

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，民94，36卷，4期，375—393頁

關鍵概念面質教學策略對國小四年級學生 分數概念改變及數學成就之影響*

陳 琪 瑤

國立台南大學
附設實驗小學

本研究之目的在於：一、探討關鍵概念面質教學策略，對國小四年級學生分數概念改變之影響。二、探討關鍵概念面質教學策略，對國小四年級學生分數數學成就之影響。本研究以準實驗研究法，學生瑞文氏智力測驗為共變量，以單因子共變數分析統計法進行分析；並同時蒐集上課語料、課後訪談和學生學習日誌內容進行質性分析以瞭解概念改變歷程。研究結果發現：1. 成就測驗部份，「關鍵概念面質策略教學組」優於「非關鍵概念面質策略教學組」；定期評量部份，「關鍵概念面質策略教學組」平均數高於「非關鍵概念面質策略教學組」，但未達顯著水準。2. 學生在關鍵概念面質教學過程中確實發生概念改變。因此，「關鍵概念面質教學策略」在與學生建立互信前提下，以面質學生迷思概念為教學重點，能在目前小學有限之數學教學時間內順利進行；「關鍵概念面質教學策略」能提升學生反思能力，且能將習得概念遷移至解決較複雜認知層次之問題，並不會使學生在數學評量上成績低落。

關鍵詞：建構主義、教學策略、數學學習

從八十二年頒布「國民小學數學科課程標準」，到八十五年全面實施，乃至九十學年度九年一貫課程正式施行以來，強調以學生為主體、重視問題解決和培養群體溝通文化以建構數學知識的教學方式一直受到極大的爭議。這種以建構主義為出發的新教學觀對學校課程、教學和現場教師產生了莫大的衝擊，更引起了反教改民間團體和部份教育人士的抨擊與反對。

過去傳統教育一直受到客觀主義（objectivism）的影響，認為知識是先於主體，永恆存於外在的客體。相對的，建構主義學者則主張知識是個體經驗世界活動的結果；認知過程是一種目標導向的意識活動；學習是藉由認知主體與外在世界產生交互作用，經歷基模同化或調適過程主動建構而來。因而，教師如何在教學的過程中提供學習者認知衝突以獲致概念改變的機會，成為建構主義學者所關切的議題。諸多研究指出：教師誤解了建構主義取向的數學教學（胡志偉，民86；張世忠，民92；張靜馨，民85；游麗卿，民90；黃幸美，民86；楊龍立，民87）。然而，是誤解造成建構主義取向的

* 本論文依據陳琪瑤所提之國立台南師範學院初教系課程與教學碩士班碩士論文「國小教師對建構式數學知覺與關鍵概念面質教學策略對國小四年級學生數學概念改變及數學成就之影響」之研究三內容修改，在指導教授：丁振豐教授；口試委員：葉啟村教授、游自達教授指導下完成。

數學教學失敗，或是其與數學概念學習間，真的存在著某種衝突與矛盾，不利學生數學概念之學習，而遭受抨擊批評？為回答上述問題，研究者以四年級數學分數單元進行研究，首先針對面質教學策略做文獻探討，繼而針對四年級分數教學中所可能產生之迷思概念做一分析，並嘗試對數學概念學習和建構主義取向數學教育之關係做一探討。再根據先前研究者所進行之研究結果（陳琪瑤，民93），針對現場教師對建構主義取向教學法的迷思及施行困難處，參考建構主義之教學建議提出具體教學策略，先於實驗班級進行一學期的教學，並依此教學結果修正，設計符合建構主義取向，並可能施行於現場之教學活動。最後以準實驗研究（quasi-experimental）法，以實證資料驗證理論，並同時以質性分析法分析師生之課室對話、課後訪談和學習日誌，以了解學習者概念改變之情況。除期能根據研究結果，對有志於施行建構主義取向教學法的教師提供具體示範和例證，並對從事數學教育之研究人員提出積極、有效之建議。

一、面質教學

古代哲人孔子和蘇格拉底曾使用「啟發式教學法」，藉教師不斷提問，引導學生修正其觀念。諮商輔導領域中則使用面質（confrontation）一詞，除使用提問，更強調輔導員在與當事人建立信任關係之情況下，以真誠、關懷之態度去挑戰當事人內心衝突與矛盾處，以面對與現實不符的想法和自我攻擊行為，並藉此協助當事人學習如何面質自己。Champagne, Gun stone & Klopfer則針對科學教育發展出一項教學計畫，即「觀念作用的面質」（ideational confrontation），目的在引導學生拋棄先入觀念，代之與現代科學理論相符之觀念，並藉此協助學生修正自己的錯誤概念（林清山譯，民86）。

因此，研究者認為在建構主義取向之數學教學中，教學者首要以面質技巧與學習者建立一真誠、關懷之學習空間，爾後再使用「啟發式教學法」引導學習者藉課室對話澄清迷思概念，並從而建構數學概念。

二、四年級分數教學中可能之迷思概念

有關單位量部分，Cramer, Post和delMas（2002）發現學童在解題時，常因了未能真正了解分數的意義而產生單位量迷思概念。而受分子或分母影響，學童亦可能發生只關注其一而無法掌握單位量或單位分量之情況（呂玉琴，民80；洪素敏、楊德清，民91；游政雄、呂玉琴，民91）。游政雄、呂玉琴（民91）另外也發現當內容物多個的情境中，學童若無法掌握內容物個數與單位分量的關係，則可能擅改單位量。

林福來、黃敏晃、呂玉琴（民85）在其研究所進行訪談學生29位中，發現有12位視分數的分子與分母為兩個獨立的自然數系；同時也發現學童傾向於自我假設在同一情境中出現的各個分數具有相同的單位量。

為避免產生假分數和帶分數互換時之迷思概念，張子貴（民83）建議利用數線透過相等關係和大小關係的指導，協助學生建立「等於1」和「大於1」的分數稱為假分數之概念，避免產生迷思概念。

三、數學概念學習

概念學習是隱含於大腦思維中的一種心智運作過程。Piaget認為個體在適應環境時，心理上將連續不斷交替出現平衡和失衡的現象，基模同時也將經歷同化或調適過程。每經一次失衡而又平衡的過程，基模就會產生改變，個體也因此吸納更多知識經驗（引自張春興，民85）。而當學習者以概念形成、同化或數學語言的形式獲得概念意象，並通過概念的水平應用，消除意向中不完整印象與完整概念之間的差異時，即能逐步形成概念域或概念系，並從而完整地掌握概念（喻平、馬再鳴，民91）。

Skemp則認為數學的理解來自依心理學仔細安排的教材，及希望學生能參與、介入和瞭解因果關係的學習情境，當學生知道自己在學什麼時，才能談到邏輯論證（陳澤民譯，民85）。因此，清楚學生所理解的數學概念和迷思關鍵，是提昇學生思考，引發建構知識的機要元素（Fraivilig, 1999）。

