

The Study of Integrating Scratch into Learning Ratio of the Circumference of a Circle to the Diameter and Circumference for Sixth Graders

Chia-Hsuan Lin ^{1,*} and Chien-Chung Huang ²

¹ Tucheng Elementary School, Tainan, Taiwan

² Department of Applied Mathematics, National University of Tainan, Taiwan

Abstract

The purpose of this study was to explore the effects of integrating Scratch into learning ratio of the circumference of a circle to the diameter and circumference on sixth graders' learning achievement and motivation, and to understand the learning experience of students of different levels after Scratch was integrated into mathematics teaching. The research was based on quantitative and qualitative methods data collection and analysis were mainly based on quantitative data, supported with qualitative data. In this study, 50 students from two different sixth-grade classes in an elementary school in Annan District, Tainan City were assigned to either the experimental group or the control group. Scratch was used to integrate into the teaching of ratio of the circumference of a circle to the diameter and circumference for the experimental group and the control group receiving traditional teaching. The study lasted for 6 classes. The content of the textbook was Unit 6 "Ratio of the Circumference of a Circle to the Diameter and Circumference" of the 11th mathematics book published by Kang Hsuan Educational Publishing Group in 108 academic year. Before and after the teaching, the experimental group received the pre-test and post-test of the mathematics learning motivation scale. After the teaching, both groups completed the ratio of the circumference of a circle to the diameter and circumference achievement test. The statistic tools of SPSS 21.0 including descriptive analysis, one-way ANCOVA and paired sample t-test were used to analyze the collected data. Moreover, interviews were conducted for the experimental group to further collect the qualitative data.

The major findings of this study were summarized as follows:

1. The results showed that the sixth graders' performances on the perimeter of a sector was the worst in the ratio of the circumference of a circle to the diameter and circumference achievement test.
2. Comparing integrating Scratch into teaching with traditional teaching, the experimental group performed better than the control group on their ratio of the circumference of a circle to the diameter and circumference achievement test.
3. There are significant differences between the pre-test and post-test of the learning motivation scale after using Scratch in teaching ratio of the circumference of a circle to the diameter and circumference.
4. Students in different levels on the ratio of the circumference of a circle to the diameter and Circumference achievement test affirmed that the integration of

* Corresponding author: mil80t@tn.edu.tw

DOI : 10.3966/222344892021041101006

Scratch into mathematics teaching could improve their learning motivation and mathematics scores.

Keyword: Scratch software, sixth graders, ratio of the circumference of a circle to the diameter and Circumstance, mathematics learning motivation

Scratch 軟體融入國小六年級圓周率與圓周長學習單元對學童的 學習成就之研究

林珈萱*

臺南市立土城國民小學

黃建中

國立臺南大學應用數學系

摘要

本研究旨在探討以 Scratch 融入國小六年級圓周率與圓周長學習單元教學，對學童的學習成就和學習動機之影響，並瞭解不同程度學童在接受 Scratch 融入數學教學後的學習感受。研究者採質量並重之設計進行研究，以量化的測驗資料為主，質性的晤談資料為輔。選取臺南市安南區某國小六年級一個班為實驗班共 25 位學童為研究對象，進行為期 6 節課之 Scratch 融入圓周率與圓周長教學，另一班為對照班共 25 位學童，以傳統講述教學方法進行 6 節課教學，教材內容均為康軒版 108 年第十一冊第六單元圓周率與圓周長單元。在實驗教學前後，實驗班分別接受數學學習動機量表前、後測，再於教學後兩班皆完成圓周率與圓周長成就測驗，研究者將蒐集之資料用 SPSS 21.0 分析資料，進行敘述統計、單因子共變數分析及成對樣本 t 檢定，以量化分析結果比較其差異，亦透過晤談針對實驗班進行質性分析，輔助評估實驗之成就。研究結果如下：

1. 國小六年級學童在圓周率與圓周長單元之成就測驗各項度表現中，有關扇形周長的表現結果最差。
2. 使用 Scratch 軟體融入教學，學童在圓周率與圓周長成就測驗表現優於傳統講述教學法學童的表現。
3. 接受 Scratch 融入圓周率與圓周長教學後，學童在學習動機量表的前後測上有顯著差異。
4. 圓周率與圓周長成就測驗表現不同程度之學童，於晤談感受中皆肯定以 Scratch 融入數學教學，能提高數學學習動機，且認為對數學成績的提升有幫助。

