國立臺灣師範大學資訊教育研究所

碩士論文

指導教授：邱貴發　博士

遊戲式虛擬教具對國小生分數概念學習的影響

Effects of Game-Supported Virtual Manipulatives on Students' Fraction Concepts Learning

研究生：何宣瑾　撰

中華民國一〇二年六月

摘 要

本研究旨在探討遊戲元素融入虛擬教具對分數學習之影響。以國小五年級學生的分數概念學習為例，將遊戲元素融入一般虛擬教具設計成遊戲式虛擬教具，檢證學生使用遊戲式虛擬教具之學習成效，並檢視學生使用遊戲式虛擬教具之學習動機與態度。

研究採準實驗設計,參與者為新北市新莊區某公立國小五年級學生共 52 名，實驗組與控制組各為 26 人。實驗組使用遊戲式虛擬教具，控制組則使用一般虛擬教具。研究工具除了兩款虛擬教具之外，尚有研究者設計之學習動機問卷、態度問卷、學習單及分數成就測驗卷。以前測與後測檢視學生的學習成效，並以問卷與學習單的數據歸納學生對遊戲式虛擬教具的學習動機與態度。

研究結果顯示，使用遊戲式虛擬教具的學生，其學習成效優於使用一般虛擬教具的學生。前者的平均進步分數較後者為高，且兩組之間有顯著差異。學生對遊戲式虛擬教具持正向態度，且其學習動機高。整體而言，遊戲式虛擬教具對學生學習有正面的影響。

關鍵詞：虛擬教具、遊戲式學習 、分數學習

Abstract

This research was to infuse game-supported elements into virtual manipulatives, and to investigate the effectiveness of the game-supported visual manipulatives on fifth grade students' learning of fraction concepts. This study also examined students' learning attitudes toward fractions, and their learning motivations toward fractions.

52 of grade fifth students from elementary school in Xinzhuang District of New Taipei City participated in the study. Each of the experimental group and the control group has 26 students. The experimental group used a game-supported virtual manipulatives, and the control group used a general virtual manipulatives. A pretest and a posttest on fraction concepts were administered to two groups, learning attitude and learning motivation questionnaires were applied to experimental group.

The results shows that students who used game-supported virtual manipulatives have better performance on fraction concept test than the control group, the experimental group has a high learning motivation and a positive attitude toward game-supported virtual manipulatives.

Keywords: virtual manipulatives, game-based learning, fractions.

目　錄

附表目錄

附圖目錄

第一章　緒論

本章共分為四節，依序就研究背景、研究目的與待答問題、名詞釋義及研究限制敘述。

第一節　研究背景

數學學習是能力、物件和社會文化經驗、及後設認知交互作用之複雜歷程 (Clements & Sarama, 2007)。對學生而言，分數運算是通往代數之途徑，而代數是通往高等數學之根基 (Quirk, 2006)。在國小階段，分數是最難的教材(呂玉琴，民 80)，為解決分數學習困難，研究顯示在數學課堂中使用教具輔助教學可以提升學生對數學的理解 (Raphael & Wahlstrom, 1989)。在教學時搭配教具，讓學生透過操作學習較能達到好的教學成效。因為國小階段的學生多處於具體運思階段，透過實際操作較能形成表徵，使學得的知識有更多的連結以增加記憶（鄭千佑，民 97）。

隨著科技之日新月異，虛擬教具 (Virtual Manipulatives, VM)在數學教育上逐漸廣為使用。從「傳統教具」演化成「虛擬教具」，其理論基礎之一是可將原本學習的重心從教師轉移到學生，學生能夠主動地自我學習。虛擬教具強調學習內容不再全班一致化，而是能讓學生可依自己領悟程度來規劃個人進度(周文忠、林宗翰，民 99)。亦即學生不再僅是觀看老師操作教具，更可透過各種媒介與虛擬教具進行互動，實踐「做中學」的學習理念。美國全國數學教師會 (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM)亦指出虛擬教具可以幫助學生發展實體經驗並且使學生的數學演算想法更精熟 (NCTM, 2000)。因此，藉由虛擬教具的使用可以改善學生在數學領域上的學習困難。

然而，虛擬教具雖有聲光和動畫效果，能引起學生的新鮮感、好奇心，使學生感到有興趣，但也容易讓學生失去或轉移學習的焦點（周文忠、林宗翰，民 99）。國內使用虛擬教具教學仍以教師授課使用為主，多半缺乏操作指引，學生難以自行動手操作，使虛擬教具無法發揮其最大成效。為改進虛擬教具，本研究融入數位遊

戲式學習 (Digital game-based learning)之元素，將虛擬教具建立規則性特色（遊戲的內容具結構性，使學習者容易組織遊戲內容，透過實際進行遊戲和遊戲產生互動）、目標性特色（遊戲中有具體的目標任務，可明確的指引學習者進行遊戲）。(Prensky, 2007)，並融入挑戰、互動兩項遊戲元素，將虛擬教具轉化成學生可方便自行操作學習的遊戲式虛擬教具。

綜合上述，本研究探討將遊戲特性融入虛擬教具之可行性，並探究遊戲式虛擬教具對分數概念學習造成之影響。盼能透過此研究，使虛擬教具之教學應用能更趨完善，提供在教育界服務的師長們作為教學資源之參考，冀能使學生學習能獲得更好的成效。

第二節　研究目的與待答問題

本研究目的旨在了解遊戲元素融入虛擬教具之可行性。以國小五年級生學習分數乘法概念為例，從教學效益與學生接受度兩個面向探討。針對上述研究目的，本研究的待答問題如下：

1. 使用遊戲式虛擬教具與一般虛擬教具的兩組國小學生，其分數乘法概念學習成效有何差異？
2. 使用遊戲式虛擬教具的國小學生之分數乘法學習動機為何？
3. 使用遊戲式虛擬教具的國小學生之分數乘法學習態度為何？

第三節　名詞釋義

本節針對研究中所提及之名詞進行界定與說明，以釐清其在本研究中之意涵。以下分別就一般虛擬教具、遊戲式虛擬教具與學習動機三項名詞進行解釋。

一、　一般虛擬教具

本研究所提及之「一般虛擬教具」係指控制組學生所使用之虛擬教具及教材。教材設計以美國國家虛擬教具圖書館 (National Library of Virtual Manipulatives, NLVM)所開發之分數乘法虛擬教具「分數 – 矩形乘法 (Fractions - Rectangle Multiplication)」為藍本，將其呈現分數乘法概念的方法與虛擬教具互動功能移植至Flash 平台，並加入適當之引導、美工後，進行中文化，製作為本實驗所用一般虛擬教具，學生可自行操作虛擬教具學習。

二、　遊戲式虛擬教具

本研究所提及之「遊戲式虛擬教具」係指實驗組學生所使用之虛擬教具及教材。以美國國家虛擬教具圖書館 (NLVM)所開發之分數乘法虛擬教具「分數 – 矩形乘法 (Fractions - Rectangle Multiplication)」為藍本，在移植至 Flash 平台之「一般虛擬教具」上加入遊戲元素，製作出「遊戲式虛擬教具」。

融入遊戲元素方面，整合了 Crawford (1982) 、Prensky (2001)與 Rollings & Adams (2003)等人所提出之遊戲關鍵結構元素，以「衝突/挑戰」(conflict/challenge)與「互動」(interaction)為主，「故事」(story)與「角色」(avatar)為輔，將遊戲元素融入虛擬教具。進一步描述如下：

1. 衝突/挑戰 (Conflict/Challenge)

意即讓玩家遭遇問題，促使玩家競爭與挑戰。本研究採用在虛擬教具中創立故事 (Story)機制，讓參與者在故事情節遭遇困難，必須操作虛擬教具才能解決問題。意即在教具中摻入故事情節，將學生操作虛擬教具學習分數乘法的契機轉化為遊戲

一部分。

2. 互動 (Interaction)

大師談遊戲設計一書（上奇科技譯，民 92）指出，Rollings & Adams (2003)認為玩家與遊戲世界互動的方式—採取行動、克服挑戰—被稱為遊戲的互動模型。有兩種常見的互動模型：一種是透過虛擬分身 (avatar)影響周圍侷限的區域，一種稱為「無所不在」，有能力控制所有的角色。本研究採在虛擬教具中建立角色 (avatar)之機制，讓參與者能透過此角色與虛擬教具遊戲世界互動。

三、 學習動機 (Learning Motivation)

本研究之學習動機以 ARCS 模式為理論架構，包含注意 (Attention)、相關(Relevance)、信心 (Confidence)、滿意 (Satisfaction)四要素。Keller (1987)強調引起學習者的動機必需配合此四要素的運用，才能達到激勵學生學習的作用。學習動機的評量方式來自自編的學習動機量表的得分，分數的總和即代表學生之學習動機。得分愈高表示參與者的學習動機愈高，而相對地，得分愈低表示學習動機愈低。

第四節、研究限制

一、研究參與者的限制

本研究以新北市新莊區某國小五年級兩個班級的學生為參與者，共計 52 人，並以班級為單位劃分為實驗組與控制組。兩組學生使用之數學教材皆為康軒出版的數學第九冊。研究範圍僅針對此兩組學生之成效及態度進行探討，其結果可能無法推論至不同條件下的其他對象。

二、研究工具限制

本研究之教材參考來源為研究參與學校所採用之教科書，即康軒版數學第九冊第一單元「分數乘法」。原嘗試將整單元之學習能力指標融入教材，然而力有未逮，無法將單元涵蓋之所有分數乘法概念全數融入至由虛擬教具中。受限於資源及研究

時間上的考量，因此本研究所設計之虛擬教具側重真分數相乘、整數乘以真分數、帶分數乘以真分數三大概念，帶分數相乘之概念並未在虛擬教具中教導。因此，研究結果無法推論至其他分數乘法範疇。

三、研究時間限制

本研究進行時間集中於 101 學年度 4 月份第一週，實驗參與者實際參與實驗時間約 90 分鐘，此研究結果可能無法做較長時間或較短時間的推論。

第二章 文獻探討

第一節　分數學習的困難

一、　分數學習的問題

因為數學涉及許多公式與運算，有時不易和現實生活連結，學生往往認為學數學是困難、複雜又使人疑惑的，甚至視為無聊的學科。以往的學習方式，如課本、改編講義與其他數學學習工具通常被認為不易達到有效的學習。

Ahmad, Shafie, 與 Latif (2010)列出了以傳統學習方式學習數學產生的問題：

1. 缺乏動機：多數學生並非因為喜歡而學習，大多出自於被他人要求。沒有直接的獎勵行為或成果，學生很難意識到學習所帶來的益處。
2. 不有趣甚至無趣：傳統的學習方式大多僅是透過文字與大量的練習，根據這種線性的學習模式，學生只能夠接受與消化所接收的，無法回應或者是與之互動。
3. 自主學習收到的鼓勵很小：無法提供足夠的刺激使學生自主學習，且限制了學生的思考方式。
4. 意義不大：學生透過學習所掌握的知識與日常生活中的關聯性很薄弱。
5. 沒有持續力：從傳統的學習方式要獲得成效需要足夠時間的專注，往往持續一段時間後學生的學習動機消失了，便需要從頭開始。

若聚焦在國小的數學領域中，會發現有關分數概念的學習是主要的課程重點之一。在國小階段，分數是最難的教材（呂玉琴，民 80），蘇薇蓉與劉曼麗（民 98）亦指出分數乘法的概念會影響到往後比率、比值、百分率、機率等概念的學習。

分數的乘法主要有分數乘以整數、整數乘以分數、分數乘以分數三種不同的分數乘法類型。Armstrong 與 Bezuk (1995)兩位學者認為學童在學習加法與減法時，可由具體物賦予其算式的意義。但在乘法運算中，學生必須理解兩個數彼此間的關係及意義，才能抽象出算式。至於在分數乘法方面，Kieren (1993)認為分數的乘法

應是獨立於加法之外的，它無法用「連加」來解釋，最好可以將其中的數字視為乘法運算子的合成函數。而 Armstrong 與 Bezuk (1995)兩位學者則是認為學童需要從等分經驗中瞭解「部分/全體」的關係，以及大小的倍數關係，並逐漸將概念符號化。

二、 分數學習問題的解決方式

教具已被廣泛認為是體驗式學習架構下相當有價值的數學學習工具。Piaget (1952, 1970)指出，透過操作具體物件可促成體驗式學習，概念的發展起源於將抽象思維透過表徵工具(或者是數學工具)作呈現。學生經由動手操作表徵工具，將觀念透過內化後自行形成記憶連結，將使學習更有成效 (Khalid & Azeem, 2012)。

研究結果顯示，在數學課堂中使用教具輔助教學可以提升學生對數學的理解(Raphael & Wahlstrom, 1989)。隨著科技之日新月異，虛擬教具在數學教育上逐漸廣為使用。美國全國數學教師會 (2000)指出虛擬教具可以幫助學生發展實體經驗並且使學生的數學演算想法更精熟。因此，藉由虛擬教具的使用可以改善學生在數學領域上的學習困難。