綜觀上述學者觀點，研究者認為：數學概念是一具層次性的結構。數學概念學習是一種包含聯結與認知因素的訊息加工過程，在此過程中學習者藉著概念同化、概念形成以及數學語言學習以獲取概念意象，再經過概念的水平應用，逐步形成完整的數學概念。因此，教師在教學前若能對所欲進行的新概念作結構分析，引導學生主動聯結、建構，而非直接傳輸數學定義，應可避免學生在數學概念學習連續抽象化的過程中產生誤解，而影響其後的數學學習。

四、建構主義取向的數學教育

張靜馨（民85）認為建構教學的目的在促進學生思考和瞭解，不在記背知識和技巧。Alsup（2003）也認為學生藉由深入思考而獲得的數學概念，可減輕對數學所產生的焦慮，亦可擺脫仰賴記憶的數學運算公式和規則。Fraivilig（1999）更提出建構主義取向之ACT（advancing children's Thinking）教學架構，建議教師先引出學生解題方法，並支持協助學生的概念建構和延伸學生的數學思考，以協助學生增進其數學概念理解。因此，數學學習不僅是一種「解釋」活動，更是一個對數學對象的社會意義進行「理解」的過程，亦即是通過適當途徑將個人意義统一到相應社會意義的過程（鄭毓信，民87）。因而，學生的討論、發表、相互檢視、質疑、論辯及最後達成共識等也成為建構主義取向數學不可避免的教學過程（林生傳，民87；楊龍立，民87）。

是以，研究者認為建構主義取向教學之教師任務在於：1. 教學前分析教材、學習者先備知識及可能先在迷思概念；2. 教學中協助學生運用後設認知能力，聚焦於關鍵概念進行對話；3. 在師生和同儕對話中，引導學生合理進行辯證、質疑和澄清，提供學習者認知衝突機會，以藉著同化或調適基模進而獲得數學概念。

然而由胡志偉等人的研究（胡志偉，民86；張世忠，民92；許馨月，民91；游麗卿，民90；黃幸美，民86）和研究者先前研究中（陳琪瑤，民93）發現：國小教師對建構主義取向之數學教學誤解且未能察覺。那麼符合建構主義取向又能施行於國小教學現場中的之數學教學究竟為何？

因此，研究者為避免落入過程繁瑣、冗長費時數學課程，嘗試提出「關鍵概念面質教學策略」。希望藉著教學前的教材和學習者先在迷思概念分析找出關鍵概念，並透過教師的面質技巧，在安全而溫暖的學習情境中，藉著師生課室對話和課後學習日誌之回饋，引起學習者的認知衝突，進而達到概念改變的目的。

具體而言，本研究目的有二：

- （一）探討關鍵概念面質教學策略，對國小四年級學生數學分數概念改變之影響。
- （二）探討關鍵概念面質教學策略，對國小四年級學生數學分數數學成就之影響。

根據上述研究目的，本研究擬探討的問題包括：

- （一）關鍵概念面質教學策略是否能引發學生數學概念改變？
- （二）關鍵概念面質教學策略是否影響學生在數學定期評量測驗上之成績？
- （三）關鍵概念面質教學策略是否能提昇學生在數學成就測驗上之成績？

相對於本研究之名詞釋義如下：

- （一）關鍵概念面質教學策略

針對學習者先在或學習過程中可能產生之迷思概念，以面質技巧建立安全而溫暖之課室對話環境，並藉此引起學習者認知衝突，而後經歷調適、獲致平衡以習得概念之教學策略。在本研究中以此定義及原則編製「關鍵概念面質教學活動」進行教學。

（二）概念改變

指學習者在經歷關鍵概念面質教學策略後，迷思概念之澄清或新概念之習得。本研究中以學生在「學生先備概念及先在迷思概念前測」與研究者自編之「數學成就測驗」表現之差異進行分析，及課堂對話、學生學習日誌、課後訪談語錄等質性資料表示之。

（三）數學成就

學習者在相關數學單元之學習後，在研究者自編之數學成就測驗上之表現。

方 法

本研究採準實驗研究法，研究設計、研究變項與研究工具說明如下：

一、研究設計

本研究採不等組後測之準實驗研究。「關鍵概念面質策略教學組」排除數學課未在實驗班上接受教學之資源班學生兩位，共計 30 人；「非關鍵概念面質策略教學組」則由同年段中其他四個接受原班級數學教學之學生隨機抽樣 30 人。

本研究以研究者任教班級為「關鍵概念面質策略教學組」。此班級三年級由另一教師擔任導師，四年級上學期始，由研究者接任導師，同時在研究者所任教之科目均採建構主義取向之教學，並據此經驗提出「關鍵概念面質教學策略」，再參考原教材教學目標編擬正式「數學科關鍵概念面質教學活動」。「非關鍵概念面質策略教學組」班級則從三年級起至實驗結束為止均接受同一教師之教學。

為避免受試者智力因素干擾實驗效果，以受試學生之瑞文氏智力量表及先備概念前測結果為共變量，並以單因子共變數分析法排除此可能干擾因素。

二、研究變項

本研究所涉及的變項說明如下：

（一）自變項

本研究之自變項為教學策略，包含「關鍵概念面質教學策略」和「非關鍵概念面質教學策略」兩個水準。「關鍵概念面質教學策略」（如圖 1）教學活動設計根據原實驗學校數學課本教學目標編擬而成，過程及內容包括：1. 教材關鍵概念分析。2. 學習者可能先在迷思概念分析。3. 擬定教學目標。4. 設計學習活動。5. 藉著面質策略引發學習者認知衝突。6. 學習者經歷基模調適過程。7. 學習者達到認知平衡。8. 學習者概念改變。

本教學活動教學時間為 160 分鐘（四節課），學生先備經驗為：假分數數詞概念、帶分數概念、單位分數所指示的內容物為多個個物」的情境下，能區辨單位分量與內容物的單位詞；教學目標除原實驗學校教材單元目標外，另針對相關於本單元之關鍵概念（假分數與帶分數的互換；整數「1」與分數的等值概念分子、分母意義）進行面質教學（陳琪瑤，民 93）。