關鍵字：Scratch 軟體、國小六年級、圓周率與圓周長、數學學習動機

壹、前言

世界需要科技，但更需要懂得如何善用科技的人，二十一世紀的教師不僅應具備學科專門領域和教學專業知能，更應具備應用資訊科技提昇學生學習成就的能力(教育部，2008)。運算思維(computational thinking)已成為當代趨勢潮流，每位教師在自己的教學領域上都有建樹，但仍要因應教育環境的改變做出適當的調整，將跨領域的能力與運算思維放入課程中，培養學生有效使用資訊科技深入瞭解學習的內容，並進一步將所學遷移到解決新情境問題(教育部，2016)。因此，應用資訊科技融入教學，促進學童學習成就並提高學習的興趣，成為現今教學現場上的教育工作者需要突破和努力的目標。

幾何是數學知識體系中一個非常重要的分支，是自古以來和生活息息相關的數學概念，常作為藝術、建築、物理和其他科學領域的學習工具。但是傳統的國小數學教育，多半較重視計算領域(林秀瑾、張英傑，2005; Garrett & Davis, 2003)，忽視了幾何(Fey, 1984)，且幾何方面的教學活動也幾乎與課堂外的空間世界沒有聯繫，使學童的幾何學習停留在靜態視覺和操作上的思考，加上對幾何語言的使用尚未熟悉，大部份的學生對圖形間的包含關係只靠記憶與背誦(袁媛，楊子賢，2012)。因此，運用資訊科技提升學童幾何概念的學習成就，透過圖形的動態變化與即時的互動，幫助學童深入幾何的學習，是現今教育工作者的共識。

圓的度量問題是人類對於形狀的認識與探測過程中，由「直」跨入「曲」關鍵的第一步，也是數學思想從「有限」進到「無限」的一次飛躍。圓周率是國小階段第一個無理數，只能經由不斷的實際測量，比較圓周長與直徑的關係，得到一個常數，瞭解圓周率的意義。然而每一次實際測量所存在的誤差，會讓圓周率的值有所不同，使得學童難以理解圓周率常數存在的意義，故教師如何定義出最接近的值，幫助學童理解圓周長與直徑的比較關係，歸納出圓周率的常數，並應用圓周率與圓周長的概念，學習未來的相關單元，對教師而言會是一個極大的挑戰。

綜合上述，研究者為國小資訊課程之教師，希望透過 Scratch 軟體研發圓周率與圓周長的幾何教材，藉由電腦輔助教學的方式，探討以 Scratch 融入國小六年級圓周率與圓周長單元教學與傳統講述教學對學童的學習成就差異，及接受 Scratch 融入教學前後的學習動機之改變，用以評估此教學模式下的效益與實用性，作為將來發展 Scratch 融入數學教學設計之參考。期待利用 Scratch 發展圓周率與圓周長的數位幾何教材，使學童深入理解此單元的幾何概念，為學童營造出更有效率學習幾何的環境，培養學童將所學遷移到未來的相關幾何課程中。

貳、電腦輔助教學理論

一、電腦輔助教學之內涵

電腦輔助教學(Computer Assisted Instruction [CAI])是一種直接運用電腦交談模式(Interactive Mode)來引介教材，並控制個人化教學環境的教學過程(Hicks

& Hyde,1973)。Sipple 和 Sipple (1980) 對電腦輔助教學的定義是：「電腦輔助教學是一種將學生安置在已編寫好的電腦互動模式課程中的教育觀念，電腦依照學習者先前的學習反應，選擇下一個適當的主題或單元，並允許學習者按照自己的學習能力調整進度」。林永吉(1990)也指出：「電腦輔助教學是以電腦作為教學媒體，以協助教師教學，輔助學生學習教材，達到個別化、補救教學或精熟學習的編序教學活動」。陳年興與楊錦潭(2006)認為電腦輔助教學的意義是：在教學中運用電腦及教學媒體等媒介，採用交談模式或互動模式，提供個別化學習環境，由學生依照自己學習能力來調整學習進度，藉以輔助教師提高教學品質的學習軟體教材。