第二節　虛擬教具

虛擬教具是眾多已知的認知發展工具之一 (Moyer & Suh, 2012)，通常被分為動態與靜態兩大類別 (Spicer, 2000)。虛擬教具泛指將實體教具轉為放置在網路上之視覺呈現，通常分為靜態視覺呈現 (static visual representations)與動態視覺呈現 (dynamic visual representations)兩種 (Moyer, Bolyard, & Spikell, 2002)。前者常指將教學資源圖片的視覺化，也就是僅止於圖片而已，如同課本上的圖片、投影片與黑板上的圖像等。學生可以滑動、翻轉靜態虛擬教具，但無法執行與實體教具相同的動作。而後者則指實體教具之動態視覺呈現，即學生可以對虛擬教具執行具體操作。虛擬教具利用電腦影像模擬出真實教具的模樣，提供操弄的介面，讓使用者可以對它進行旋轉、翻轉、平移、縮放等操作，功能超越了傳統教具。

許多人僅將「虛擬教具」視為投影在電腦銀幕上、用以取代實體教具的圖像，意即靜態的虛擬教具。這種看法過於簡化，Moyer 等人 (2002)認為，虛擬教具有「互動功能」，亦即只有動態的虛擬教具才是虛擬教具。

從「傳統教具」演化成「虛擬教具」，其理論基礎之一是可將原本學習的重心從教師轉移到學生，學生能夠主動地自我學習。虛擬教具強調學習內容不再全班一致化，而是能讓學生依自己領悟程度規劃個人進度（周文忠、林宗翰，民 99）。學生不只是觀看老師操作教具，更可透過各種媒介與虛擬教具進行互動，貫徹「從做中學」的學習理念。除此之外，虛擬教具更有可重複使用且方便修改之特性，可透過網路等媒介分享，自由度大幅提升。虛擬教具有將抽象概念視覺化之特色，讓學習者藉由互動中習得新知識 (Moyer et al., 2002)。虛擬教具將表徵轉換視覺化，並提供立即性回饋，學生可在操作過程中立即知道自己的觀念是否正確 (Johnson, Campet, Gaber, & Zuidema, 2012)。

Moyer 與 Suh (2012)指出虛擬教具有五項可促進數學學習成效的特質，一是焦點集中 (focus constraint)，二是創造變化 (creative variation)，三是可創造同步連結 (simultaneous linking)，四是具有高精確性 (efficient precision)，五是能提升動機

(motivation)。學生透過虛擬教具學習，其學習成效和數學理解程度皆有顯著提升(Moyer, Niezgoda, & Stanley, 2005)，比起使用實體教具，學生在使用虛擬教具時有更加積極參與學習活動的趨勢 (Drickey, 2000)。

Suh, Moyer 與 Heo (2005)使用分數虛擬教具幫助國小五年級學生學習通分與分數加法，認為虛擬教具用於分數教學有以下好處：

1. 讓學生透過假設與實作的方式進行發現式學習 (discovery learning)
2. 激發學生尋找其中的數學關聯
3. 將圖像表徵 (iconic modes)與符號表徵 (symbolic modes)明確地做連結
4. 避免分數加法常見的錯誤

江玉玲（民 99）以虛擬教具為工具探討國小五年級學生學習等值分數概念時的表徵轉換流暢度，結果發現透過虛擬教具，對學生在圖形表徵與文字表徵間轉換的流暢度有所助益。胡長銘（民 90）將虛擬教具應用於國小四年級學生的數學學習，指出虛擬教具的立即性教學成效顯著優於傳統實體教具，顯示以虛擬教具能有效提升學童數學學習的立即性學習成效。

國小數學課程五大領域中以「數與量」最多，利用動態虛擬教具恰可與移動、複製、放大、縮小等特性與物件做配合（朱淳綺，民 100），而此類將表徵概念加以視覺化的特性，適用於分數概念。

第三節　遊戲式學習

除了虛擬教具之外，數位遊戲式學習 (Digital Game-based Learning)的方式也逐漸受到關注。研究發現，過去十年刊登在七大 SSCI 期刊的數位遊戲式學習領域相關文獻大幅增加 (Hwang & Wu , 2012)。此現象不僅象徵遊戲式學習已成為趨勢，更表示遊戲式學習確實蘊含許多值得研究的議題。

Papastergiou (2009)列出為何數位遊戲式學習可幫助學習的原因：

1. 支持多感官具行動性和體驗性、以問題導向為基礎的學習策略。
2. 為了使遊戲進行下去，必須活用先備知識。
3. 提供即時反饋，使玩家得知他們的行為正確與否。
4. 可以透過成就等級得到自我評估的機會。

綜觀遊戲的特性，遊戲能提供吸引力。Prensky (2007)提及遊戲有 12 項特性能促使學習者投入學習，整理如表 2-1。

表 2-1

Prensky (2007)提出之遊戲能幫助學習之 12 項特性一覽表

	遊戲式學習特性	說明
1	遊戲具趣味性 (a form of fun)	遊戲呈現一種有趣的形式，讓學習者在遊戲過程中感到樂趣且愉快。
2	可玩性 (a form of play)	遊戲提供提供一種遊樂的形式，讓學習者強烈進行遊戲的動機和高度的樂趣。
3	規則性 (rules)	遊戲具有清楚的規則，此規則給予遊戲世界完整的結構，並讓學習者了解遊戲世界運作的方式。
4	目標性 (goals)	目標性可提升學習的動機，並可明確的指引學習者進行遊戲。
5	人機互動性 (interactive)	遊戲對學習者的每個動作進行反饋，給學習者獲得人機互動的感受。
6	結果與回饋 (outcomes and feedback)	遊戲提供的結果可以讓學習者了解遊戲進度，且可獲得知識概念的學習。

（續下頁）

	遊戲式學習特性	說明
7	可適性 (adaptive)	遊戲設計是可調適的，可依據學習者能力的不同調整適當的任務。
8	勝利感 (win states)	在遊戲中獲勝的經驗可提供學習者自我滿足感。
9	衝突/競爭/挑戰/對手 (conflict/ competition/ challenge/opposition)	遊戲中的競爭和挑戰，即是需解決的學習問題，因此學習概念與問題等則可以設計成不同的競爭挑戰，讓學習者於遊戲過程自然的接受並面對學習問題。
10	問題解決 (problem solving)	透過練習解決遊戲中的問題挑戰，不僅能培養問題解決的能力，同時也能激發、提升創造與思考的能力
11	社群互動性 (interaction)	遊戲讓學習者組成社群，於遊戲世界和現實中互動。
12	表徵性與故事性 (representation and story)	遊戲中的故事，能引起學習者共鳴，給予不同的遊戲情緒。

縱使遊戲式學習的好處已廣為人知，遊戲式學習的設計複雜度卻遠高於傳統教學。除了教學內容外，還需添加多重的資訊以增加參與程度與角色性。大多數遊戲都不像教育遊戲一樣具有學習的環境，它們僅是簡單的資訊的多重模型互動呈現，並有回饋機制。但教育遊戲具有更多體驗性質 (Spek, Oostendorp, & Meyer, 2012)。因此，若是想要設計出可增進學習成效的教育遊戲。不論是教師或學生的學習環境、教學內容、方法等，各種方面都應該受到重視 (Freeman, 2012)。

若進一步聚焦在數學學習遊戲，為消弭傳統數學學習之枯燥造成學生動機低落，常取遊戲式學習之提高學生興趣之優點。林中斌（民 94）整理出數學遊戲可幫助學習主要有下列理由：

1. 調劑身心：遊戲可以消耗兒童過多的精力，也可以放鬆身心當成上課中的休閒活動，調劑枯燥繁瑣的數學計算和解題。
2. 促進認知發展：遊戲可以促進兒童的認知發展的能力，也可以提高抽象思

考的能力，並可促進創造力及彈性能力的發展。

3. 減輕數學恐懼：遊戲可以減低兒童的學習焦慮，提高兒童的學習興趣和成效，就教學而言這是相當重要的價值。
4. 提高學習的興趣和趣味：從活潑有趣的遊戲教學中，兒童對於數學學習會有不同以往的看法，也可以用這樣的方式學習。
5. 快樂中學習：教師將數學的概念轉化成遊戲的方式進行教學，學童在教學過程中可以保持愉快的精神，在快樂中學習數學概念。

統整數位遊戲學習數學之相關文獻，如表 2-2 所示。可知雖因內容涵蓋單元範圍不同而使數學遊戲不盡相同，但可歸納出數學教學使用遊戲可以讓學生從學習過程中得到快樂，並以其為學習動機，提高學生的學習興趣，並降低學習焦慮(Ahmad, Shafie, & Latif, 2010; Lomas, Stampfer, Sandoval, & Koedinger, 2011;林嘉玲，民 89；林中斌，民 93)。而學生透過操作數位學習遊戲，可以切合學生本身的能力與理解程度，如此一來可以對學生的後設認知的形成更有助益（葉昌盛，民 91），甚至可達到深層學習、增強知識結構之效果(Huang et al. , 2011)。

表 2-2

數位遊戲用於數學學科文獻探討統整

	研究者	內容	對象
1.	Ahmad, Shafie, & Latif (2010)	Math Quest 將遊戲元素融入小數概念教學，對學生學習成效有助益，且對學習動機有正向的啟發。	國小學生
2.	Huang et al. (2011)	使用遊戲學習加減法的學生，其學習成效有顯著進步，並達到深層學習的效果。學生約九成支持透過遊戲方式學習數學。	國小二年級學生
3.	Lomas, Stampfer, Sandoval, & Koedinger (2011)	透過遊玩 Battleship Numberline，學生的分數估計準確度有所提升，對分數理解程度亦有顯著的進步。	國小四年級至六年級學生
4.	林嘉玲（民 89）	數學遊戲可提高學生的學習興趣，學生對遊戲的看法大致都非常喜歡。	國小四年級學生
5.	葉昌盛（民 91）	遊戲式數學教學活動有助學生學習成就的提升而且能改善學生數學學習態度並且對學生的後設認知有所助益。	國小五年級學生
6.	莊世偉（民 92）	學生使用線上遊戲學習乘法直式算則後滿意度很高，甚至願意在課堂外自主遊玩。	國小三年級
7.	林中斌（民 93）	遊戲融入數學科教學，有助於提高學生數學科學習興趣及降低學生的數學焦慮。	國小二年級學生
8.	吳鴻輝（民 93）	透過分工合作模式的線上遊戲來輔助數學教學， 高成就的學生可以獲得比傳統式教學更為顯著的進步。	國小四年級學生
9.	江孟真（民 95）	透過數學遊戲 AnswerMatching，學生對數學的興趣、信心及動機都有所提升。	國小四年級學生
10.	邵明宏（民 96）	使用遊戲式學習對學習數以計算單元，學生的成就與學習興趣都有明顯提升，學生絕大部分都喜歡使用電腦遊戲學習數學。	國小三、四年級學生

而如何設計出能幫助學習的遊戲，在不同研究中有不同見解。有些研究者以教學情境方式著眼，透過遊戲之模擬互動與真實情境讓學生從做中學，進而引發學習動機(Huang, 2011)。亦有從遊戲描述方法著手，並指出某些的故事描述方法可以加強對於文本的理解，如懸疑、好奇與令人吃驚等。而令人驚訝的事件被證明對於提升文本理解度有最高的效果(Spek, 2012)。不同的研究者對於遊戲該包含什麼元素也有所出入，如 Rollings 與 Adams (2003)認為，遊戲應含有參與、規則、角色、挑戰

與互動等元素，整理敘述如表 2-3；Prensky (2001)則認為遊戲最主要的六項結構元素為規則、目標與目的、結果與回饋、衝突/競爭/挑戰與對手、互動、表現或故事等六項，整理敘述如表 2-4；Crawford (1982)則指出遊戲有表徵、互動、衝突及安全等四個基本的要素，整理敘述如表 2-5。

本研究整合 Crawford (1982)、Prensky (2001)與 Rollings & Adams (2003)等人所提出之遊戲關鍵結構元素，取其交集「衝突/挑戰 (conflict / challenge)」與「互動 (interaction)」為主，「故事 (story)」與「角色 (avatar)」為輔，將遊戲元素依此脈絡融入虛擬教具。

表 2-3

Rollings 與 Adams (2003) 所提出遊戲包含的元素整理表

	元素	概念
1	參與	遊戲是以參與，或者互動、娛樂的形式所呈現的。當人們玩遊戲時，可透過主動參與而獲得樂趣。
2	規則	遊戲的規則定義了玩家在遊戲中所能採取的行動，以及無法採取的行動。
3	角色	玩遊戲時常會扮演某種角色，玩家的角色能幫助玩家瞭解世界觀、遊戲目標，以及該遵循的規則。
4	挑戰	遊戲中常有障礙或挑戰，玩家必須克服這些以在遊戲中獲勝。挑戰伴隨著玩家遇到它們時所能採取的行動，構成了遊戲性。
5	互動	玩家與遊戲世界互動的方式為「採取行動、克服挑戰」。有兩種常見的互動模型：一種是透過扮演角色 (avatar)影響周圍侷限的區域，一種稱為「無所不在」，有能力控制所有的角色。