（二）依變項

本研究的依變項包括兩部分：

1. 量化資料部份

（1）數學科定期評量測驗

（2）研究者自編之數學科成就測驗

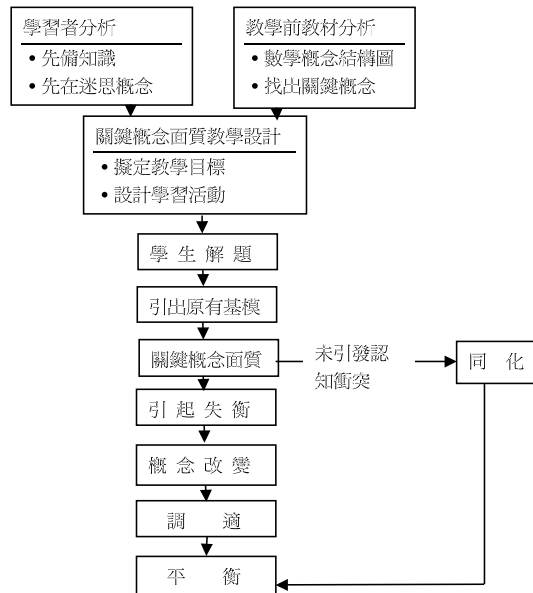


圖 1 關鍵概念面質教學策略

2. 質性資料部份

為瞭解受試者在實驗教學過程中如何接受面質及概念改變歷程，本研究另蒐集下述資料進行質性分析：

(1) 課室對話內容

- 前測中學生先在迷思概念於教學進行中，所出現之課室對話內容。
- 教學中師生使用面質策略時之對話錄音。

(2) 學習日誌

學生教學前、後學習日誌中依其所具備之數學概念所紀錄之概念應用命題與解題之比較。

(3) 課後訪談

由實驗組中抽取未進行課後安親輔導，且三年級數學成績百分等級分別為實驗班級之七十五 (JH)、五十 (IR)、二十五 (NJ) 左右三位學生 (其中 IR 為重度聽障生，為口語表達不利之學生)，於教學後進行非結構訪談。訪談內容依該節課之關鍵概念，及學生課後日誌中所出現之迷思概念處，以面質策略進行訪談，並與教學過程中之課室對話語錄交互驗證以進行質性分析。

(三) 控制變項

- 共變項：本研究以受試者在實驗教學前所進行之瑞文氏智力量表及先備概念前測結果當作控制變項，以統計控制法排除干擾因素。
- 其他保持恆定之變項：教學時數、教材內容和學生先備知識等。

四、研究工具

(一) 國小四年級分數單元關鍵概念面質教學活動

本研究依據建構主義理論、研究者所提出之關鍵概念面質教學策略，並參考原課本之教學目標，經碩士論文指導教授、論文口試委員、一位非控制組之國小教師修正後，編擬正式「國小四年級分數單元關鍵概念面質教學活動」。

「關鍵面質教學策略」著重在教學進行初始，對於學生所提之數學概念皆予以接納，且不評論其對錯，待建立互信、安全和溫暖之對話關係後，藉由教師或同儕之提問引出迷思概念，並在對話過程中質疑學習者迷思概念，設法引發學習者認知衝突，並在其概念澄清、修正基模後習得新概念。此教學策略包含四步驟：即引出迷思概念、概念質疑、概念澄清、檢視新概念。

（二）學生先備概念及先在迷思概念前測

本研究為蒐集學生先備概念及先在迷思概念，以作為實驗教學活動設計及課後訪談內容之參考，同時瞭解受試者實驗前後概念改變之情形，在參考相關分數迷思概念之文獻、兩位非實驗或控制組之四年級學生預試、並經碩士論文指導教授、論文口試委員、一位非控制組班級之國小教師修正後，編擬「學生先備概念及先在迷思概念前測」，測驗內容在認知層次上包含：知識及理解兩部分。前測雙向細目表如表1。

表1 前測雙向細目表（細格內數字代表所佔分數）

教學目標	知 識 (1.00) ^a			理 解 (2.00)		總分
	術語 (1.11)	規 準 (1.24)	原理和抽象 (1.31)	解釋 (2.20)	轉譯 (2.10)	
先備知識						
等 分		8				8
部分／全體			7	7		14
單位分數意義		3	8	26		37
分數、整數加減	7	3		7		17
$1 = n/n$			6			6
內容物 $\neq 1$ ，區辨單位分量與內容物				11	7	18
總 分	7	14	21	51	7	100

a：括弧內編號代表Bloom認知領域之目標分類

（三）數學成就測驗

根據研究者先前研究發現（陳琪瑤，民93）：現場教師認為建構式數學缺乏一有效評量工具或教學成效難立即見效，針對實驗研究所進行之教學單元，編擬數學成就測驗。內容除知識層次外，並兼顧理解和應用等較高認知層次知識題。在經過非實驗或控制組班兩位四年級學生預試，並經碩士論文指導教授、論文口試委員、一位非控制組班級之國小教師修正後完成。並以此評估學生之概念改變是否立即呈現在紙筆測驗上。成就測驗試題之雙向細目如表2。

表2 成就測驗試題分析雙向細目表（細格內數字代表所佔分數）

教學目標	知 識 ^a		理 解		應 用 (3.00)	合計
	規 準 (1.24)	原理、抽象 (1.31)	解 釋 (2.20)	轉 譯 (2.10)	推 論 (2.30)	
關鍵概念						
分數數線	12			2	3	17
等分				4	16	20
單位分數意義	2			11		13
$1 = n/n$	8		6		9	23
分數加減	14		1			15
內容物 $\neq 1$ ，區辨單位分量與內容物	6	2		4		12
合 計	42	2	7	21	9	100

a：括弧內編號代表Bloom認知領域之目標分類

(四) 數學定期評量

本研究以實驗學校四年級之數學定期評量為另一檢視數學學習結果之工具。其範圍依據實驗學校所公佈之定期評量範圍，試題編製者為「非關鍵概念面質教學組」班級老師之一。內容效度分析如表3。定期評量試題與成就測驗最大不同處在於其試題均屬於知識層次。由於此定期評量範圍與研究者自編之數學成就測驗範圍不同，因而僅選取與實驗相關之「分數加減」單元部分試題進行分析。

表3 數學定期評量雙向細目表（細格內數字代表所佔分數）

	教學目標	知 識 ^a (1.00)	
		規 準	原 理 和 抽 象
關鍵概念		(1.11)	(1.24)
單位分數		1	
分數數線		5	1
$1 = n/n$		11	
分數加減		7	5
內容物 $\neq 1$ 時，區辨單位分量與內容物		2	
合 計		26	6

a：括弧內編號代表 Bloom 認知領域之目標分類

(五) 瑞文氏非文字推理測驗

本研究使用之瑞文氏非文字推理測驗修訂自英國 J. C. Raven 所編的瑞文氏非文字推理測驗 (Raven's Standard) (Progressive Matrices Test 簡稱 SMP 或 PM)。SPM 內容有六十題，分別為 A. B. C. D. E 等五組，每組有十二題，由師大黃堅厚教授引進，民國六十八年由台北師專陳東陞教授建立台灣地區四到六年級百分位數常模，以供使用。

研究結果

本研究主要目的在了解「關鍵概念面質教學策略」對數學概念改變和數學成就之影響。因此除將資料進行量的分析外，另外針對「關鍵概念面質策略教學組」蒐集質性資料，用以瞭解學習者經歷面質教學以致習得新概念之歷程：