綜合以上所述，在電腦輔助教學過程中，利用電腦的交談或互動功能，協助教師提供個別化教學環境，讓學習者能按照自己的能力調整學習進度，達到個別化教學。

二、電腦輔助教學的理論基礎

電腦輔助教學發展初期以行為主義學習理論為基礎，其概念最早應可追溯至1924年美國心理學家普萊西(Dr. Sidney Pressey)發明自動測驗機(testing machine)開啟教育機械化的時代(溫嘉榮, 1998)。在1950年Skinner利用行為主義反應與增強原理，研究設計出教學機(teaching machine)用來進行編序教學，是近代電腦輔助教學的雛形。到了1960年代，在認知心理學派的興起以及訊息處理理論的研究發展下，提供了電腦輔助教學設計與製作的實徵性理論與原則，學習者的角色漸漸從被動的資訊接受者轉而成為主動積極的學習歷程參與者。與電腦輔助教學相關的理論隨著社會變遷，理論的演進歷程最主要分為以知識內容的系統呈現為主要精神的行為主義與以提供知識探索環境為主體的認知主義，然後再衍生出各種不同的學習理論。

三、電腦輔助教學之相關研究

電腦輔助教學已逐漸普遍化，教師們競相投入相關的教學實驗，國內也有許多關於數學科使用電腦輔助教學的研究。翁詩如(2019)以平板操作和循序漸進之教學設計進行研究，發現學生在圓形和複合圖形面積之學習成就有顯著提升；鄭智方(2014)指出以GSP融入面積教學對國小六年級學童在學習扇形複合圖形面積的成就表現優於傳統講述教學法的學童；陳敏慧(2010)指出用萬用揭示板為教學輔具進行教學比傳統實體教具教學在面積保留、面積量間接比較、面積個別單位比較、乘法簡化點算面各子概念更具立即性與維持性教學成就。

綜合上述，發現使用電腦輔助教學不僅可以提升學生數學學習成就，且學生對於利用電腦輔助教學大都抱持正向及肯定的態度。因此，本研究希望能藉由電腦輔助教學的優點，來輔助國小學童在圓周率與圓周長之教學，以期達到提升數學學習成就及數學學習動機的效果。

參、圓周率與圓周長教材地位分析

依康軒版108年第十一冊第六單元圓周率與圓周長單元數學教材，其九年

一貫數學領域康軒版相關課程安排如表一。

表一 九年一貫數學領域康軒版相關課程

過去	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 國小三年級-第五冊第六單元 <ul style="list-style-type: none"> ● 認識平面圖形的內部、外部與周界。 ● 周長的認識與實測、計算。 ● 透過操作，將簡單圖形切割、重組成另一已知的簡單圖形(面積保留概念與大小比較)。 ➤ 國小四年級-第八冊第七單元 <ul style="list-style-type: none"> ● 能使用中文簡記式，描述矩形的周長與面積。 ● 能用乘法簡化矩形面積的點算。 ➤ 國小五年級-第九冊第四單元。 <ul style="list-style-type: none"> ● 能認識扇形及圓心角。
現在	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 國小六年級-第十一冊第六單元 <ul style="list-style-type: none"> ● 認識圓周率及其意義。 ● 理解並應用圓周長公式，求算圓周長、直徑或半徑。 ● 能求算扇形的周長。
未來	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 國小六年級-第十一冊第七單元 <ul style="list-style-type: none"> ● 能以適當的正方形單位，對曲線圍成的平面區域估算其面積。 ● 能理解圓面積公式，並用中文簡記式表示圓面積。 ● 能應用圓面積公式，計算簡單扇形面積。 ● 能應用圓面積公式，解決複合圖形的面積。 ➤ 國中二年級-第十六冊第二章 <ul style="list-style-type: none"> ● 能認識圓的定義及相關名詞。 ● 能計算圓周長、圓弧長、弓形周長、扇形周長。 ● 能理解扇形計算公式，並利用圓的特性計算扇形面積。 ● 能利用尺規作圓弧、圓周、扇形的複製。 ● 能計算複合平面圖形的周長及面積問題。 ➤ 國中三年級-第十七冊第二章 <ul style="list-style-type: none"> ● 認識點、直線與圓的關係，及兩圓的位置關係。 ● 認識圓心角、圓周角與弦切角。