表 2-4

Prensky (2001) 所提出遊戲包含的元素整理表

	元素	概念
1	規則 － Rules	遊戲最基本的定義便是其遊玩是有組織的 (Organized Play)，亦即遊戲是有規則為基礎的 (Rule-Based)。 若是沒有規則的遊玩，不能被稱為遊戲。遊戲的世界由規則來界定內外，規則使遊戲公平且有趣。

（續下頁）

	元素	概念
2	目的與目標 － Goals and Objectives	目標和目的可以用來將遊戲和別種玩的形式作區別。舉例來說，沒有目標的遊戲可以隨你想要的任何方式來玩，如同拿玩具遊玩一般。而目標則是在遊戲一開始時便便說明須遵守的準則。
3	結果與回饋 － Outcomes and Feedback	結果和回饋是用來恆量達到目標程度的準則。遊戲常以輸贏方式當作結果，而輸贏帶常有強烈的感情及滿足的意味，也是佔遊戲吸引力很大的一部份。 回饋是遊戲中某個東西改變給你的回應。回饋有不同的形式，其主要特徵是「即時的」，而學習可以從遊戲中的回饋產生。
4	衝突、競爭、挑戰與對手 – Conflict/Competition/Challenge/Opposition	衝突、競爭、挑戰、對手是遊戲中會遭遇的問題，會使玩家嘗試解決，遊戲便能夠繼續下去。一般來說，遊戲所帶來的興奮感多半源由自此。
5	互動 － Interaction	互動分為與電腦的互動、與他人的互動兩大層面。隨著科技進步，遊戲發展為可即時且與多人互動。
6	表徵或故事 － Representation or Story	利用敘述或故事的成分來表現遊戲所要呈現的事物。

表 2-5

Crawford (1982) 所提出遊戲包含的元素整理表

	元素	概念
1	表徵 － Representation	遊戲把虛擬世界具體呈現，透過人們的想像及幻想，變成了主觀而真實的世界。
2	互動 － Interaction	互動多為遊戲探索遊戲世界的特性，也是遊戲吸引人的重要因素之一。
3	衝突 － Conflict	衝突是遊戲互動之下的自然結果。 在玩家追求目標的過程中，為了回應玩家的動作，或阻止玩家過度容易達到目標，通常要提供適當的衝突，讓玩家有更真實的想像，增加了遊戲的耐玩性。
4	安全 － Safety	遊戲提供一個「安全」的方式供玩家體驗虛擬的世界。

第四節 結語

國內目前針對國內現有的虛擬教具做教學成效研究的學者仍不多，國中小教師使用虛擬教具的人尚少，虛擬教具實證研究的文獻亦少（周文忠、林宗翰，民 99）。部分教師認為虛擬教具雖有許多優勢，卻亦有容易讓學生失去或轉移學習的焦點之疑慮。有鑑於此，本研究結合虛擬教具與遊戲化之優異處，取遊戲化之使學生沉浸學習目標之特色，融入遊戲元素之「衝突/挑戰」與「互動」，設計一套遊戲式的虛擬教具，用以幫助國小學生學習分數乘法之概念。並檢視參入遊戲化元素與否的虛擬教具對學生之學習成就、學習態度以及對教具的看法。

第三章 研究方法

第一節　研究歷程

本研究程序共分為準備階段、實驗階段以及結果分析三大階段，如圖 3-1 所示。並詳加說明如下。

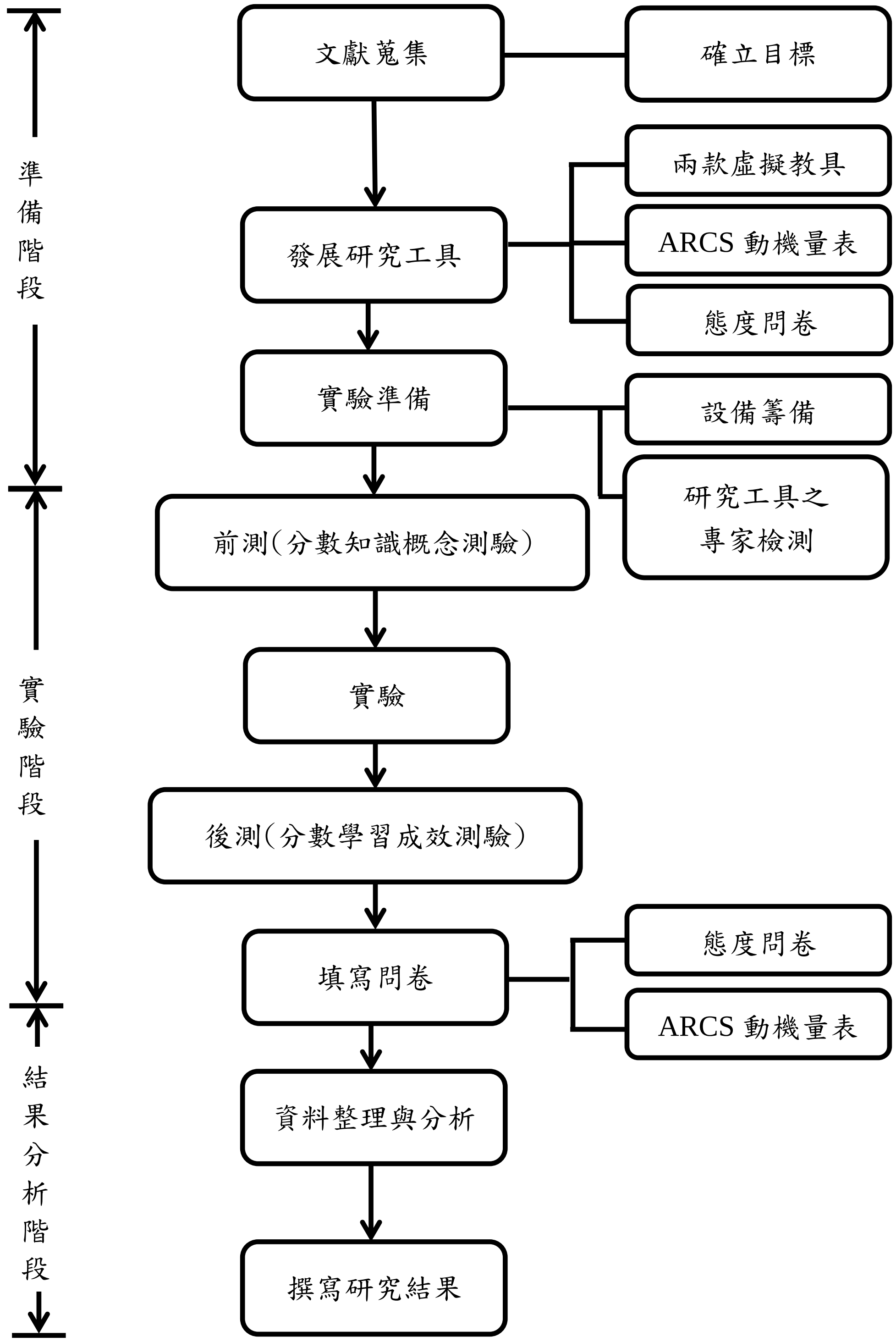


圖 3-1 研究歷程

1. 準備階段

準備階段分為文獻蒐集、發展研究工具與實驗準備等階段。文獻蒐集以國內外關於虛擬教具、遊戲式學習與分數概念的相關研究為主，探討虛擬教具結合遊戲式學習的可行性與實踐方法，以確立本研究之研究主題與研究走向。而發展研究工具以虛擬教具為主，參閱美國虛擬教具圖書館 (NVML)與國內知名虛擬教具網站萬用揭示板，整理分析國內外虛擬教具常用功能以及視覺呈現方式，作為研究者製作虛擬教具時的準則。除虛擬教具外，研究工具尚有前、後測測驗卷與 ARCS 動機量表、態度問卷。為評估研究工具之可用性，分別請二位學科專家針對兩款虛擬及教具教材內容、測驗卷以及問卷作可行性審核與回饋建議。與此同時也進行與實驗學校的交涉，並實地探訪確認電腦設備規格與數量。

2. 實驗階段

主要涵蓋前測測驗、實驗、後測與問卷填寫等內容。實驗活動以班級為單位，皆在電腦教室進行。實驗對象為小學五年級學生，實驗時間分別為兩堂 40 分鐘的課程，中間不下課，合計為 90 分鐘。一開始兩組學生皆接受課前分數概念知識測驗，接連實驗組使用「遊戲式虛擬教具」學習分數乘法概念，控制組則使用「一般虛擬教具」學習分數乘法概念。在使用虛擬教具之前，研究者皆對操作方式進行說明，確保學生皆可自行使用才展開實驗；在兩組學生操作完虛擬教具後進行後測測驗，實驗組學生額外填寫 ARCS 動機學習量表與態度測驗。兩班授課教師皆由研究者擔任。

3. 結果分析階段

實驗後，進行資料彙整與分析。來源包含學生分數知識概念測驗（前測）、分數概念成就測驗（後測）、ARCS 動機量表、學習態度問卷等。以統計軟體 SPSS 作統計並分析結果，並撰寫成研究報告。

第二節　研究對象

本研究選擇新北市新莊區某小學五年級兩班學生為對象。該校採常態分班，每班皆為 26 人。以班級為單位隨機分為實驗組與控制組，實驗組使用遊戲式虛擬教具為教材，男生 13 人，女生 13 人；控制組使用一般虛擬教具為教材，男生 14 人，女生 12 人。根據前次月考之平均比對兩班之數學成就雖無明顯差異，但為確保其同質性，先對兩班級學生進行了分數概念之前測。根據前測結果顯示兩班級並無顯著差異，故將兩班級學生程度視為同質。實驗為兩節連續課堂時間，每組各 90 分鐘。

第三節　研究工具

本研究除了共通的分數知識測驗卷、學習成就測驗卷外，針對組別進行了相異的研究工具規劃。實驗組的研究工具包含遊戲式虛擬教具、ARCS 問卷量表、態度問卷；控制組的研究工具則為一般虛擬教具、課堂學習單。敘述各研究工具如下：

一、　分數知識測驗卷

分數知識測驗為學習教材所包含的分數概念相關試題，內容包含選擇題 5 題、填充題 3 題、比大小 5 題、計算題 5 題、是非題 2 題與應用問題 4 題。題目經由教學經驗達 20 年之專家編修審核，詳細測驗內容請參閱附錄一。

二、　學習成就測驗卷

學習成就測驗卷題目架構襲自分數知識測驗卷，題目敘述與題型架構皆相同，僅數字複雜化。詳細測驗內容請參閱附錄二。

三、 虛擬教具教具設計

1. 設計理念

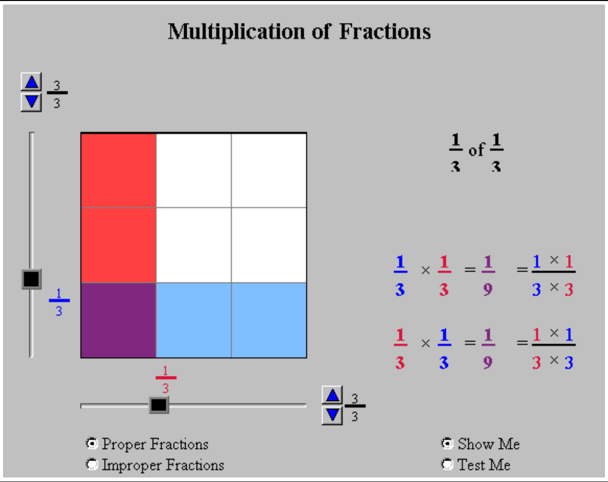
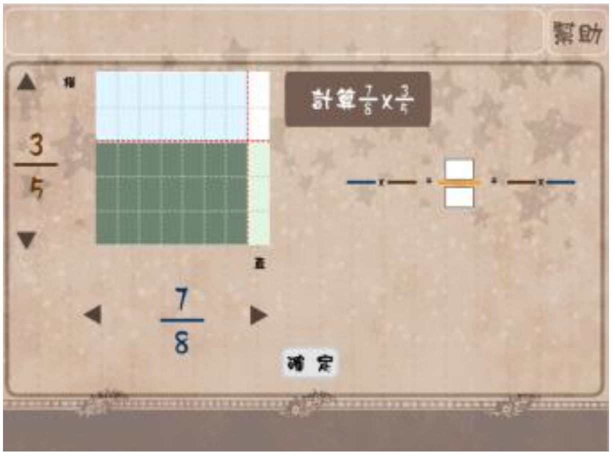
以美國國家虛擬教具圖書館 (NLVM)所開發之分數乘法虛擬教具「分數 – 矩形乘法 (Fractions - Rectangle Multiplication)」為藍本，將其呈現分數乘法觀念的手法與虛擬教具互動功能移植至 Flash 平台，並加入適當之引導敘述、美工後再行中文化製成本實驗所用一般虛擬教具。基本上，本實驗所提及之一般虛擬教具操作方式相同。

