)。學者亦提出以建構理論的觀點運用於電腦遊戲設計則應注意操作者的前置經驗、感官的提示促使短期記憶能有較長的暫留、後設認知的策略運用，以輔助學習者有效率的參與學習、提供豐富的學習、觀察資訊、操作變因的控制、允許犯錯，並能從中獲得學習及和「專家」的互動等(Atkins,1993)。

因此，以資訊融入教學確實有其可行性。此外，在一般教學後經常發現仍有低成就學生，而文獻亦證實以資訊融入補救教學有其優勢(曹萬春,2005)，非同步網路學習的不同路徑中，其一為多次重複學習型(陳文森,2003)，也就是說此類型的學生可能適合以電腦做為輔助學習的工具，且能節省教學者與電腦軟體設計者的修改時間。再者，由適性診斷測驗觀點可知，線上測驗，不但節省教師的時間，可避免人工的錯誤，測驗結果更有即時性以協助補救教學措施的採取(許志毅,2004)。

3. 研究方法

3.1 研究架構

本研究因分別進行一般教學實驗與補救教學實驗，故區分為兩個階段進行。第一個階段以準實驗設計對兩個實驗班級進行不同學習模式(遊戲式概念改變、引導式表徵陳述)之實驗處理，量的方面以共變數分析(ANCOVA)瞭解不同學習模式的學習成效之差異、以t檢定考驗受試學生在電腦輔助學習態度之差異；質的方面分析學生在實驗中所撰寫的學習單內容、以百分比敘述統計瞭解受試學生對電腦輔助學習之態度。第二個階段則針對經由第一個階段的學習後仍為低成就的學生，在原學習模式再隨機區分成二小組(共四組)，進行不同補救教學策略(先測驗後決定是否學習、重複相同教材學習)之實驗處理，並以t檢定考驗受試學生的補救教學成效與不同補救教學策略間之差異。

3.2 研究對象

本研究之對象為國小四年級學生，苗栗健康國小(化名)之四年級兩個班級學生。取班級之三年級下學期三次月考數學科平均成績，經變異數同質性考驗 $p=.075$ ，顯示兩班學生同質。

3.3 實驗設計

本研究之第一個階段進行前實施前測，並以此測驗成績為共變數，再施以不同的學習模式實驗處理(各四節)，每一節課下課前5分鐘給予互動時間並撰寫學習單，實驗處理後實施後測及電腦輔助學習態度問卷填答。

第二個階段進行前對原班級實施前測據以挑選出仍為低成就學生，每班16名，再進行不同的補救教學策略，實驗處理後實施後測。

3.4 研究工具

本研究之研究工具區分為分數概念輔助學習軟體、成就測驗、使用電腦輔助學習態度問卷等。

3.4.1 分數概念輔助學習軟體

本研究之輔助學習軟體區分為「遊戲式概念改變」及「引導式表徵陳述」兩組，各組分四節課實施教學，教學內容相同，第一節及第二節學習分數的部份/全體概念，第三節學習等分概念、第四節學習單位量概念，採專家效度。

「遊戲式概念改變」模式的教學設計，以學生最能接受也最喜愛的電腦遊戲的型態並以發現式學習方式呈現教材內容，藉由鼓勵學生自行操弄產生內在的學習動機，使學生在遊戲中能主動參與並給予學生更多的控制權，促進學生學習時能主動對電腦畫面所呈現的內容之核心概念做歸納、澄清以改變概念、發現學習教材所隱含的組織結構，輔助學童自行建構分數基本概念。

「引導式表徵陳述」模式的教學設計，以學生熟悉的教學過程、學校學習中最主要的接受式學習方式為基礎，藉由電腦輔助學習的優點，透過電腦的引導的過程中使學生的主動參與程度提高；在教材的呈現方面則以不同表徵型態將學習內容組織成最後的形式，引導學生使用電腦工具，輔助學童自行建構分數基本概念。