(一) 量的分析：

實驗設計之自變項為「關鍵概念面質教學策略」教學實驗處理，依變項為「數學定期評量」、「數學成就測驗」，統計方法採用單因子共變數分析，以智力分數及先備概念前測為共變量，探討各依變項之差異情形。

(二) 質的分析：

質性資料部分，於實驗結束後，先將課堂錄音帶譯成逐字稿，刪除與教學內容無關之對話，並與一位具碩士學位之國小教師進行討論後完成語料編碼。以前測中所蒐集之學生先在迷思概念在教學中之改變歷程、學生數學日誌、課後訪談交互驗證，以作為質性分析之依據。

一、量化資料結果

為了解「關鍵面質教學策略」對學生數學學習之影響，本研究將所蒐集之原始資料分就成就測驗和定期評量結果進行單因子共變數分析，以比較其結果。

(一)「關鍵概念面質教學策略」對數學成就測驗之影響

1. 組內迴歸係數同質性考驗

實驗結果兩組之平均數和標準差如下表。

表4 兩組在成就測驗之平均數和標準差

	人數	平均數	標準差
「關鍵概念面質策略教學組」	30	69.47	20.67
「非關鍵概念面質策略教學組」	30	55.53	19.39

為順利進行共變數分析，首先針對組內迴歸係數同質性進行考驗，所得結果，共變項（智力）的交互作用項（組別*智力）F值為.33、P值.57；共變項（前測）的交互作用項（組別*前測）F值為.04、P值.84，均未達.05的顯著水準，表示共變項（智力、前測分數）與依變項（成就測驗分數）間的關係不會因自變項各處理水準的不同而有所差異，未違反組內迴歸係數同質性的假設，可以進一步進行共變數分析。

2. 共變數分析

由成就測驗共變數分析結果摘要表5，可知將共變項（智力、前測）對依變項（成就測驗）的影響剔除後，自變項（組別）所造成的變異量F值為8.66，已達.05的顯著水準，表示學生在成就測驗上之表現因實驗處理的不同而有顯著差異。意即，「關鍵概念面質策略教學組」在實驗教學後，在成就測驗上的表現與「非關鍵概念面質策略教學組」有顯著差異。

表5 成就測驗共變數分析結果摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F	P
共變項（智力）	970.82	1	970.82	4.46	.04
共變項（前測）	6962.69	1	6962.69	32.01	.00
組別	1883.24	1	1883.24	8.66	.01
誤差	12179.65	56	217.49		

因自變項之效果達.05之顯著水準，因此進行調節後平均數之事後比較，以確認各組間平均數之差異顯著性。

3. 差異顯著性比較

各組之平均數依校正公式計算後，所得到調整後之平均數分別：「關鍵概念面質策略教學組」68.14；「非關鍵概念面質策略教學組」為56.86。可知，實驗處理校正平均數之差為11.29，已達.05顯著水準（ $P = .005$ ）。顯示實驗組在成就測驗上表現優於控制組（ $68.14 > 56.86$ ），亦即「關鍵概念面質教學策略」可提升學生數學成就測驗表現。

綜合以上共變數分析結果可知，在控制共變項「智力、前測」對成就測驗之影響後，學生在成就測驗上之表現仍受自變項「關鍵概念面質教學策略」之影響，且「關鍵概念面質策略教學組」在成就測驗上成績之效果優於「非關鍵概念面質策略教學組」。

(二)「關鍵概念面質教學策略」對數學定期評量之影響

根據研究者先前研究問卷及訪談之結果發現：現場教師及社會大眾多質疑，建構取向之教學可能使學生在學校定期評量或日後升學測驗上表現失敗。針對此，本研究以學校定期評量為依變項，以智力、前測為共變量，分析「關鍵概念面質策略教學組」在關鍵概念面質教學後之表現與「非關鍵概念面質策略教學組」是否差異顯著。

1. 組內迴歸係數同質性考驗

實驗結果在定期評量上，兩組之平均數和標準差如下表6。

表6 兩組在定期評量分數單元之平均數和標準差（總分32）

	人數	平均數	標準差
關鍵概念面質策略教學組	30	27.63	3.90
非關鍵概念面質策略教學組	30	26.60	5.02

為進行共變數分析，首先針對組內迴歸係數同質性進行考驗，自變項與共變項的交互作用項：組別*智力F值為.002、P值.96；組別*前測F值為.23、P值.63，均未達.05的顯著水準，未違反組內迴歸係數同質性的假設，因此進行共變數分析。

2. 共變數分析

由表7可知，將共變項（智力）對依變項（定期評量）的影響剔除後，顯示依變項對自變項（組別）所造成的變異量F值.25、P值.62，未達.05的顯著水準，表示學生在定期評量上之表現未因實驗處理的不同而有顯著差異。意即，實驗組在關鍵概念面質策略教學後，在定期評量上的表現與控制組未達.05之顯著差異水準，顯示「關鍵概念面質教學策略」並不會使學生在數學定期評量中表現失敗。

表7 成就測驗共變數分析結果摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F	P
共變項（智力）	6.30	1	6.30	.44	.51
共變項（前測）	295.85	1	295.85	20.83	.00
組別	3.52	1	3.5	.25	.62
誤差	795.33	56	14.20		

二、「關鍵概念面質教學策略」對學生概念改變之個案分析

針對量化資料分析之結果：「關鍵概念面質教學策略」可提升學生數學成就測驗表現，且不會使學生在數學定期評量中表現失敗。本研究另針對「關鍵概念面質策略教學組」學生進行質性資料分析，以瞭解學習者在「關鍵概念面質教學策略」中概念改變之歷程。然因資料蒐集、人力與時間之限制，研究者在此文中僅分析班級團體中，同儕與師生間對話所產生概念改變之部份（原上課語料共出現20位學生對話，此處僅分析8位學生之部分對話）（陳琪瑤，民93），並在下列表格詮釋欄中對面質教學策略進行說明。同時以個案（NJ、IR、GH）之課後訪談部份資料，與其課堂對話、數學學習日誌及數學成就測驗交互檢測，嘗試分析其在「關鍵概念面質教學」過程中概念改變歷程。