而本研究之遊戲式虛擬教具紮根於一般虛擬教具，在不至於偏離教學的程度添加衝突/挑戰、互動等兩大遊戲元素，佐以故事情節與娛樂性，幫助學生增加學習動機，進而理解分數乘法之概念。教學方面，取傳統虛擬教具之優點，將表徵轉換過程重現而操作之部分與故事情節作結合，並給予立即的反饋。

本研究將三款不同的虛擬教具，亦即作為藍本的分數 – 矩形乘法、一般虛擬教具與遊戲式虛擬教具比較示意，如表 3-1 所示。

表 3-1

不同分數乘法虛擬教具比較示意圖

	圖示	說明
藍本		以美國國家虛擬教具圖書館 (NLVM)所開發之分數乘法虛擬教具「分數 – 矩形乘法 (Fractions - Rectangle Multiplication)」為藍本。
一般虛擬教具		將上述藍本呈現分數乘法觀念的手法與虛擬教具互動功能移植至 Flash 平台，並加入適當之引導敘述、美工後再行中文化製成本實驗所用一般虛擬教具。
遊戲式虛擬教具		 將上述一般虛擬教具融入遊戲元素，並加入故事情節、角色，製作成本實驗所用遊戲式虛擬教具。

2. 遊戲式虛擬教具

以美國國家虛擬教具圖書館 (NLVM)所開發之分數乘法虛擬教具「分數 – 矩形乘法(Fractions - Rectangle Multiplication)」為藍本，融入遊戲元素後移植至 Flash 平台，並加入適當之引導敘述、美工後再行中文化製成本實驗所用遊戲式虛擬教具，使學生可自行操作虛擬教具學習。

I. 遊戲元素的融入

相對於一般虛擬教具，遊戲式虛擬教具嘗試融入了遊戲元素。以建立規則為起始，一開始學習者必須根據遊戲指引創建角色，此舉也跟著創立了一個世界觀。遊戲融入以「衝突/挑戰 (conflict/challenge)」與「互動 (interaction)」為主，「故事 (story)」與「角色 (avatar)」為輔。衝突/挑戰將虛擬教具賦予遊戲進行意義，具體係指學習者將扮演遊戲主角遭遇分數方面的困難，必須觀察與實際操作虛擬教具演練分數乘法之概念，遊戲方得進行；而互動性則添加虛擬教具的趣味性，提升學習者的學習動機，具體係指加入故事性與角色性，學習者可隨故事劇情推進，操作主角與遊戲世界進行互動。遊戲元素融入概念整理如表 3-2 所示。

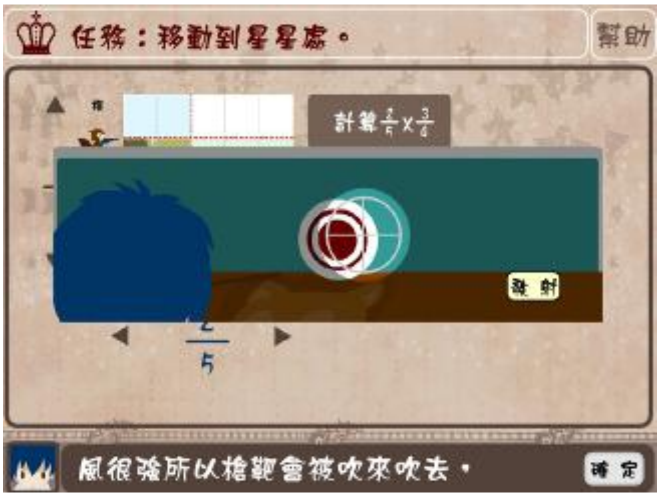
表 3-2
遊戲元素融入概念一覽表

畫面	概念
	互動性 – 角色： 在虛擬教具內創建角色，幫助學習者瞭解世界觀、遊戲目標，以及該遵循的規則。

（續下頁）

<table>
<tr><th>畫面</th><th>概念</th></tr>
<tr><td>
</td><td>衝突/挑戰 – 故事：

將故事劇情融入虛擬教具中。透過遊戲中的故事引起學習者共鳴，給予不同的遊戲情緒。</td></tr>
<tr><td>
</td><td>衝突/挑戰 – 故事：

與故事情節配合，在虛擬教具裡加入了適當的衝突與挫折故事，讓學習者有更真實的想像，增加了遊戲的耐玩性。</td></tr>
<tr><td>
</td><td>衝突/挑戰 ：

遊戲中因應劇情加入了需要射擊成功方能順利行進之挑戰。要成功射擊除了看準時機外，還得先成功解答分數乘法的甫能射擊。比起單純練習題目，可稍微增加一些趣味性與動機。</td></tr>
</table>

（續下頁）

畫面	概念
	互動性 － 操作： 將藍本虛擬教具之互動性移植至遊戲式虛擬教具。在其原有的互動理念上賦予劇情。
	衝突 / 挑戰 － 結束： 在所有遊戲衝突解決與劇情完成後此虛擬教具迎來結局，與遊戲特性之結尾概念相符。

II. ARCS 動機模型的融入

Munn 與 Fernal (1969)認為動機是個體內在的一種興趣、態度及渴慕之動力，可以影響並改變原本行為。也就是說，動機是引發學習重要的一環。本研究所參考之動機模型為 ARCS 動機模型，其基本意涵與應用如表 3-3 所示，本研究所開發之遊戲式虛擬教具常識融入 ARCS 動機模型架構，其中注意 (Attention)之主要方針為以角色圖像、故事劇情來吸引學習者的興趣和好奇心；相關(Relevance) 之主要方針為喚起學生先備知識，使其感到熟悉，並給予同樣觀念之教學實例讓學習者自行發現分數乘法關聯性；信心 (Confidence)則以提供努力的方向與提供學習成功的機會為主；滿足 (Satisfaction)則強調鼓勵學習者的

成就，並提供學習者一顯身手的機會。概念羅列對應整理至表 3-4。

表 3-3

ARCS 動機模式其四要素之基本意涵與應用

組成要素	定義	激發動機的策略
A.引起注意 1.感官的吸引 2.問題的探究 3.用變化維持	吸引學生的興趣和刺激學生的好奇心。	1.用新奇、非預期的方法捕捉學生的注意。 2.用奇特的問題維持好奇心。 3.變化教學的方式。
R.切身相關 1.似曾相似的效果 2.目標取向的建立 3.配合學習者的動機需求	能滿足學生個人的需求和目標，使他產生積極的學習態度。	1.結合學生的先前經驗，提高課程的熟悉度。 2.藉著陳述教學與個人目標的相關性，以產生實用的知覺。 3.提供符合學生動機與價值學習機會，如自我學習或合作學習等。
C.建立信心 1.提供努力的方向 2.提供學習成功的機會 3.增加學生對學習的控制	協助學生創造正向的成功與期望，相信成功操之在己。	1.如何讓學生了解要成功地完成這門課程所需努力的方向。 2.如何使學生知道那些學習活動和經驗可協助提高學習能力。 3.如何讓學生知道成功是控制在自己的努力。
S.獲得滿足 1.一顯身手的機會 2.提供回饋與報償 3.維持公正性	因成就而得到內在或外在的鼓勵，產生繼續學習的慾望	1.如何提供機會讓學生應用新學得的技能。 2.我能提供那些增強鼓勵學生的成就。 3.如何協助學生對成功創造正向積極的感覺。

註:引自 WebQuest **教學策略對國小高年級學童高層次思考與學習動機之影響，**

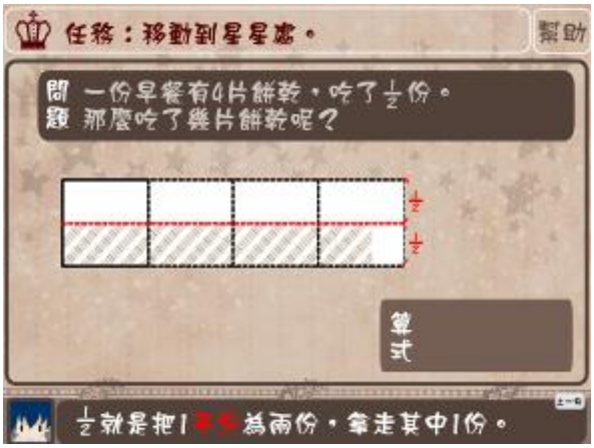
蘇美菁，民 95。

表 3-4

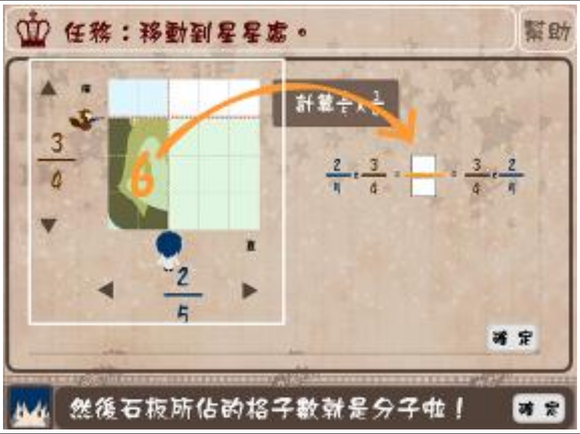
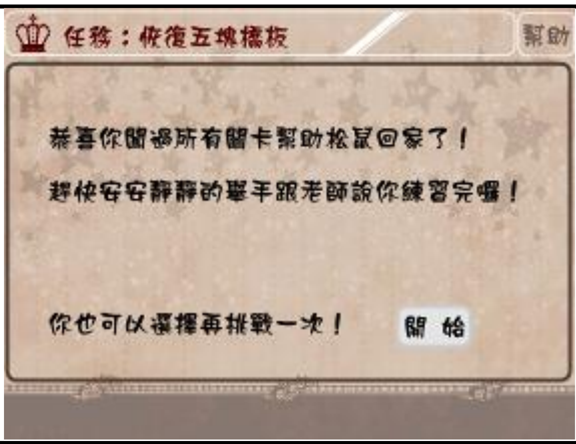
ARCS 動機模型融入概念一覽表

ARCS 動機模式 向度	教材設計	概念說明
注意 Attention		感官的吸引。 以開場動畫與設定人物吸引學生目光，用新奇、非預期的方法捕捉學生的注意。
		感官的吸引。 用新奇、非預期的劇情捕捉學生的注意。
相關 Relevance		似曾相似的效果。 分數概念指引中結合學生的先前經驗，提高課程的熟悉度。

（續下頁）

ARCS 動機模式 向度	教材設計	概念說明
		目標取向的建立。 藉著陳述教學與個人目標的相關性，讓學習者產生實用的知覺。
		目標取向的建立。 提供符合學生動機與價值學習機會，如自我學習或合作學習等。
信心 Confidence		過程中多用正向話語鼓勵學習者，以建立自我信心。

(續下頁)

ARCS 動機模式 向度	教材設計	概念說明
		提供學習成功的機會、努力的方向。 使學生知道那些學習活動和經驗可協助提高學習能力。
滿意 Satisfaction		提供一顯身手的機會。 在教學後立即加入適當且難易適中的問答，提供增強鼓勵學生的成就。
		提供回饋與報償。 除了結局動畫外，加入了讓學生再次進行遊戲的機制。

3. 一般虛擬教具

以美國國家虛擬教具圖書館 (NLVM)所開發之分數乘法虛擬教具「分數 – 矩形乘法 (Fractions - Rectangle Multiplication)」為藍本，將其呈現分數乘法觀念的手法與虛擬教具互動功能移植至 flash 平台，並加入適當之引導敘述、美工後再行中文化製成本實驗所用虛擬教具，使學生可自行操作虛擬教具學習。

四、 ARCS 動機量表

本研究使用之 ARCS 動機量表改編盧秋如(民 94)譯自 Keller (1999)發展之 ARCS 動機學習量表。共有 20 題，涉及「Attention（注意）」、「Relevance（相關）」、「Confidence（信心）」與「Satisfaction（滿意）」四個面向，每個面向各有五題。選項設計採用李特克四點量表(Likert Sale 4-point)，1 代表非常不同意、2 代表不同意、3 代表同意與 4 代表非常同意，分數愈高表示學生之學習動機愈正向。量表的信度經內部一致性考驗，結果如表 3-5 所示：Attention（注意)之 Cronbach's α 為.865；Relevance（相關）之 Cronbach's α 為.878；Confidence（信心）之 Cronbach's α 為.751；Satisfaction（滿意）之 Cronbach's α 為.534。全量表之之 Cronbach's α 為.892，顯示內部一致性係數合乎理想。詳細量表內容請參閱附錄三。