3.4.2 成就測驗

本研究的測驗卷在信度方面經由Cronbach α 分析，結果顯示第一階段前測之 α 係數為.7148，第一階段後測之 α 係數為.83，第二階段前測之 α 係數為.7207，第二階段後測之 α 係數為.8641，即代表測驗工具有較佳的內部一致性。在效度方面則採用專家效度與內容效度。

3.4.3 使用電腦輔助學習態度問卷調查表

本研究的態度量表係參考李國海(2002)之調查表修定，採用專家效度，調查之各向度參閱表1。

4. 研究成果

4.1 不同輔助學習模式學習差異分析

由單因子共變數分析檢定結果得知兩組受試樣本在後測成績上達到統計上的顯著差異($F=19.640, p=.000$)。經成對事後比較結果得知，接受「遊戲式概念改變」模式的學習成效潛在優於「引導式表徵陳述」模式的學習成效。

由單因子共變數分析檢定結果得知，高數學成就學生接受不同輔助學習模式的學習成效並無統計上的差異($F=.486, p=.491$)。

由單因子共變數分析檢定結果得知兩組低數學成就學生在後測的成績達到統計上的顯著差異($F=28.441, p=.000$)。經成對事後比較結果得知，接受「遊戲式概念改變」模式的學習成效潛在優於「引導式表徵陳述」模式的學習成效。

4.2 電腦輔助學習之態度

表 1 使用電腦學習「分數概念」態度問卷分項同意百分比摘要表

項目	遊戲式概念改變	引導式表徵陳述
可否幫助學習	92.2%(可)	89.9%(可)
操作的難易度	84.3%(容易)	92.9%(容易)
學習時的心情	90.2%(有信心、不困難)	78.8%(有信心、不困難)
對電腦輔助教學的喜惡	94.9%(喜歡)	91.7%(喜歡)
教師所扮演的角色	43.6%(須要老師協助)	62.1%(須要老師協助)
工具設計	91.2%(內容清楚、能吸引興趣)	86.1%(內容清楚、能吸引興趣)

表 2 使用電腦學習「分數概念」態度問卷差異摘要

t 檢定項目	t 值	p 值
高數學成就學生接受不同輔助學習模式	.89	.38
低數學成就學生接受不同輔助學習模式	.947	.351
「遊戲式概念改變」模式之不同成就學生	.908	.371
「引導式表徵陳述」模式之不同成就學生	1.942	.061

由表 1、表 2 整體表現得知，以電腦輔助「分數概念」的學習皆為正向，且受試者對使用電腦學習「分數概念」的態度並未因學習模式不同而有差異；亦不因學習成就有所不同而有差異。亦即表示

電腦輔助學習對學生的學習態度具有潛在的正向鼓勵學習作用。

4.3 學習單內容分析

4.3.1 部份-整體概念學習探究

兩組受試者的相同表現如下：

1. 數學故事中，模仿學習軟體中出現的表徵型態為說明情境。
 2. 忽略單位詞對分數所指示的量之重要性
 3. 較習慣於使用簡單分數型為溝通語言
- 不相同的表現情形如表 3：

表 3 部份-整體概念學習之相異表現

遊戲式概念改變模式	引導式表徵陳述模式
1. 第一節多數以連續圖形表徵	1. 多數以離散圖形表徵
2. 第二節多數以離散圖形表徵	2. 較能注意到整體量用詞的陳述；例如使用不同的單位詞或以「全部」表現整體量
3. 多數未能在說明語句中陳述整體量為何，而以「分成 3 份中的 1 份」為陳述方式	3. 仍有學生以分母個數及分子個數的配對為分數詞概念呈現

4.3.2 等分概念學習探究

兩組受試者皆忽略精確等分概念，誤以為自己隨意畫出的圖形即能表示等分

不相同的表現情形如表 4：

表 4 等分概念學習之相異表現

遊戲式概念改變模式	引導式表徵陳述模式
1. 以尺為輔助作圖工具	1. 沒有學生以尺為輔助作圖工具
2. 作圖方式傾向於以 1 公分為單位，分母數為整體長度	2. 在離散物表徵的平分方面，有學生注意到以「一樣大」用詞陳述
3. 缺乏等分概念用詞，僅用「分成」一詞	
4. 圖形表徵方式不限於面積圖形，亦有線段或離散圖形，離散物多為圓形且大小不相等	