（一）迷思概念在面質教學過程中之澄清歷程

當教師要求學生以算式表徵假分數與帶分數之互換時，教師透過面質策略，學生順利澄清概念，並習得正確假分數與帶分數互換之算式表徵。

表8 迷思概念之澄清歷程

關鍵概念面 質教學策略	語 料	詮 釋
(引起舊基 模)	T: …你的八分之十七等於二又八分之一, 可不可以 用數學式子紀錄…怎麼寫讓人家看得懂 … ST: 就八分之十七等於二又八分之一 (小白板寫著) $\frac{17}{8} = 2\frac{1}{8}$ …	• 不直接要求寫出「正確」式子, 改以「讓人看得懂」的式子, 顯 示此學習環境彈性與溝通的可 能。
概念質疑	T: 可不可以再更清楚…現在我剛學, 你來教我… IS: (舉起白板 $\frac{17}{8} - \frac{8}{8} = \frac{9}{8}$) … T: …等一下, …我有問題耶, 有沒有人有問題	• 對話過程放棄教師權威, 提供安 全對話環境, 鼓勵學生說出想法 • 鼓勵學生提問
概念質疑	ST: 為什麼要減八分之八啊 T: ㄟ, 等一下, 我的意思是說八分之十七等於二又 八分之一, 那中間一定有東西, 你在心裡想的東 西, 可不可以寫出來, 把你剛才講的話用寫的, 用數學符號寫, 那幾個字大家都知道你心理在想 什麼的 EIS: 老師是說要把八分之十七等於二又八分之一中 間的寫出來, 如果寫八分之十七減八分之八, 就不是原來的了 …	• 學生代替教師提問, 面質關鍵概念 • 教師鼓勵學生說明並提醒學生聚 焦對話內容 • 學生詮釋老師的話, 提醒同儕聚 焦對話
概念澄清	HP: … IS的是別的算式, 不相等了… T: 誰可以再來幫我說, SD	• 學生對話, 澄清概念 • 教師不直接做結論, 鼓勵學生進 行對話
概念澄清	SD: 就是八分之十七等於二又八分之一, 十七我們 在心裡用減的, 可是實際上沒有減, T: …實際上沒有減…我在做什麼	• 學生以說出自己想法方式對話, 非直接批判對錯 • 教師彰顯對話方式, 把握關鍵概 念提問
(新概念獲 得)	HP: 十七事實上…是在想可以換成幾個一 … TH: (白板 $\frac{17}{8} = \frac{1+8+8}{8} = 2\frac{1}{8}$)	
(新概念獲 得)	T: ㄟ, 酷喔, 大家來看 SD: (白板 $\frac{17}{8} = 2 + \frac{1}{8} = 2\frac{1}{8}$) HP: (白板 $\frac{17}{8} = \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{1}{8} = 2\frac{1}{8}$) T: 很厲害耶…你要怎麼寫才讓人家看得懂ㄚ, 跟的 上喔, 我要來更難的囉…一張蔥油餅, 切成六片 …哥哥吃四片, 弟弟吃五片, 自己吃兩片… 請問你, 一共吃了幾塊張…	• 鼓勵學生 • 教師鼓勵學生, 佈題前以「我要 來更難的囉」, 提供安全學習環境 • 重新命題, 檢視新概念
檢視新概念		

(二) 學生在面質教學中經歷認知衝突後形成新概念

從前測結果中，研究者發現當內容物為多個時，學生常擅自更改單位量，或混淆單位詞。例如：第一節課程結束後，在學生課後數學日誌中出現諸多混淆單位量和單位詞之情境：

* ND「一粒蘋果分成四『片』，哥哥吃了四分之一『片』，弟弟吃了四分之二『片』，共吃了幾『片』」

* IR「一盒布丁有17個，吃了 $1\frac{5}{17}$ 『個』布丁，還剩下多少『盒』？是多少『個』布丁？」

因此在進行教學時，老師在佈完題後，針對單位詞採取面質策略，學生經歷認知衝突，並藉此習得單位量與單位分量之概念

表9 學生經歷認知衝突與概念獲得歷程

關鍵概念面質教學策略	語料	詮釋
(引起舊基模)	T：一個披薩平分成八塊，…如果吃三塊… Ss：八分之三	• 教師佈題，引起學生舊基模
引出迷思概念	T：是八分之三個還是八分之三塊，塊還是個，有什麼不一樣 Sn：是三片哪	• 教師不直接說明對錯，以提問方式確定學生是否具備正確概念，或企圖引出迷思概念
引出迷思概念	T：…那個單位很重要，…你到底在分什麼，…我們來看一個，他說媽媽買了一條吐司有十片，哥哥吃了五片，弟弟吃了三片，一共吃了幾片 Ss：八片 Ss：十分之八	• 以學生迷思概念為例，進行面質策略教學
(出現迷思概念)	T：他說是十分之八	• 不直接說明對錯，僅重述學生答話，聚焦迷思概念對話
概念澄清	Ss：哈哈，那是條吧 EIS：他是想十分之八條啦… … T：請大家用附件，排出一條有十片的吐司…一片是十分之一什麼 Ss：條	• 學生企圖澄清概念 • 不直接說明對錯，要求學生使用具體物，引導澄清概念
概念檢視	T：十分之一條，請你指一條給我看 …	• 確定學生是否具備正確概念，或企圖引起認知失衡
概念檢視	T：好，那六片在哪裡，指給我看 …	
概念檢視	T：好喔，那六片是幾條 Ss：十分之六條	• 以中性問話逐步引導學生澄清概念

(三) 關鍵概念面質教學後新概念之遷移

在經過面質策略澄清迷思概念後，教師關聯先前前測中的分數加法題目，提供學生概念遷移至解決另一問題情境之機會，同時反覆利用面質技巧追問，以確定學生建構完整之單位分量／單位量概念。

表10 關聯舊經驗，提供概念遷移和穩固新概念機會

關鍵概念面 質教學策略	語 料	詮 釋
	T：…一條蛋糕分成十塊的，…我買兩條蛋糕的，哥哥吃四塊，弟弟吃三塊，一共吃了…幾塊 Ss：七塊	• 教師佈題，提供學生概念遷移之機會
(提出迷思 概念)	T：有人在這裡答十分之七 … T：…共吃了幾條，你答什麼 Ss：十分之七 …	• 不說有人答錯，而呈現中性語詞「有人在這裡回答…」
	T：這是你常錯的，哪裡錯 Ss：單位	• 教師彰顯迷思概念
檢視新概念 (學生指出 迷思概念)	T：…這個問你幾塊，…有人寫這種耶 ($\frac{3}{10} + \frac{4}{10} = \frac{7}{20}$) … T…他怎麼了，NJ，你來說 NJ：他把它變成一條了	• 教師提出概念迷思之例子，要求學生澄清 • 教師鼓勵學生對話，以澄清概念
檢視新概念	T：…很厲害耶！你已經知道分母的意思了（NJ點頭） 一條蛋糕分成幾塊 Ss：十塊	• 給予學生增強
檢視新概念	T：那我買了兩條蛋糕，一條切成幾塊 Ss：十塊 T：會不會因為我多買了一條就變了 Ss：不會	• 教師追問，確定學生建立完整新概念 • 教師追問，確定學生建立完整新概念