表 3-5

ARCS 學習動機量表向度、題數分配及內部一致性

向度	題數	Cronbach's α
Attention （注意）	5	.885
Relevance （相關）	5	.878
Confidence （信心）	5	.751
Satisfaction （滿意）	5	.534
整體	20	.892

五、　態度問卷

本研究使用之態度問卷設計改編自 Reimer 與 Moyer (2005) 針對三年級學生利用虛擬教具學習分數所設計的問卷量表。問卷旨在瞭解學生參與實驗時的態度，又可分為「學生對於數學學習的態度」與「學生對於虛擬教具的態度」兩面向。此問卷答題選項選項設計採用李特克四點量表 (Likert Sale 4-point)，1 代表非常不同意、2 代表不同意、3 代表同意與 4 代表非常同意，分數愈高表示學生之學習態度愈正向。詳細問卷內容請參閱附錄四。

六、　課堂學習單

本研究設計課堂學習單作為一般虛擬教具之輔佐，將教材進行情形對應到紙本，供學生依據自己的進度記錄學習情形。詳細請參閱附錄五。

第四節　實驗程序

本研究採準實驗設計，旨在探討不同虛擬教具(遊戲式虛擬教具、一般虛擬教具)對國小五年級學生學習分數概念之學習成效、學習動機與學習態度。研究變項如圖 3-2 所示。不同虛擬教具之研究設計與實驗活動分別敘述如下：

一、　不同虛擬教具之研究設計

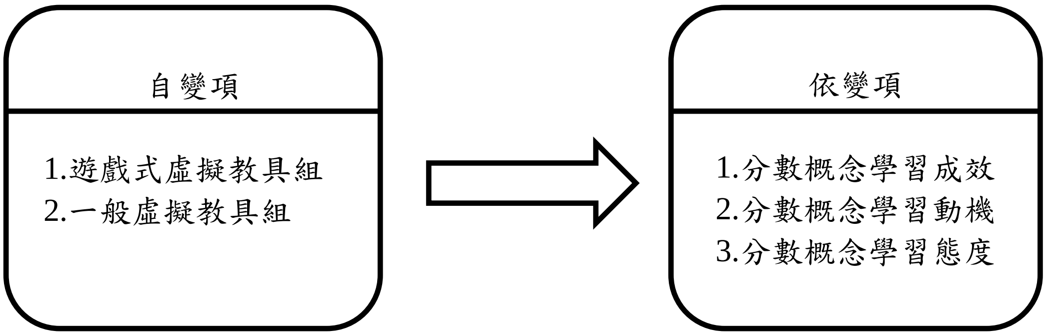


圖 3-2 研究變項

本研究之自變項為「教具類型」，依據教具融入遊戲元素與否，分為「遊戲式虛擬教具」與「一般虛擬教具」兩種類型。兩組在正式實驗前皆會進行分數知識測驗前測，並敘述教具操作方法，確保學生能自行操作教材學習。「遊戲式虛擬教具組」與「一般虛擬教具組」的學習內容以國小生分數乘法概念為主。依變項有三，分別為「分數概念學習成效」、「分數概念學習動機」與「分數概念學習態度」。「分數概念學習成效」係指學習者經由操作教材學習後，分數乘法概念的學習成效，使用學習知識測驗做為後測數據，與前測成績進行比較。「分數概念學習動機」係指學習者經操作遊戲式虛擬教具學習後，接受 ARCS 動機問卷的分數。其中將面向分為「Attention（注意）」、「Relevance（相關）」、「Confidence（信心）」與「Satisfaction（滿意）」四個面向作探討。「分數概念學習態度」係指學習者經操作遊戲式虛擬教具學習後，接受態度問卷的分數。

二、 學習領域與目標

依據國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域，分數乘法被歸類在數與量部分，且其在五年級分數乘法的能力指標為「5-n-08 能理解分數乘法的意義，並熟練其計算、解決生活中的問題」。本研究以此能力指標作為設計虛擬教具之準則，在設計分數乘法虛擬教具時以分數乘法的意義為主軸，並加入計算練習，最後以生活化的舉例幫助學生達成此能力指標。

三、 正式實驗流程

本研究實驗活動為兩節課，合計為 90 分鐘。流程如圖 3-3 所示。主要涵蓋前測測驗、操作教材與後測測驗三大部分。實驗活動以班級為單位，實驗地點皆在電腦教室進行。

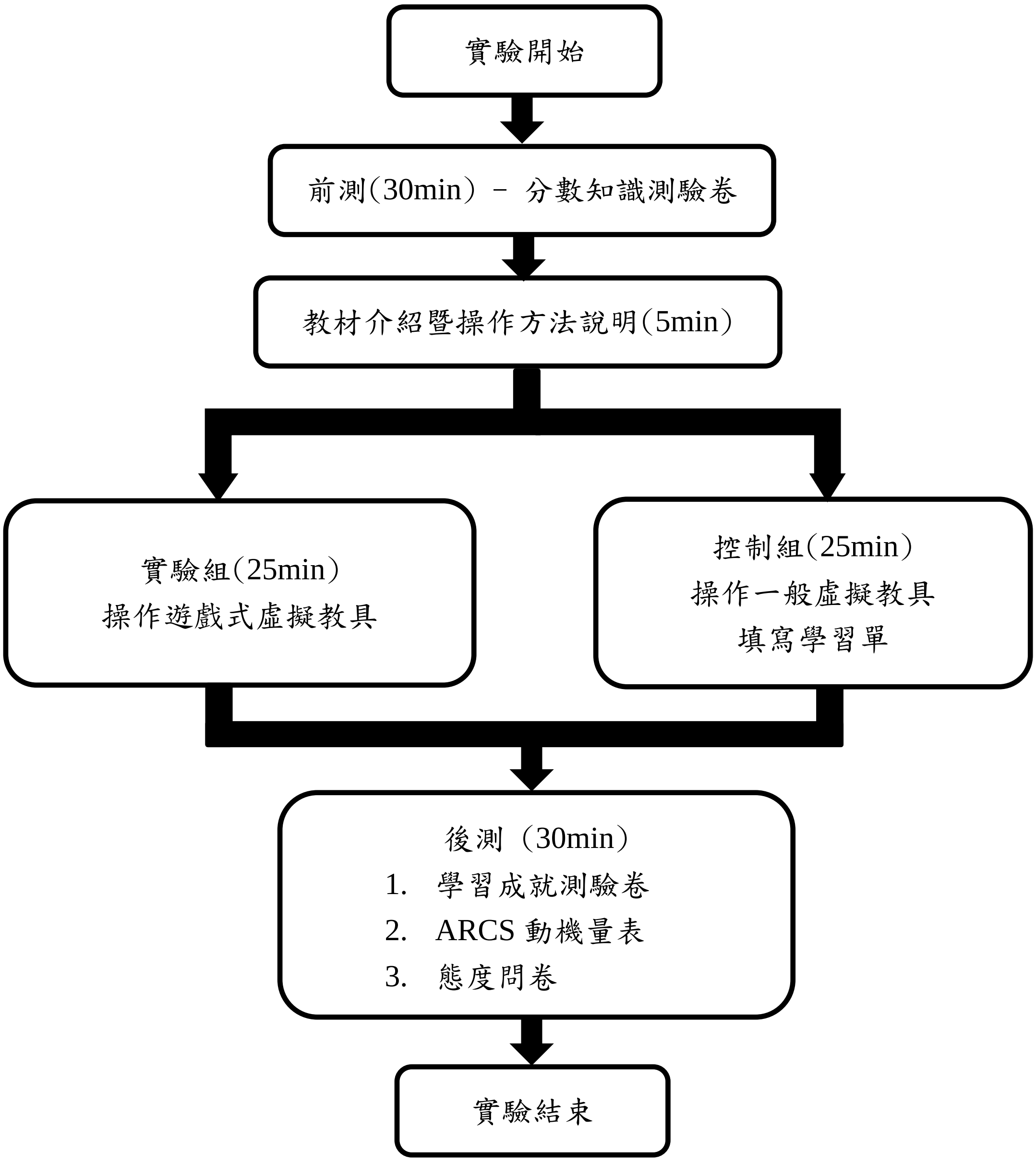

實驗開始
前測(30min) – 分數知識測驗卷
教材介紹暨操作方法說明(5min)
實驗組(25min)
操作遊戲式虛擬教具
控制組(25min)
操作一般虛擬教具
填寫學習單
後測（30min）
1. 學習成就測驗卷
2. ARCS 動機量表
3. 態度問卷
實驗結束

圖 3-3 實驗流程

第五節　資料處理與分析

本研究實驗資料來源為分數概念測驗卷(前測)、學習成效測驗卷(後測)、ARCS 動機量表與態度問卷。分別敘述如下：

一、　分數概念測驗卷(前測)

先以描述統計方式計算學生之平均分數，並以獨立樣本 t 檢定檢驗實驗組與控制組之前測分數是否有顯著差異，用以了解兩組之先備知識是否具有同質性。

二、　學習成效測驗卷(後測)

先以描述統計方式計算學生之平均分數。若兩組前測之獨立樣本 t 檢定之結果無顯著差異，則表示兩組先備知識能力相當，可直接再以獨立樣本 t 檢定檢驗兩組後測成績有無顯著差異，並以相依樣本 t 檢定分別檢驗兩組進步幅度；若前測結果顯著差異，則分析後測結果時將改採共變數分析 (ANCOVA)。

三、　ARCS 動機量表

採敘述性統計作計數與解釋。

四、　態度問卷

採敘述性統計作計數與解釋。

第四章 結果與討論

第一節 學習成效

本節依序探討兩組前測分數差異、兩組後測分數差異與單組前後測組內差距，並以上述數據進行學習成效分析。

一、 實驗前兩組學生分數概念

為了檢驗實驗前兩組學生之分數概念程度是否同質，在實驗前使用分數知識測驗卷分別對兩組學生進行了分數概念測驗，並將結果作為前測數據進行描述性統計與獨立樣本 t 檢定。兩組之描述性統計如表 4-1 所示，有效樣本為 52 人。以平均數來看實驗組略高於控制組。為進一步理解兩組前測成績的差異，對兩組前測成績進行獨立樣本 t 檢定，結果如表 4-2 所示，兩組變異數之 Levene 檢定值未達顯著水準 (F=.103，p=.749>.05)，顯示變異數同質；再判讀 t 檢定發現結果未達顯著差異 (p=.5>.05)，故可得知兩組前測成績並無顯著差異，意即兩組學生在實驗前對分數概念的程度是相當的。

表 4-1

實驗組與控制組前測分數之描述性統計

	組別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
前測成績	實驗組	26	45.08	22.8	5.11
	控制組	26	36.65	19.2	4.30

表 4-2

實驗組與控制組前測分數之獨立樣本 t 檢定

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定				
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性（雙尾）	平均差異	標準誤差異
前測成績	假設變異數相等	.103	.749	1.09	50	.278	8.423	5.642
	不假設變異數相等			1.09	49.576	.278	8.423	5.204

二、　實驗後兩組學生學習成效

實驗結束後亦使用學習成就測驗卷對兩組學生進行後測，並以學習成就測驗成績作為後測數據進行分析。兩組之描述性統計結果如表 4-3 所示，有效樣本為 52 人。以平均數來看實驗組仍略高於控制組。為了檢測兩組學生後測表現是否有差異，繼續對兩組進行獨立樣本 t 檢定。結果如表 4-4 所示，判讀 t 檢定結果顯示達顯著差異 (p=.021<.05)，故可得知兩組學生在實驗後對分數概念的學習成效是有顯著差異的。

表 4-3

實驗組與控制組後測分數之描述性統計

	組別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
後測成績	實驗組	26	58.27	23.7	4.64
	控制組	26	42.15	25.0	4.91

表 4-4

實驗組與控制組後測分數之獨立樣本 t 檢定

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定				
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性（雙尾）	平均差異	標準誤差異
前測成績	假設變異數相等	.683	.412	2.38	50	.021*	16.11	6.762
	不假設變異數相等			2.38	49.852	.021	16.11	6.762

*p<.05

根據上述前測與後測之統計分析結果，顯示實驗組與控制組在前測部分具有同質性，但後測部分之統計分析結果顯示兩組成績達顯著差異。為進一步檢測兩組之進步幅度，將對兩組進行相依樣本 t 檢定。

三、 實驗後兩組學生學習成就之相依樣本 t 檢定

為了瞭解實驗組與對照組學生進步幅度，對兩組進行了相依樣本 t 檢定。表 4-5 顯示實驗組平均進步分數約優於控制組 6.76 分。經相依樣本 t 檢定比較實驗組前、後測測驗結果，其雙尾顯著性為.004<.01，達顯著水準，表示實驗組前測成績與後測成績有顯著差異，亦即實驗組有顯著進步。而檢視控制組之前、後測測驗結果，其雙尾顯著性為.030<.05，亦達顯著水準，即控制組之前測與後測成績有顯著差異。