4.3.3 單位量概念學習探究

兩組受試者的相同表現如下：

1. 部份學生的運思層次仍停留在簡單分數的情境。並且忽略解題資訊。
 2. 分數的比較，部份學生以一個單位量包含兩個不同的部份量解題，導致錯誤解題
- 不相同的表現情形如表 5

表 5 單位量概念學習之相異表現

遊戲式概念改變模式	引導式表徵陳述模式
1. 原有的舊經驗「包」比「顆」大的迷思概念	1. 視覺的排列仍是學生解題的策略之一（先將離散物作排列，以湊出分母的等分數，推知單位分數的內容）

4.3.4 軟體設計探究

1. 在工具設計方面：以建構精神融入遊戲型態所設計的電腦輔助學習教材，學生在學習時感覺較快樂，較不易對學習軟體產生無聊的心態。學習過程中，提供輔助工具(例如：刻度尺)使學生有主動控制及動手操作的機會，使得學生覺得對於分數的學習有所幫助，但因學生的主控權增加，相對的也潛在增加迷思概念的建構。多數學生喜歡在操作後，立即得知做答的正確性，並因其做答正確而產生自信心。
2. 在畫面設計方面：以學生平常所接觸的卡通人物、童話呈現較能吸引學生的興趣與情感上的共鳴。且在不同的關卡或學習主題，搭配不同的主題人物，學生在互動溝通時較容易有共識。
3. 在教材呈現方面：以故事情節方式的敘述，學生較容易對故事內容有印象，而較少關注在學習的內容；以遊戲型態呈現，學生除了能融入遊戲氣氛外，為了繼續玩下去，也較有學習的動機，在概念的建構上有較多的時間投入。也就是說，教材的呈現方式潛在影響著學生的學習。要求學生對數學概念溝通時，容易模仿教師的舉例、教材的內容做為溝通、表徵方式。

4.4 不同補救教學策略成效、差異分析

低數學成就學生以「遊戲式概念改變」模式之不同的補救教學策略(先測驗後決定是否學習 $t=-2.546, p=.038$ 、重複相同教材學習 $t=-6.421, p=.000$)，皆具有潛在補救教學效益。而不同策略之學習成就表現則未達統計上之顯著差異 ($p=.384$)。

「引導式表徵陳述」模式中「先測驗後決定是否學習」的補救教學策略具有潛在補救教學效益 ($t=-4.167, p=.004$)。「重複相同教材學習」策略則未達統計上之顯著差異 ($p=.076$)。而不同策略之學習成就表現則未達統計上之顯著差異 ($p=.951$)。

4.5 低數學成就學生補救教學前、後之分數概念分析

4.5.1 在生活經驗與分數概念連結方面

1. 除法的平分概念成為分數學習的迷思概念之

一，原因是受試者面對非分數正式知識的文字題時忽略了單位詞對解題的重要性。

2. 單位內容物為1個個物的前置經驗成為分數學習的迷思概念之一，受試者潛在的預設題目的單位內容物之個物為1個個物之迷思概念解題，加上閱讀文字題時，對解題資訊的忽略或未看清題意而有盲目解題情形。

4.5.2 分數表徵之間的互轉表現穩定，94%以上的答題正確率

4.5.3 部份-整體概念

多數受試者仍未能提升運思層次至以「份」為單位。「遊戲式概念改變」模式答題正確率 31.2%，「引導式表徵陳述」模式答題正確率 13%。

4.5.4 等分概念

1. 受試者在面積形狀的等分判斷以圓形最容易、長方形次之、三角形最難。
2. 受試者在等分製作的題目，答題正確率提升。「遊戲式概念改變」模式答題正確率 50% → 81.25%，「引導式表徵陳述」模式答題正確率 44% → 69%。