(四) 學生習得使用面質技巧之能力

NJ在前測單位分數部份只答對了四分，顯示其在單位分數概念上，仍有諸多混淆不清之處。當老師佈題「三個披薩，每個都平分成八份，如果吃了三片，相當於吃了幾個披薩？」NJ出現迷思概念，提出「二十四分之三」的答案。教師運用面質策略，先要求NJ說明分母和分子的意義，此時學生SD、HP、IP和EIS也模仿教師使用面質技巧，利用對話引起NJ的認知衝突。此時學生已習得去除強勢或攻擊性語言，並能聚焦於關鍵概念，以平和方式在脈絡中進行對話，而使RH、RI、EIS在對話過程中同時澄清了迷思概念。

爾後，在接續的教學過程中，NJ可以回答同學將十分之三條吐司加十分之四條吐司算成二十分之七條的原因，是因了將兩條吐司分別切成十份合併所變成的二十份視做分母，而將分母誤為二十。

甚至，NJ在隔天課堂中，清楚解釋「一打鉛筆十二枝，平分成四份，其中的五份是四分之五」

NJ：他有點像，他是把，他把它四份放在分母，雖然是十二枝，但他把它平分成四份，那是分母，那他拿了五份，就把五放在分子。

而在第三節中新概念建立後，教師要求學生使用具體物，檢視新概念之形成，亦鼓勵學生使用面質技巧對話協助同儕建構新概念。

表 11 學生模仿教師使用面質策略協助 NJ 獲得分母／分子意義概念

關鍵概念面質教學策略	語料	詮釋
	NJ：為什麼是八分之三	
引出迷思概念	T：為什麼是八分之三，你想回答多少呢	• 以不具「教師權威」話語提問，引出學生迷思概念
(出現迷思概念)	NJ：二十四分之三	
	T：是八分之三還是二十四分之三，	
(出現迷思概念)	Ss：八分之三／二十四分之三／都可以，兩個都可以	
概念質疑	T：都可以嗎，我們先看二十四分之三和八分之三一不一樣	• 教師引導並提供學生自我省思機會
	Ss：不一樣	
概念質疑	T：那怎麼會都可以，誰來幫我問，等一下喔，是幫我問問題，只能用問的，不能用告訴，用教的喔，誰來，SD	• 不直接評斷對錯，而鼓勵學生使用面質技巧對話
學生使用關鍵概念面質策略	SD：你的一個披薩分成幾片	• 學生模仿教師使用面質策略進行對話
概念面質策略	NJ：八片	
一概念質疑	SD：那吃了幾片	
	NJ：三片	
	SD：那是幾分之幾	
	NJ：可是有三個披薩	
概念質疑	SD：可是你的一個披薩分成幾片	• 學生用溫和語氣質疑
	NJ：八片哪，可是有三個披薩啊	
	HP：阿，我知道了啦，等一下，那是三個啦	
概念質疑	HP：你的一個披薩分成幾片	
	NJ：八片	• HP在SD無法面質時嘗試接續SD模仿教師使用面質策略進行對話
	HP：那吃了幾片	
	NJ：三片	
	HP：那是幾分之幾	
	ST：八又還不是都一樣	
	...	
	T：好來，等一下，對，想想看，用問的，像老師那樣，幫他找出問題，好來，IP，試試看	• 教師用支持性話語鼓勵學生繼續面質同儕
概念質疑	IP：你要看那個分母，你的分母是一個披薩（用手指黑板），還是三個披薩	• IP點出NJ的迷思概念
	...	
概念質疑	EIS：要看那個分母，分母是一個披薩，還是三個披薩	• HP點出NJ的迷思概念
	...	
	HP：NJ把全部都當成分母了	
	...	
概念質疑	SD：那一個披薩分成幾片	• SD了解NJ迷思概念為分母意義，因此正確在關鍵概念上面質NJ
	NJ：八片	
概念質疑	SD：所以分母是幾	
	NJ：八	
檢視新概念	SD：所以答案是多少	
	T：SD，把題目再說一次	• 老師提醒SD回到題目，確定NJ建立完整新概念
	SD：三個披薩，每個都平分成八片，...吃了三片...是...幾個披薩	
	NJ：八分之三	

表 12 面質過程中使用具體物檢視新概念

關鍵概念面質教學策略	語 料	詮 釋
(教師佈題, 檢視新概念)	T: 一打雞蛋如果有十二個, 分成六份, 如果做一個大蛋糕需要三份, 一個小蛋糕要兩份...做一個大蛋糕和一個小蛋糕要幾個雞蛋 ...	• 教師佈題, 檢視新概念並提供學生概念遷移之機會
引出舊基模	T: ...現在我要看的是我分六份的...你分母怎麼辦 ... (學生個別解題、教師巡視) T: ...要讓我看得出來是分成六份喔, 大蛋糕要三份, 三份要怎麼擺 ...	• 引出學生舊基模, 或可能先在之迷思概念 • 提示「關鍵概念」處
出現迷思概念	T: ...你這裡, 為什麼是六份..., 可不可以把你的畫在黑板上...你的, 也去畫一下, 我們等一下看 (PW 畫兩堆 6 個圈, 共 12 個圈 ○○○○○○ ○○○○○○ JS 畫 12 個圈, 每兩個靠在一起, 再把三堆靠在一起的圈起來。 ○○○○○○○ ○○○○○○ ○○○○○○ IR 畫 12 個圈, 再將三個圈起來 ○○○○○○○○○○○○○○○ ... T: ...先看 PW 的...有沒有人可以問問題, 如果你知道它是錯的, 你要說出他哪裡想錯了 ...	• 請學生發表解題 • 教師所引出的學生先在迷思概念
概念質疑	T: 有沒有人可以告訴我, IR 她畫的是什麼, JS: 她畫的是三顆雞蛋	• 教師鼓勵學生模仿教師使用面質技巧提問 • 教師針對迷思概念提問
概念質疑	T: 三顆雞蛋, 可是老師要什麼, 三什麼 Ss: 三份	• 教師針對迷思概念逐步提問, 引導學生發現其概念衝突處
概念質疑	T: 三份和三個 不一樣 Ss: 不一樣, 一份有兩個, 三份, 二三得六	
概念澄清	T: 不一樣, 好, 這時候不是剛好分成十二份了, 分割數和總量又不一样了, 要注意分完後每一份裡面有多少, 這次是多少 (概念獲得) Ss: 兩個雞蛋	• 教師重述關鍵概念

針對上述 IR 的迷思概念, 因 IR 不習慣在課堂進行對話, 因此教師未強迫 IR 繼續完成, 而於第三節下課後, 在訪談中針對此一迷思概念詢問 IR。訪談中發現, IR 未能清楚區分單位分量中分子和分母所代表之意義, 認為基準單位量內元素個數 (十二個雞蛋) 必須等於分母 (等分的份數), 經使用