表 4-5

實驗組與控制組之相依樣本 t 檢定

	來源	平均數	標準差	平均數的標準誤	t	自由度	顯著性（雙尾）
實驗組	後測成績 − 前測成績	12.26	19.95	3.913	3.135	25	.004**
控制組	後測成績 − 前測成績	5.500	12.21	2.396	2.296	25	.030*

*p<.05　**p<.01

第二節　學習動機

ARCS 動機學習量表之描述性統計如表 4-6 所示，並就注意 (Attention)、相關 (Relevance)、信心 (Confidence)與滿意 (Satisfaction)四向度分別敘述。使用遊戲式虛擬教具的學生在注意向度多半表示非常同意與同意，分數介於 3.85 至 3.92 間，在此向度平均得分為 3.876 分。在相關向度全部表示正向態度，即學生皆選擇非常同意與同意，分數介於 3.77 至 3.88 間，在此向度平均得分為 3.852 分。在信心向度也超過九成表示非常同意與同意，分數介於 3.77 至 3.92 間，在此向度平均得分為 3.848 分。在滿意向度亦達九成表示非常同意與同意，分數介於 3.81 至 4 間，在此向度平均得分為 3.922 分。

表 4-6

實驗組學生 ARCS 動機量表結果(N=26)

		非常同意 4	同意 3	不同意 2	非常不同意 1	平均
一、Attention （注意）						
1. 分數遊戲能讓我對分數的乘法感到有興趣。	人數	22	4	0	0	3.85
	百分比	84.6%	15.4%	0%	0%	
2. 分數遊戲能引起我的注意。	人數	24	1	1	0	3.88
	百分比	92.3%	3.8%	3.8%	0%	
3. 分數的遊戲讓我感到很新奇。	人數	23	2	1	0	3.85
	百分比	88.5%	7.7%	3.8%	0%	
4. 和平時上課相比，玩遊戲讓我注意力維持持久。	人數	23	3	0	0	3.88
	百分比	84.6%	11.5%	3.8%	0%	
5. 適時的動畫能讓我更專心學習。	人數	22	3	0	1	3.92
	百分比	84.6%	11.5%	0%	3.8%	
二、Relevance （相關）						
1. 在分數遊戲中學到的內容有助於我處理分數相關問題。	人數	23	3	0	0	3.88
	百分比	88.5%	11.5%	0%	0%	
2. 我能將在分數遊戲中學到的內容和我以前學過的東西連貫起來。	人數	25	1	0	0	3.77
	百分比	96.2%	3.8%	0%	0%	
3. 我很清楚上完這堂課應該要學會哪些知識能力	人數	24	2	0	0	3.88
	百分比	92.3%	7.7%	0%	0%	
4. 分數遊戲中舉的例子與我生活相關，使我感到親切。	人數	23	3	0	0	3.85
	百分比	88.5%	11.5%	0%	0%	
5. 分數遊戲所學到的知識對我有幫助。	人數	24	2	0	0	3.88
	百分比	92.3%	7.7%	0%	0%	

（續下頁）

		非常同意	同意	不同意	非常不同意	平均
		4	3	2	1	

三、Confidence （信心）

1. 分數遊戲的內容對我來說難度剛剛好。	人數	22	4	0	0	3.85
	百分比	84.6%	15.4%	0%	0%	
2. 我知道如何解決分數遊戲裡遇到的困難。	人數	20	6	0	0	3.77
	百分比	76.9%	23.1%	0%	0%	
3. 在這兩堂課裡，我覺得我付出的努力和這門課的要求相符合。	人數	22	4	0	0	3.85
	百分比	84.6%	15.4%	0%	0%	
4. 我有信心我可以學會分數遊戲所教的內容。	人數	24	2	0	0	3.92
	百分比	92.3%	7.7%	0%	0%	
5. 分數遊戲對我而言很有挑戰性。	人數	23	2	1	0	3.85
	百分比	88.5%	7.7%	3.8%	0%	

四、Satisfaction （滿意）

1. 我很滿意我在分數遊戲裡學到的東西。	人數	25	1	0	0	3.96
	百分比	96.2%	3.8%	0%	0%	
2. 順利把分數遊戲玩到結局時，我覺得很有成就感。	人數	24	2	0	0	3.92
	百分比	92.3%	7.7%	0%	0%	
3. 表現比其他同學好時，我覺得很有成就感。	人數	26	0	0	0	4.00
	百分比	100%	0%	0%	0%	
4. 玩分數遊戲時讓我覺得時間過得很快。	人數	22	3	1	0	3.81
	百分比	84.6%	11.5%	3.8%	0%	
5. 上完這兩節課讓我覺得很開心。	人數	25	0	1	0	3.92
	百分比	96.2%	0%	3.8%	0%	

第三節 學習態度

使用遊戲式虛擬教具的學生在實驗後填寫之學習態度問卷作為數據進行分析。態度問卷之問題分為對數學學習態度與對虛擬教具學習態度兩個面向，其描述性統計結果如表 4-7 所示，有效問卷為 26 份。1 至 6 題為對數學學習態度；7 至 15 題為對遊戲式虛擬教具之學習態度。結果顯示，學生對數學學習態度與虛擬教具學習態度大多持有正向看法。兩個面向之每題平均答題分數均在 3.73 至 3.92 間，且每題答題呈現正向態度（非常同意與同意）人數高達九成。

而態度問卷卷末附帶之意見回饋欄位，有 20 位學生提供了自己的意見，如附錄六所羅列。其中有 6 位學生表示遊戲式虛擬教具很好玩，3 位學生表態遊戲式虛擬教具可以增加興趣。並有 1 位學生表示希望遊戲的舉例可以再行增加，以及 1 位學生認為若講解增多可以更深入了解。

表 4-7

實驗組學生態度調查結果 (N=26)

		非常同意	同意	不同意	非常不同意	平均
		4	3	2	1	
1. 分數遊戲可以幫助我瞭解分數乘法的概念。	人數	21	5	0	0	3.81
	百分比	80.8%	19.2%	0%	0%	
2. 分數遊戲可以幫助我學會如何回答考卷上的題目。	人數	22	3	1	0	3.81
	百分比	84.6%	11.5%	3.8%	0%	
3. 分數遊戲可以幫助我專心思考數學問題。	人數	23	3	0	0	3.88
	百分比	88.5%	11.5%	0%	0%	
4. 分數遊戲讓我願意花更多時間在學習數學上。	人數	22	3	0	1	3.77
	百分比	84.6%	11.5%	0%	3.8%	

（續下頁）

		非常同意	同意	不同意	非常不同意	平均
		4	3	2	1	
5. 分數遊戲讓我覺得學數學可以很好玩。	人數	22	3	0	1	3.77
	百分比	84.6%	11.5%	0%	3.8%	
6. 分數遊戲讓我覺得很容易操作使用。	人數	21	5	0	0	3.81
	百分比	80.8%	19.2%	0%	0%	
7. 分數遊戲讓我感覺到自在。	人數	21	5	0	0	3.81
	百分比	80.8%	19.2%	0%	0%	
8. 分數遊戲可以自己操作讓我很喜歡。	人數	24	2	0	0	3.92
	百分比	92.3%	7.7%	0%	0%	
9. 分數遊戲可以讓我願意練習更多數學題目。	人數	23	2	0	1	3.81
	百分比	88.5%	7.7%	0%	3.8%	
10. 分數遊戲可以給我立即的答案。	人數	21	4	0	1	3.73
	百分比	80.8%	15.4%	0%	3.8%	
11. 分數遊戲可以針對我的答案立即給予解釋。	人數	22	4	0	0	3.85
	百分比	84.6%	15.4%	0%	0%	
12. 分數遊戲可以協助我修正我的錯誤。	人數	21	4	1	0	3.77
	百分比	80.8%	15.4%	3.8%	0%	
13. 分數遊戲的呈現方式可以幫助我了解數學。	人數	24	1	0	1	3.85
	百分比	92.3%	3.8%	0%	3.8%	
14. 分數遊戲呈現的數學式子可以幫助我了解數學。	人數	23	2	1	0	3.85
	百分比	88.5%	7.7%	3.8%	0%	
15. 未來，我希望數學課可以加入分數遊戲的學習活動	人數	22	4	0	0	3.85
	百分比	84.6%	15.4%	0%	0%	

第四節　討論

一、學習成就

本研究為了解將遊戲元素融入虛擬教具是否對學生學習成就有所助益，先以獨立樣本 t 檢定檢證實驗組與控制組前測分數，確保兩組具同質性後，以相依樣本 t 檢定檢證兩組前、後測分數差異，由數據得知兩組學習成就均有顯著進步，且實驗組後測平均成績高於控制組，兩組後測成績之獨立樣本 t 檢定亦顯示有顯著差異。可能是源於遊戲式虛擬教具的遊戲元素所提供的規則性使學習者容易組織遊戲內容並透過實際進行遊戲和遊戲產生互動、目標性可提升學習的動機，並可明確的指引學習者進行遊戲。林中斌（民 93）也指出，學生對於缺乏數學成就的原因， 往往是擔心數學成績欠佳所導致的數學焦慮。綜合上述可分析出實驗組學生之學習成就優於控制組學生。

二、學習動機

本研究利用 ARCS 學習動機問卷以了解學生使用遊戲式虛擬教具的學習動機。根據數據分析，九成以上學生對分數乘法顯示了高度學習動機，其中注意向度平均得分為 3.876 分、相關向度為 3.852 分、信心向度為 3.848 分且滿意向度為 3.922 分，所有答題分數皆在 3.77 至 4 之間。由此結果可得知遵循文獻探討提及之 ARCS 動機模型開發出的遊戲式虛擬教具確實使學生在分數乘法學習方面有高度學習動機。

三、學習態度

本研究利用態度問卷以了解學生使用遊戲式虛擬教具的學習態度。數據顯示有九成以上的學生對於數學學習態度與虛擬教具學習態度皆持正向態度，每題之平均答題分數均介於 3.73 至 3.92 之間。歸納問卷回饋，有兩位學生分別提及「希望遊戲的舉例可以再增加」、「多講解內容，讓我們更深入了解」，推測因礙於課堂時間因素，遊戲內規劃的範例可能對部分學生而言份量偏少。此外多位學生認為遊戲式虛擬教具有趣且能增加學習興趣，推測為融入遊戲元素所帶來的吸引力與趣味性。

第五章 結論與建議

第一節　結論

針對研究結果，分別回答待答問題如下：

一、　**使用遊戲式虛擬教具學習分數乘法概念的國小學生，其學習成就顯著優於使用一般虛擬教具的國小學生。**

統計結果顯示，使用遊戲式虛擬教具與一般虛擬教具的兩組國小學生，其分數概念學習成效有顯著差異，且使用遊戲式虛擬教具的後測分數優於使用一般虛擬教具的學生。使用遊戲式虛擬教具的學生，其組內前、後測成績差異亦達顯著；使用一般虛擬教具之組內前、後測雖有顯著進步，但平均分數較實驗組低，且兩組間後測分數亦有顯著差異。因此，可推論使用遊戲式虛擬教具與一般虛擬教具的兩組國小學生，其分數概念學習成效是有所差異的，且使用遊戲式虛擬教具的學生之學習之效優於使用一般虛擬教具的學生。

二、　**使用遊戲式虛擬教具的國小學生對分數乘法有高度學習動機。**

從 ARCS 動機量表的統計數據看，學生不論在注意、相關、信心與滿意都有高度得分，四個向度的平均得分別都在 3.8 分以上。故可推測使用遊戲式虛擬教具的國小學生對分數乘法有高度學習動機。

三、　**使用遊戲式虛擬教具的國小學生對分數乘法持有正向學習態度。**

根據問卷統計結果顯示，學生不論在「數學學習態度」或是「對虛擬教具學習態度」皆持有正向態度。二個向度的平均得分皆在 3.7 分以上。故可推測使用遊戲式虛擬教具的國小學生對分數乘法有正向學習態度。

第二節　建議

一、　遊戲式虛擬教具建議與修改

1. 增加練習題目

限於人物力因素，虛擬教具於功能性上有所限制，幾乎所有分數乘法概念僅做一次指引與練習遊戲，學生恐僅停留在概念階段。若時間許可，建議可以增加更多題目，讓學生貫徹「做中學」之原則。

2. 評估操作機制

在操作層面，本研究除滑鼠點操作虛擬教具外，還採用方向鍵與其他鍵盤快速鍵。而實地實驗發現鍵位配置恐不具直覺性，有少部分學生無法一次記憶操作虛擬教具所需鍵位，必須不斷點擊遊戲幫助查看。此一來一往造成時間的消磨。故建議在方便操作與功能間取最佳化，使學生接受度更高。