4.5.5 單位量概念

1. 由分數詞得知所指示的量

「遊戲式概念改變」模式的受試者，在此類型之測驗題目中，整體而言達 60% 以上的正確率；「引導式表徵陳述」模式的受試者，多數無法提升至以「份」為運思的層次，因此，答題正確率多在 60% 以下。

2. 解題時是否關注單位量

整體而言，低數學成就學生在解題時，多數忽略了分數後的單位詞(單位量的忽視)。然而，「遊戲式概念改變」模式的受試者，則比「引導式表徵陳述」模式的受試者有較高的答題正確率。此外，在「非分數正式知識」的測驗題目，則達到 88% 以上之答題正確率，可見，大部份低數學成就受試者能將一離散整體量平分，並瞭解平分後之每一等分的部份量是多少，但是從已知單位分數詞求得單位分數所指示的部份量時，答題正確率卻下降。上述結果可知，低數學成就學生對於分數詞能指示出一部份量的活動，即存有迷思概念存在，且受試者未能將除法之前置經驗與單位分數的意義相連結。

4.5.6 分數是數線上一值的概念

(1) 不同模式的受試者在此概念上皆未達 60% 的答題正確率。

(2) 數線的位置標示在水平線之上與之下，潛在影響學生做答因素，如圖 1。

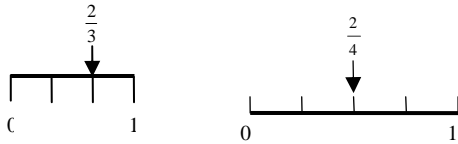


圖 1 數線位置標示差異比較

5. 結論

5.1 不同電腦輔助學習模式

經量化統計結果得知，受試者對於電腦輔助學習的態度且皆呈現較為正向的學習態度亦無統計上之差異。四年級高數學成就學生在接受不同電腦輔助學習模式後，分數概念學習成就不會因模式之不同而有差異，然而低數學成就學生接受「遊戲式概念改變」模式在分數概念學習成就表現顯著優於「引導式表徵陳述」電腦輔助學習模式。由此結果推論，遊戲型態的學習及具有挑戰性的輔助學習軟體設計較易使學生具有潛在學習效益。

5.2 不同補救教學策略

- (1)「遊戲式概念改變」模式運用於不同的補救教學策略，皆具有潛在輔助低數學成就學生學習之效益，且在分數概念學習成就表現無顯著差異。
- (2)經由「引導式表徵陳述」模式學習後仍為低數學成就學生，接受「先測驗後決定是否學習」補救教學策略的受試者在分數概念學習成就表現具有潛在輔助低數學成就學生的學習之效益。
- (3)低數學成就學生經由補救學後，在生活中的「一半」用語、分數與圖形表徵之間的轉換表現具有潛在改善效益，然而學生是否能掌握部份-整體關係與教材呈現時是否強調或以已知整體量的方式呈現有關，連續圖形表徵等分判斷問題與教材使用可能有所關連，而以圓形最容易、長方形次之、三角形最難；對於未知單位量的情境題，學生傾向於預設單位量，而不自覺的忽視單位量的重要性。另外，除法的前置經驗及單位內容物為 1 個個物的情境，可能是學生盲目解題與未能提昇至以「份」為運思層次的關鍵。

參考文獻

- 王美芬、熊召弟(1995)。國民小學自然科教材教法。臺北：心理出版社。
- 王曉璿(1999)。資訊科技融入各科教學研究。菁莪季刊，10(4)，7-24。
- 王奎婷(2004)。一位職前教師實施遊戲融入國小三年級分數教學之歷程與省思。屏東師範學院數理教育研究所碩士學位論文，未出版，屏東。
- 朱湘吉(1992)。新觀念、新挑戰—建構主義的教學系統。教學科技與媒體，2，15-20。