面質策略訪談後，IR 修正迷思概念。

T：你知道怎麼回事了嗎，可不可以告訴我你剛才是怎麼想的

IR：我搞不太清楚，ㄟ，那個分幾份，我以為一定要分成一樣多，因為切了八塊，分成四份，不一樣，我以為一定要一樣

而從自我命題數學作業資料分析也發現：學生在第一節課後原本出現諸多如前述之混用單位詞情況，在經過第二節教學中，針對學生單位量與單位分量之單位詞混淆情形進行面質後明顯改善。

因此，在關鍵概念面質教學過程中，確實發生概念改變，學生也在此教學過程中習得使用面質技巧，並在課堂教與學的脈絡中進行對話，意即關鍵概念面質教學策略確實有助於數學概念之學習。

然而，本研究之質性資料分析結果僅作為說明面質教學歷程與學習者概念改變歷程之關係，並未同時對「非關鍵概念面質策略教學組」進行上課語料和抽樣訪談分析，因此未能說明「非關鍵概念面質策略教學組」是否亦同時發生概念改變是本研究之研究限制。

討 論

從研究者先前研究結果中發現（陳琪瑤，民93）：教師對「建構式數學」有諸多誤解。然而，真正建構主義取向的教學所關注的點為何？教師質疑、反對的「建構式數學」何以能在本研究中順利施行且引發學生概念改變，使「關鍵概念面質策略教學組」在成就測驗上的表現優於「非關鍵概念面質策略教學組」，又同時未影響其在定期評量上之表現？針對這些問題，研究者認為：

一、關鍵概念面質教學策略著重在藉面質技巧，使學生經歷認知衝突、失衡、調適而後獲致平衡，因此學生能發生概念改變

現場教師認為「建構式數學」是：一套必須經由「教師佈題、學生解題、小組討論、學生發表、教師總結」固定不變的、冗長繁瑣的教學和計算過程。因此，在教學過程中，著重於遵循此一教學流程；對於學生的解題也要求學生拆解步驟，以解題紀錄為唯一「建構式數學」解題格式（陳琪瑤，民93）。在學生未具溝通對話能力，不熟悉扮演有別於傳統教學之主動學習者角色情況下，教師要求學生以課室對話方式進行學習，或拆解解題過程，使教學變成冗長費時，不僅達不到效果，學習成就也愈見低落。

研究者根據建構主義精神與面質技巧所提出之「關鍵概念面質教學策略」，是以分析每一教學單元中之關鍵概念和學生可能先在之迷思概念為出發，著重在放棄教師權威以面質技巧建立溫暖而安全的對話環境。在確定學習者在學習歷程中習慣扮演不同學習角色後，再透過教室對話或學生學習日誌，設法挑戰學習者原有基模，使其能在經歷認知衝突、失衡、調適而後獲致平衡的過程中，或經由原基模之同化而習得新概念。因此「關鍵概念面質教學策略」能使學習者在教學後獲得概念改變。

二、培養教室對話文化、掌握關鍵概念將有助建構主義取向教學之教學成功

建構主義取向的教學強調學習者主動建構知識，社會建構主義學者更強調藉著社群對話互動以進行學習的方式。

研究者在前導研究期間，嘗試尋找適用於實驗班級之建構取向之教學模式時發現：當教師放下「教師權威」不再直接「傳授」知識，而要求學生自行嘗試解題，並藉由同儕合作方式在對話過程中建構知識時，學生突然被要求扮演一種新的學習角色，教學現場呈現的是混亂的情境，對話內容也常冗長而難聚焦，更有諸多學生無法參與對話、進行學習。此一現象也是普遍被質疑的「建構式數學」教室所呈現的現象。

如同 Simon (1995) 所言：單純讓學生對話、自行建構數學概念無法有助於學生學習數學，學生也不會驟然成為積極主動的探究學習者。然而，以面質策略建立溫暖而安全之學習環境，在培養新的教學文化、建立教室對話規範後，學生能在此社群中順利進行學習。而掌握關鍵概念的教學對話過程，解決了現場教師所感困擾的教學時數不足問題，也符應了 Fraiviling (1999) 所言：清楚學生所理解的數學概念和迷思關鍵，是提昇學生思考，引發建構知識的機要元素。

三、強調支援學習的環境與情境，有助學生反身思考能力之培養

教學過程中，教師常扮演「主導者」，話語中隱含「教師權威」，而同儕之間更也常是「叢林社會」再現，因此難進行對話教學。研究者所提之「關鍵概念面質教學策略」著重於使用面質策略先建立安全、溫暖、充滿支持的教與學新關係，同時建立師生學習社群，協助學生在此間透過共同批判、進行協商和辯論的過程中建構知識。更鼓勵學生代替教師角色，引導同儕進行知識建構。為協助不善口語發表之學生及避免延長學習時間，研究者以學習日誌和公佈欄課後討論來塑造另一個支援學生學習的環境。

從本研究質性資料結果分析中可發現：經過一個學期的前導研究，學生在實驗教學過程中，大多能在教學脈絡中針對關鍵概念進行對話，部分學生，如：SD、EIS、IP 和 HP 更能模仿教師引導同儕在論辯中進行知識建構；學習日誌中也能針對教師所質疑之問題提出辯證。GH、IR、NJ 等的學習日誌上，更可發現學生具備反思能力後，運用後設認知能力監控其學習歷程，在課程結束後，提出其仍然不清楚的部份，或主動尋求教師或同儕之協助。

四、以學生為學習主體的教與學關係，無形中提升了學生學習興趣

從本研究可發現：建構主義所建議的是一種不同於傳統的教學觀和學習觀；建構主義所關注的是一種以學習者為教學主體的教與學關係，教師可能因應各種不同個人特質，或學生、學校社區等不同次級文化發展不同教學模式。在研究者先前研究發現，現場教師認為家長質疑「建構式數學」，於課後用傳統教學法對學生進行課後複習，是導致「建構式數學」實施困難的因素之一（陳琪瑤，民 93）。在實驗研究進行初期，曾有部分家長提出反對意見，擔心學生在教學後數學能力變差，而於課後指導學生使用或背記成人算則。然而，隨著實驗研究的進行，學生在定期評量上的表現與其他非實驗班級學生並未有任何顯著差異。加上在實驗教學後發現，學生養成主動學習建構知識的習慣後，在安全與溫暖的學習環境中，經歷舊基模調適、平衡或同化而學到新概念的過程中建立了高知覺的自我效能（High perceived self-efficacy），因此參與課堂討論和於數學日誌中呈現進行數學思考的學生愈來愈多，諸多學生更表示：以前很多不知道為什麼，或補習班要求背記的問題，現在終於懂了。學生的「越來越喜歡數學」，得到家長的肯定，也使本研究的實驗教學順利進行，此部分亦同於 Alsop (2003) 之觀點，認為：學生若能藉由深入思考而獲得數學概念，便可減輕對數學所產生的焦慮，亦可擺脫仰賴記憶的數學運算公式和規則。