除此之外，課堂觀察發現學生對於完全自行學習並不是很習慣，部分同學還是習慣與老師互動取得回饋。若以教學來看，遊戲式虛擬教具作為教學之輔佐，亦即授課時老師講解概念，由學生自行操作後並遊玩，可能會使學習成效更優異。

二、　增加教學內容與單元

在研究限制中提及本研究所設計之虛擬教具主要側重於真分數相乘、整數成以真分數、帶分數乘以真分數等三大觀念，帶分數相乘之概念並未在虛擬教具中明確教導。建議加入帶分數相乘之概念，使遊戲式虛擬教具可供分數乘法學習的範圍更全面。甚至可推及至將其他單元之虛擬教具概念加入遊戲元素，使虛擬教具對學習者的幫助更顯著。

參考文獻 – 中文部分

江玉玲（民 99）。數學虛擬教具對等值分數概念學習的影響。*臺灣師範大學資訊教育學系學位論文*。

江孟真(民 95)。 設計與實作一個使用不對等策略之小組數學練習競爭式數位遊戲。*中央大學資訊工程學系學位論文*。1-79。

呂玉琴（民80）。國小學生分數概念：$\frac{1}{2}$ vs $\frac{2}{4}$。

吳鴻輝（民 93）。合作式線上遊戲與數學教學成效之評估 。

莊世偉（民 92）。線上數學遊戲的合作與競爭模式設計。*國立臺北教育大學數理教育研究所學位論文*。1-70。

周文忠、林宗翰（民 99）。實體與虛擬教具於教師教學應用上之省思. *Journal of Computer Science and Application*, vol6 No.2, December 2010, pp.33-46。

林中斌（民 93）。遊戲融入國小數學科教學活動之探究。*國立臺北教育大學數理教育研究所學位論文*。1-161。

邵明宏（民 96）。使用電腦遊戲模式學習國小數學之探究--以數與計算單元為例。*中興大學資訊科學系學位論文*。 1-79。

林嘉玲（民 89）。 數學遊戲融入建構教學之協同行動研究。*國立花蓮師範學院國小科學教育研究所未出版碩士論文*。

胡長銘（民 90）。虛擬教具應用於國小四年級角度概念教學之影響研究。*交通大學理學院科技與數位學習學程學位論文*。

葉盛昌（民 91）。遊戲式數學教學模式對學生數學學習的影響。*國立台中師範學院數學教育學系在職進修教學碩士學位班碩士論文*。

鄭千佑（民96）。虛擬教具對國小學生等值分數彈性思考表現之影響。 *臺灣師範大學資訊教育學系學位論文*。1-121。

蘇美菁（民95）。WebQuest 教學策略對國小高年級學童高層次思考與學習動機之影響。*成功大學教育研究所學位論文*。 1-145。

蘇薇蓉、劉曼麗（民 90）。國小六年級學童對不同情境中分數乘法的解題能力之研究。*Proceeding of 2009 The First Conference on Technology and Mathematics Education*

參考文獻 － 西文部分

Ahmad, W. F. B. W., Shafie, A. B., & Latif, M. H. (2009). Role-playing game-based learning in mathematics. *Computer & Information Sciences department EE Department, Universiti Teknologi PETRONAS, 31750*.

Armstrong, B.E & Bezuk, N.(1995).Multiplication and Division of Fraction :The Search for Meaning.In *J.T. Sowder & B.P. Schappelle (Ed.) , Providing a Foundation for Teaching Mathematics in the Middle Grades.* p85-119. Albany, New York:State University of New York Press.

Crawford, C. (1982). The Art of Computer Game Design (Electronic Version). Washington: Washington State University.

Drickey, N. A. (2000). A comparison of virtual and physical manipulatives in teaching visualization and spatial reasoning to middle school mathematics students. (Doctoral dissertation, Utah State University, 2000). *Dissertation Abstracts International*, *62*(02), 499A. (UMI No. 3004011)

Freeman, B. (2012). Using digital technologies to redress inequities for English language learners in the English speaking mathematics classroom. *Computers & Education*, *59*(1), 50-62.

Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E6-E10.

Huang, S. H., Wu, T. T., Chen, H. R., Yang, P. C., & Huang, Y. M. (2012, March). Mathematics Assisted Instruction System of M/U-Learning Environment. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on* (pp. 301-305). IEEE.

Kieren,T.E.(1993).Rational and Fractional Numbers:From Quotient Fields to Recursive Understanding. In *T.P. Carpenter,E. Fennema, & T.A. Romberg (Ed.),Rational Numbers:an Integration Research.* p49-84. Hillsdale,New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates.

Khalid, A., & Azeem, M. (2012). Constructivist Vs Traditional: Effective instructional approach in teacher education. *International Journal of Humanities and Social Science*, *2*(5), 170-177.

Lomas D., Ching D. Stampfer E., Sandoval M.,& Koedinger K. (2011) Battleship Numberline : A Digital Game for Improving Estimation Accuracy on Fraction Number Lines. *Society for Research on Educational Effectiveness*.

Moyer, P. S., & Suh, J. M. (2011). Learning mathematics with technology: The influence of virtual manipulatives on different achievement groups. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, (teal_facpub).

Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives?. *Teaching children mathematics*, *8*(6), 372-377.

Moyer, P. S., Niezgoda, D., & Stanley, J. (2005). Young children's use of virtual manipulatives and other forms of representation. In B. Masalski (Ed.), *NCTM 2005 yearbook: Technology supported mathematics environments* (pp. 17-34). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Munn, N. L., Fernald, D. L., & Fernal, P. S.（1969）. Introduction to psychology.Bosten : Hougmton Miffin Co.

National Library of Virtual Manipulatives (1999) Fractions - Rectangle Multiplication. Retrieved May 15, 2013, from http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_194_g_3_t_1.html?from=grade_g_3.html

Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation.*Computers & Education*, *52*(1), 1-12.

Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning.* New York: McGraw-Hill.

Prensky(2007) Digital Game-Based Learning. New York: McGraw-Hill.

Raphael, D., & Wahlstrom, M. (1989). The influence of instructional aids on mathematics achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, *20*(2), 173-190

Rollings, A., & Adams, E. (2003). *Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design*. New Jersey:New Riders.

Suh, J., Moyer, P. S., & Heo, H. J. (2005). Examining technology uses in the classroom: Developing fraction sense using virtual manipulative concept tutorials. *Journal of Interactive Online Learning*, *3*(4), 1-21.

Yuan, Y. (2009). Taiwanese Elementary School Teachers Apply Web-based Virtual Manipulatives to Teach Mathematics. *Journal of Mathematics Education*, *2*(2), p.108-121.

附錄一 分數的乘法 分數知識測驗卷(前測)

五年 ___班 座號：___ 姓名：______________

一、選擇題：

1. (　) 媽媽買了一些漢堡，全家吃掉這些漢堡的一半，把全家吃掉的漢堡用筆圈起來。下面哪一個圈法是對的？

(1)

(2)

(3)

(4)

2. (　) 整數乘以真分數，積會 (1)大於整數 (2)小於整數 (3)等於整數 (4)不一定。
3. (　) 整數乘以帶分數，積會 (1)大於整數 (2)小於整數 (3)等於整數 (4)不一定。
4. (　) 真分數乘以真分數，積會 (1)大於1 (2)小於1 (3)等於1 (4)不一定。
5. (　) 帶分數乘以真分數，積會 (1)大於1 (2)小於1 (3)等於1 (4)不一定。

二、填填看：

1. 你有一塊黏土，其中 $\frac{2}{5}$ 塊拿來捏動物，$\frac{1}{5}$ 拿來捏植物。請問：

(1) 捏小兔子的黏土占了捏動物的 $\frac{1}{3}$ ，捏小兔子的黏土用了(　　　)塊黏土。

(2) 捏大樹的黏土占了捏植物的 $\frac{2}{3}$ ，捏大樹的黏土用了(　　　)塊黏土。

(3) 捏大樹的黏土多還是捏小兔子的黏土比較多？(　　　)

2. $\frac{7}{8} \times \frac{3}{4} = \frac{(\quad)\times(\quad)}{(\quad)\times(\quad)} = \frac{(\quad)}{(\quad)}$

3. $\frac{9}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{(\quad)\times(\quad)}{(\quad)\times(\quad)} = 1\frac{(\quad)}{(\quad)}$

三、比比看：在□裡填入＞、＜或＝。

1. $\frac{13}{776}$ □ $\frac{13}{776} \times \frac{1}{3}$

2. $\frac{1}{3}$ □ $\frac{1}{3} \times \frac{3}{3}$

3. $\frac{5}{2} \times \frac{2}{5}$ □ $\frac{55}{22} \times \frac{22}{55}$

4. $3 \times \frac{2}{5}$ □ 3

5. $\frac{3}{4} \times 1\frac{1}{3}$ □ $\frac{3}{4}$

四、算算看：

1. $6 \times \frac{2}{3} =$ (　　　　)

2. $\frac{3}{5} \times 7 =$ (　　　　)

3. $\frac{1}{2} \times \frac{5}{7} =$ (　　　　)

4. $\frac{7}{10} \times \frac{5}{7} =$ (　　　　)

5. $1\frac{2}{3} \times 2\frac{1}{2} =$ (　　　　)

五、是非題：
(對的畫〇，錯的畫X，並把錯誤原因寫在底線處)

1. (　) $1\frac{2}{3} \times \frac{1}{5} = 1\frac{2}{15}$

   ____

2. (　) $\frac{2}{3} \times \frac{4}{5}$ 的意思是將$\frac{2}{3}$平分為五份，並且取其中的4份。

   ____

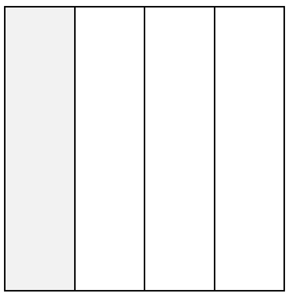
六、把做法和答案記下來：(每題4分，共24分)

1. 一盒蘋果有12顆，爸爸拿走$\frac{1}{2}$盒，媽媽拿走$\frac{1}{3}$盒，共拿走幾顆蘋果？

2. 把一塊披薩平分成12片，$\frac{5}{12}$塊披薩和3片披薩相差幾片披薩？

3. 一包餅乾有五片，小中帶了$\frac{3}{5}$包餅乾去郊遊，他吃了帶去餅乾的$\frac{2}{3}$，請問小中吃了多少片餅乾？

4. 媽媽有一塊蛋糕，其中$\frac{1}{4}$切來當點心。小港吃了點心的$\frac{3}{4}$，請問小港吃了多少塊蛋糕？
（請用切割的方式作答，並寫出算式）



附錄二 分數的乘法 學習成就測驗卷(後測)

五年 ___班 座號：___ 姓名：______________

一、選擇題：

6. (　) 媽媽買了一些漢堡，全家吃掉這些漢堡的一半，把全家吃掉的漢堡用筆圈起來。下面哪一個圈法是對的？

(1)

(2)

(3)

(4)

7. (　) 整數乘以真分數，積會 (1)大於整數　(2)小於整數　(3)等於整數　(4)不一定。
8. (　) 整數乘以帶分數，積會 (1)大於整數　(2)小於整數　(3)等於整數　(4)不一定。
9. (　) 真分數乘以真分數，積會 (1)大於1　(2)小於1　(3)等於1　(4)不一定。
10. (　) 帶分數乘以真分數，積會 (1)大於1　(2)小於1　(3)等於1　(4)不一定。

二、填填看：

4. 你有一塊黏土，其中 $\frac{3}{7}$ 塊拿來捏動物，$\frac{1}{5}$ 拿來捏植物。請問：

(4)　捏小兔子的黏土占了捏動物的 $\frac{2}{5}$ ，捏小兔子的黏土用了（　　　）塊黏土。

(5)　捏大樹的黏土占了捏植物的 $\frac{3}{7}$ ，捏大樹的黏土用了（　　　）塊黏土。

(6)　捏大樹的黏土多還是捏小兔子的黏土比較多？（　　　）

5. $\frac{7}{11} \times \frac{5}{6} = \frac{(\quad)\times(\quad)}{(\quad)\times(\quad)} = \frac{(\quad)}{(\quad)}$

6. $\frac{5}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{(\quad)\times(\quad)}{(\quad)\times(\quad)} = 1\frac{(\quad)}{(\quad)}$

三、比比看：在□裡填入＞、＜或＝。

6. $\frac{23}{1024}$ □ $\frac{23}{1024} \times \frac{1}{3}$

7. $\frac{4}{5}$ □ $\frac{4}{5} \times \frac{5}{5}$

8. $\frac{33}{11} \times \frac{11}{33}$ □ $\frac{55}{22} \times \frac{22}{55}$

9. $3 \times \frac{2}{11}$ □ 3

10. $\frac{3}{5} \times 1\frac{2}{3}$ □ $\frac{3}{5}$

四、算算看：(每題2分，共8分)