- 朱則剛(1994)。建構主義知識論與情境認知的迷思：兼論其對認知心理學的意義。教學科技與媒體，13，1-14。
- 何俊青(2000)。建構式概念教學在國民小學社會科的實驗研究。國立高雄師範大學教育學系博士學位論文，未出版，高雄。
- 李國海(2002)。電腦輔助教學對於國小四年級學童科學概念學習和科學態度之影響。台中師範學院自然科學教育研究所碩士學位論文，未出版，臺中。
- 林美惠(1997)。題目表徵形式與國小二年級學生加減法解題之相關研究。國立嘉義師範學院國民教育研究所碩士學位論文，未出版，嘉義。
- 林生傳(1999)。教育心理學。臺北市：五南圖書出版公司。
- 林香(2003)。國小數學資優生的解題策略探究—以圖畫表徵策略為例。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士學位論文，未出版，臺北。
- 林冠群、葉明達(2002)。從過程-對象對偶觀看當前「建構式數學」的爭議。教育研究資訊，10，121-138。
- 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，4(2)，161-196。
- 洪素敏(2004)。國小五年級學童分數迷思概念補救教學之研究。國立嘉義大學數學教育研究所碩士學位論文，未出版，嘉義。
- 張新仁(1993)。奧斯貝的學習理論與教學應用。教育研究雙月刊，32，31-51。
- 張熙明(2004)。國小五年級學童分數表徵教學之研究。國立嘉義大學國民教育研究所碩士學位論文，未出版，嘉義。
- 張樂明(2004)。國小六年級學童分數概念之診斷教學研究。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士學位論文，未出版，臺北。
- 陳靜姿(2000)。兒童分數詞瞭解之研究。科學教育研究與發展，18，59-70。
- 陳文森(2003)。非同步網路教學學習路徑的研究。國立高雄師範大學資訊教育研究所碩士學位論文，未出版，高雄。
- 陳瑞發(2003)。國小低年級學童分數概念之研究。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士學位論文，未出版，臺北。
- 陸振吉(2001)。建構主義取向電腦教學模式之研究—以文書處理軟體為例。國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士學位論文，未出版，臺中。
- 教育部(2003)。九年一貫課程綱要。2004/2/6。取自：<http://140.122.120.230/ejedata/kying/200311181720/math.htm>

- 許志毅(2004)。國小數學領域電腦化適性診斷測驗及補救教學系統之內容開發及試用——以「扇形」單元為例。臺中師範學院數學教育學系理學碩士論文，未出版，臺中。
- 曹萬春(2005)。應用鷹架理論輔助國小分數迷思概念課程效益之探究。臺中師範學院數學教育學系理學碩士論文，未出版，臺中。
- 游自達(1993)。美國國小兒童對於分數大小之理解及其思考策略。初等教育研究集刊，1，121-145。
- 黃芳玉(2003)。國小六年級學生數學表徵能力與計算能力之研究。國立嘉義大學數學教育研究所碩士論文，未出版，嘉義。
- 曾志華(1995)。淺談社會建構在數學教育上的應用。教師之友，36(5)，45-49。
- 曾靖雯(2003)。以表徵觀點看國小三年級分數教學之行動研究。國立臺東師範學院教育研究所碩士論文，未出版，臺東。
- 詹婉華(2003)。國小高年級學童分數概念之探究。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，臺北。
- 鄭美儀、霍秉坤(2004)。教學方法與設計。香港：商務印書館。
- 霍秉坤(2004)。教學方法與設計。香港：商務印書館。
- 葉思義、陳榮銘、蔣承歡、吳政歡、張東川(2004)。嚴肅網路遊戲 - 大型網路遊戲應用於博物館典藏文物推廣教育的設計議題。第一屆博物館資訊管理與應用學術暨實務研討會。臺北。
- Atkins, M. J.(1993)。Theories of learning and multimedia applications: An overview. Research Papers in Education, 8(2), 251-271.
- Niemi, D.M.(1996)。Assessing fifth-grade students' fraction understanding:A conceptual field method for fusing assessment and instruction. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Los Angeles.
- Piaget,J.,Inhelder,B. & Szeminska,A.(1960)。The Child's Conception of Geogemtry.New York : Basic Book.
- Rebecca Teed(2004)。Why Use Games to Teach? Retrieved Sept 9, 2004, from the World Wide Web:http://serc.carleton.edu/introgeo/games/why_games.html