以數學成就不佳，過去痛恨、害怕數學的 NJ 為例：在實驗過程中乃至實驗教學後，NJ 養成了和老師、同學「談」數學的習慣，甚至以研究整數四則運算為題參加學校科展。實驗研究結束後，NJ 更參加了學校數學競試，獲合作解題組優等獎。NJ 曾表示「數學真的很難，我也常常聽不懂，…常常不知道老師在問什麼，可是我以前很怕數學，也很討厭數學。我現在很喜歡數學，雖然我還是考很差，因為我常常計算錯，或者看不懂題目，可是我覺得數學真的很好玩…」另外，IJ 在完成實驗單元的學習後，也在數學日誌中表示「我本來很討厭數學，現在覺得數學很好玩」；RW 也表示「我以前覺得數學有很多要用背的，現在我相信老師說的，數學可以用想的」；JG 更表示「補習班都教我們怎麼算，我從來不知道為什麼，我只會算…可是現在我知道很多…很多可以想出道理來」。在教學

進行中，當研究者表示要再出更難的題目時，學生也常回答「來吧，越難越好…」。

學校定期評量結束後，研究者曾詢問「關鍵概念面質教學組」同學：「考得如何？」大多數學生回答「很簡單，比你出的簡單多了」，且有半數學生有信心能獲得九十分以上成績。種種訊息顯示：「關鍵概念面質教學策略」提升了學生的數學學習興趣，同時也提升了學生的數學成就表現。

讓學習者保持高度學習興趣，能有效提升學習效果，一直是教育學者努力的方向。「關鍵概念面質教學策略」不僅使學生習得數學概念，並將學習成果在成就測驗和定期評量中表現出來，同時也提升了學生學習興趣。

綜合以上之研究結果，研究者認為：建構主義取向之教學和傳統教學之間除了對知識是否客觀存在持不同觀點外，實則是一種教與學關係的改變。研究者在1. 課務、級務繁忙。2. 常態分班、程度落差大且班級人數30人之班級中。3. 未更動教學時數。4. 採用現行教材改編之教學活動進行教學。5. 班級學生數學學習可能受家長、補習班課後教學影響。5. 未有其他額外教學資源下，以最接近教學現場所進行之實驗教學發現：關注於關鍵概念的面質教學策略可在現行教學時數中進行，且並不會使學生在定期評量之成績表現低落。

此研究結果也顯示出：1. 關鍵概念面質教學策略提供學生安全、溫暖且支持的對話環境，能讓學生順利進行課室對話，並能聚焦討論關鍵概念，而避免了各說各話的「冗長費時」教學。2. 關鍵概念面質教學策允許學生以文字或圖示方式進行反思，並不要求學生口語發表能力，因此能適於不同學習差異之學生；3. 主動建構知識之習慣有助概念之習得，並不會影響計算能力或解題速度。

參 考 文 獻

- 呂玉琴（民80）：國小學生分數概念：1/2vs1/4。國民教育，31卷11.12期，10-15頁。
- 林生傳（民87）：建構主義的教學評析。課程與教學季刊，1卷3期，1-14。
- 林福來、黃敏晃、呂玉琴（民85）。分數啟蒙的教與學。發表於國立嘉義中正大學主辦「認知與學習專題研究計畫成果與學術研討會」宣讀之論文（嘉義）。
- 林清山譯（民86）：教育心理學—認知取向。台北：遠流。
- 洪素敏、楊德清（民91）：創意教學—分數的補救教學。科學教育研究與發展，29期，33-51頁。
- 胡志偉（民86）：國小教師對建構教學的看法與使用意願。教育與心理研究，20期，55-70頁。
- 張子貴（民83）：兒童分數概念之學習指導。花師數理教育季刊，5期，41-45頁。
- 張春興（民85）：教育心理學。台北：五南。
- 張靜馨（民85）：建構教學：採用建構主義，如何教學？建構與教學，7期。2003, 5.25，取自：
<http://www.bio.ncue.edu.tw/c&t/issue1-8/v7-1.htm>
- 張世忠（民92）：建構取向教學—數學與科學。台北：五南。
- 教育部（民89）：國民中小學九年一貫課程暫行綱要。台北：教育部。
- 許馨月（民91）：國小教師實行討論式數學教學之研究。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 陳澤民譯（民84）：數學學習心理學。台北：九章。Skemp, R. R. (1987) The psychology of learning mathematics.
- 陳琪瑤（民93）：國小教師對建構式數學知覺與關鍵概念面質教學策略對國小四年級學生數學概念改變及數學成就之影響。國立台南師範院初等教育學系課程與教學碩士論文。
- 喻平、馬再鳴（民91）：論數學概念學習。數學傳播，26卷2期，89-96頁。
- 游政雄、呂玉琴（民91）：台灣北部地區國小中年級學童分數概念之研究。國立台北師院學報，15

期，37-68頁。

游麗卿（民90）：引導學生在對話中建構數學知識。九年一貫新思維，281-316頁。台南：翰林。

黃幸美（民86）：透析國小數學新課程與教學。研習資訊，14卷2期，29-3頁。

楊龍立（民87）：建構教學的研究。台北市立師院學院學報，29期，21-37頁。

鄭毓信（民87）：建構主義與數學教育。數學傳播，12卷3期，36-49頁。

Alsup, J. K. (2003). New classroom rules to promote preserves elementary teachers' mathematics learning. *Education*, Vol. 123, 609-616.

Cramer, K. A., Post, T. R., & DelMas, R. C. (2002). Initial fraction learning by fourth-and-fifth-grade students: A comparison of the effects of using commercial curricula with the effects of using the rational number project curriculum, *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(2), 111-144.

Fraivilig, J. L. (1999). Advancing children's mathematical thing in everyday mathematics classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30, 148-171.

Simon, M. A. (1995). Elaboration Models of Mathematics Teaching: A response to STEFFE and D'AMBROSIO. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 160-162.

收 稿 日 期：2004年10月15日

一稿修訂日期：2005年01月24日

二稿修訂日期：2005年03月23日

接受刊登日期：2005年04月22日

Bulletin of Educational Psychology, 2005, 36(4), 375-393

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Influence of Teaching Confrontation Style on Key Concepts of Elementary School Students

CHI-YAO CHEN

The Affiliated Experimental
Elementary School of the National University of Tainan

The present study focused on constructivist models of mathematics teaching (CMMT). The researcher redesigned lesson plans of fourth-graders according to CMMT and demonstrated that precise implementation of CMMT would improve both the critical ability and mathematics achievement of students.

The researcher found that the CMMT is quite doable in Taiwan and helpful in improving students' logical and critical analysis of mathematics. In addition, the study also demonstrated that adopting CMMT would not lower students' mathematics examinations grades.

The researcher provides several recommendations regarding certain measurement of mathematics.

KEY WORDS: constructivism, instructional, strategy, Mathematics learning