6. 9 × $\frac{2}{3}$ = (　　　)

7. $\frac{3}{11}$ × 7 = (　　　)

8. $\frac{1}{2}$ × $\frac{5}{7}$ = (　　　)

9. $\frac{6}{7}$ × $\frac{21}{2}$ = (　　　)

10. 1 $\frac{2}{3}$ × 2 $\frac{1}{2}$ = (　　　)

五、是非題：

(對的畫○，錯的畫X，並把錯誤原因寫在底線處)

3. (　)1 $\frac{2}{7}$ × $\frac{6}{7}$ = 1 $\frac{12}{49}$

4. (　) $\frac{2}{5}$ × $\frac{1}{3}$ 的意思是將 $\frac{2}{5}$ 平分為三份，並且取其中的1份。

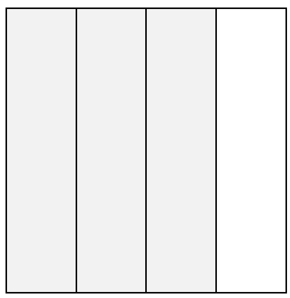
六、把做法和答案記下來：(每題4分，共24分)

5. 一盒蘋果有30顆，爸爸拿走 $\frac{1}{3}$ 盒，媽媽拿走 $\frac{1}{10}$ 盒，共拿走幾顆蘋果？

6. 把一塊披薩平分成16片， $\frac{3}{8}$ 塊披薩和5片披薩相差幾片披薩？

7. 一包餅乾有十片，小中帶了 $\frac{3}{5}$ 包餅乾去郊遊，他吃了帶去餅乾的 $\frac{1}{2}$ ，請問小中吃了多少片餅乾？

8. 媽媽有一塊蛋糕，其中 $\frac{3}{4}$ 切來當點心。小港吃了點心的 $\frac{3}{5}$ ，請問小港吃了多少塊蛋糕？
（請用切割的方式作答，並寫出算式）



附錄三 ARCS 學習動機量表

親愛的同學你好：

本問卷的目的是想瞭解你在學習上的感受與看法，答案沒有對錯的差別，也不列入成績考核中，請根據你自己的真實狀況回答，你所回答的結果不會對外公開，請你放心作答。

共三十五題，分為三頁。請仔細的閱讀，並根據自己的情況，勾選出最符合的答案，記得別遺漏任何一題唷！

祝　學業進步　學習愉快！

個人資料

班級：__________　座號：__________　姓名：____________

作答示範

將最符合你的答案勾選出來

題號	題目內容	選項 非常同意	 同意	 不同意	 非常不同意
1	分數遊戲能讓我對分數的乘法感到有興趣。	☑	☐	☐	☐

非常同意　表示此項敘述與你的情況　非常符合
同意　表示此項敘述與你的情況　符合
不同意　表示此項敘述與你的情況　不符合
非常不同意　表示此項敘述與你的情況　非常不符合

對於以上的說明，如果有問題請舉手，若沒有問題，請開始作答。

題號	題目內容	選項			
		非常同意	同意	不同意	非常不同意
一、Attention （注意）					
1	分數遊戲能讓我對分數的乘法感到有興趣。	☐	☐	☐	☐
2	分數遊戲能引起我的注意。	☐	☐	☐	☐
3	分數的遊戲讓我感到很新奇。	☐	☐	☐	☐
4	和平時上課相比，玩遊戲讓我注意力維持持久。	☐	☐	☐	☐
5	適時的動畫能讓我更專心學習。	☐	☐	☐	☐
二、Relevance （相關）					
1	在分數遊戲中學到的內容有助於我處理分數相關問題。	☐	☐	☐	☐
2	我能將在分數遊戲中學到的內容和我以前學過的東西連貫起來。	☐	☐	☐	☐
3	我很清楚上完這堂課應該要學會哪些知識能力。	☐	☐	☐	☐
4	分數遊戲中舉的例子與我生活相關，使我感到很親切。	☐	☐	☐	☐
5	分數遊戲所學到的知識對我有幫助。	☐	☐	☐	☐
三、Confidence （信心）					
1	分數遊戲的內容對我來說難度剛剛好。	☐	☐	☐	☐
2	我知道如何解決分數遊戲裡遇到的困難。	☐	☐	☐	☐
3	在這兩堂課裡，我覺得我付出的努力和這門課的要求相符合。	☐	☐	☐	☐
4	我有信心我可以學會分數遊戲所教的內容。	☐	☐	☐	☐
5	分數遊戲對我而言很有挑戰性。	☐	☐	☐	☐
四、Satisfaction （滿足）					
1	我很滿意我在分數遊戲裡學到的東西。	☐	☐	☐	☐
2	順利把分數遊戲玩到結局時，我覺得很有成就感。	☐	☐	☐	☐
3	表現比其他同學好時，我覺得很有成就感。	☐	☐	☐	☐
4	玩分數遊戲時讓我覺得時間過得很快。	☐	☐	☐	☐
5	上完這兩節課讓我覺得很開心。	☐	☐	☐	☐

感謝您的作答唷！

附錄四　學習態度問卷

親愛的同學你好：

本問卷的目的是想瞭解你在學習上的感受與看法，答案沒有對錯的差別，也不列入成績考核中，請根據你自己的真實狀況回答，你所回答的結果不會對外公開，請你放心作答。

共三十五題，分為三頁。請仔細的閱讀，並根據自己的情況，勾選出最符合的答案，記得別遺漏任何一題唷！

祝　　學業進步　學習愉快！

個人資料

班級：＿＿＿＿＿＿　座號：＿＿＿＿＿＿　姓名：＿＿＿＿＿＿＿＿

作答示範

將最符合你的答案勾選出來

題號	題目內容	選項：非常同意	同意	不同意	非常不同意
1	分數遊戲能讓我對分數的乘法感到有興趣。	☑	☐	☐	☐

非常同意　表示此項敘述與你的情況　非常符合
同意　　　表示此項敘述與你的情況　符合
不同意　　表示此項敘述與你的情況　不符合
非常不同意　表示此項敘述與你的情況　非常不符合

對於以上的說明，如果有問題請舉手，若沒有問題，請開始作答。

	題 目 內 容	選 項			
		非常同意	同意	不同意	非常不同意
1.	分數遊戲可以幫助我瞭解分數乘法的概念	☐	☐	☐	☐
2.	分數遊戲可以幫助我學會如何回答考卷上的題目	☐	☐	☐	☐
3.	分數遊戲可以幫助我專心思考數學問題	☐	☐	☐	☐
4.	分數遊戲讓我願意花更多時間在學習數學上	☐	☐	☐	☐
5.	分數遊戲讓我覺得學數學可以很好玩	☐	☐	☐	☐
6.	分數遊戲讓我覺得很容易操作使用	☐	☐	☐	☐
7.	分數遊戲讓我感覺到自在	☐	☐	☐	☐
8.	分數遊戲可以自己操作讓我很喜歡	☐	☐	☐	☐
9.	分數遊戲可以讓我願意練習更多數學題目	☐	☐	☐	☐
10.	分數遊戲可以給我立即的答案	☐	☐	☐	☐
11.	分數遊戲可以針對我的答案立即給予解釋	☐	☐	☐	☐
12.	分數遊戲可以協助我修正我的錯誤	☐	☐	☐	☐
13.	分數遊戲的呈現方式可以幫助我了解數學	☐	☐	☐	☐
14.	分數遊戲呈現的數學式子可以幫助我了解數學	☐	☐	☐	☐
15.	未來，我希望數學課可以加入分數遊戲的學習活動	☐	☐	☐	☐

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

____

____

____

____

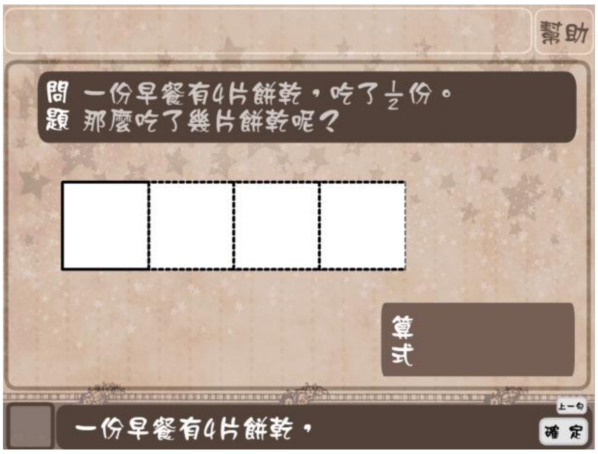
____

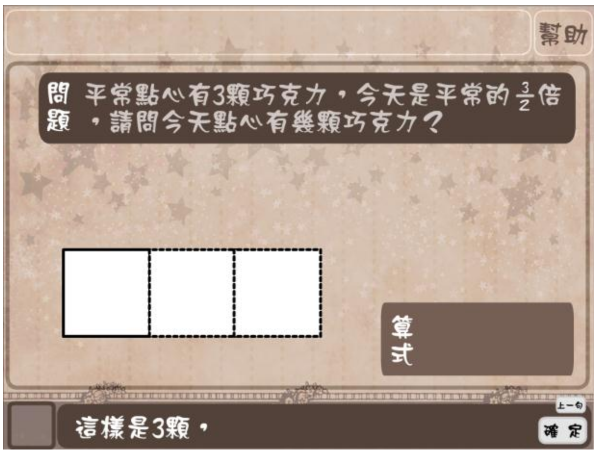
____

問卷到此結束，感謝你的作答！

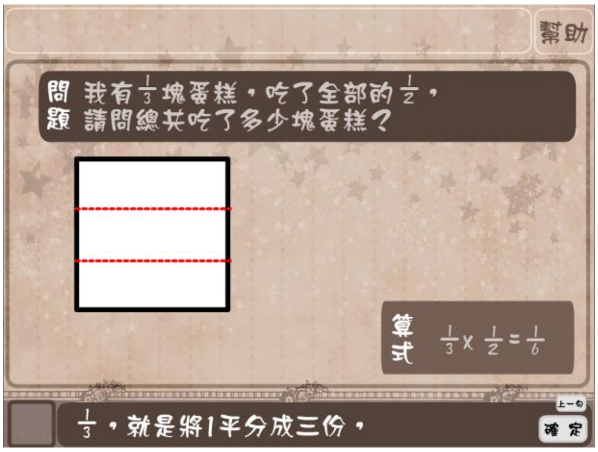
附錄五　分數的乘法 學習單

五年 ___班 座號：___ 姓名：____________

<table>
<tr><td>例題一</td><td>
</td><td>算式：答案：
________________</td></tr>
<tr><td>例題二</td><td>
</td><td>算式：

答案：________________</td></tr>
<tr><td>例題三</td><td>
</td><td>算式：

答案：________________</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>例題四</td><td colspan="2">
</td><td>算式：

答案：__________</td></tr>
<tr><td>挑戰一</td><td>題目是 — x —</td><td colspan="2">算式：

答案：__________</td></tr>
<tr><td>挑戰二</td><td>題目是 — x —</td><td colspan="2">算式：

答案：__________</td></tr>
<tr><td>挑戰三</td><td>題目是 — x —</td><td colspan="2">算式：

答案：__________</td></tr>
<tr><td>挑戰四</td><td>題目是 — x —</td><td colspan="2">算式：

答案：__________</td></tr>
<tr><td>挑戰五</td><td>題目是 — x —</td><td colspan="2">算式：

答案：__________</td></tr>
</table>

附錄六　參與者回饋

01	02
是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 教材很好。	是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 我希望老師可以常常來教我們，做遊戲給我們練習，雖然今天上課很少，可是我特別喜歡老師的這種教學，利用電腦來教我們大家，真辛苦，我也覺得很棒。
03	**04**
是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 我覺得非常好玩	是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 覺得的很好玩
05	**06**
是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 我學這種方式可以讓我增加興趣	是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 我覺得這堂課非常好玩。
07	**08**
是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 我覺得這堂課非常好玩。	是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 希望上數學課都能這樣上課，謝謝大家。
09	**10**
是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 很好玩	是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。 我覺得這兩節課都用電腦上課很好玩。

11

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

希望遊戲的式子可以再多一點。

12

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

分數遊戲 雖然會動腦，
但 我很喜歡。

13

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

如果以後的數學課都可以這樣上，數學以
後一定是我的興趣！

14

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

這個老師讓我非常滿意 希望以後也能在上
他的課。

15

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

這節課讓我對數學很感興趣

16

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

我覺得這幾天很好玩

17

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

我覺得這兩節課很有趣。

18

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

可以多講解內容，讓我們可更深入了解。

19

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

我覺得老師可以參與我們的活動,或可以更活潑,
會更有注意力。

20

是否有什麼想法想要分享呢？請寫下來。

我很喜歡上這節課!