肆、學習動機理論探討

一、學習動機理論基礎

在心理學上動機(Motivation)通常被認為涉及行為的發端、方向、強度和持續性，是人類最複雜的心理特質。在教育上，為探討學習動機如何使學童維持學習活動，並朝向其學習目標，而發展出許多學派理論，每一學派的論著與強調的層面皆不盡相同。動機理論基礎大致可分為四大學派，分別是強調外在行為因素影響動機的行為主義、認為個體對事物看法會影響動機的認知主義、整合外在行

為與內在認知的社會學習取向，以及將人性成長的內在動力視為動機的人本主義。

二、數學學習動機

學習動機是激勵學童學習的內在因素，學童會因為學習的領域或科目不同，而產生不同的學習動機。本研究為了解學童在數學科的學習動機表現差異，改編蔡執仲、段曉林和靳知勤(2007)的「學生科學動機量表(SMTSL)」，包含六個向度：自我效能(SE)、主動學習策略(ALS)、數學學習價值(MLV)、表現目標導向(PG)、成就目標導向(AG)，以及學習環境誘因(LES)。

三、數學學習動機相關研究

學童對於自己感興趣的事物，會有明確的學習目標，想主動學習其相關內容，而教師不同的教學方法會影響學童的學習動機。因此，為激勵學童的學習動機，研究者將國內有關數學學習動機的研究進行整理。劉誼如(2018)指出運用 PaGamO 遊戲平台對提升國小高年級數學科學習動機具有正向影響；余蕙如(2016)發現實施翻轉教室教學明顯提升了學生的學習興趣，學生自主學習的態度更趨於積極。吳美慧(2014)使用合作學習方式在國小二年級學生數學領域進行教學，全體實驗組學生在數學學習興趣前、後測有顯著差異。

激發學童的學習動機，是學習成敗的關鍵；綜合上述研究發現：數學課室融入活潑、有趣的教學模式之後，皆能效提升學童的學習動機，讓學童對數學有更正向的態度及喜愛。因此研究者選擇將 Scratch 軟體融入數學課堂上，期望能藉此引起學生的興趣及提升數學學習動機。

伍、研究方法

一、研究設計

本研究採採混合方法研究(Mixed Method Studies)(謝志偉, 2007)之「先量後質」的連續性混合研究，以準實驗研究設計，選取選取臺南市安南區某國小六年級一班 25 位學童為實驗班，進行為期六節 Scratch 融入圓周率與圓周長教學，另找同校六年級一班 25 位學童為對照班。於實驗教學前，以 107 學年下學期數學學期總成績為前測，用以確認實驗班與對照班起點行為無明顯差異，並進行數學學習動機量表的前測資料蒐集；於實驗教學後，以圓周率與圓周長成就測驗卷之測驗結果為後測，再實施數學學習動機量表之後測，並將上述結果收集成量化資料，其研究設計如表二、表三所示；為彌補量化資料的不足，輔以半結構式晤談之質性資料，來深入瞭解學童學習感受及學習動機改變的情形，其晤談樣本如表四所示。

表二 實驗教學學習成就表現之研究設計

	前測	實驗處理	後測
實驗班	O ₁	X	O ₃
對照班	O ₂	C	O ₄

前測的 O₁ 和 O₂ 分別為實驗班與對照班之五年級下學期數學總成績。後測的 O₁ 和 O₂ 是實驗班與對照班之圓周率與圓周長成就測驗的總分。實驗期間，實驗

班接受 Scratch 融入圓周率與圓周長單元教學為 X，對照班採傳統講述教學為 C。

表三 數學學習動機研究設計

	前測	實驗處理	後測
實驗班	O ₅	X	O ₆

O₅ 為實驗進行前，實驗班接受數學學習動機量表之前測。實驗期間，實驗班接受 Scratch 融入圓周率與圓周長單元教學為 X。O₆ 是實驗結束後，實驗班接受數學學習動機量表之後測。

表四 半結構式晤談研究樣本之人數分配表

組別	有效樣本數	選取人數	合計
高數學能力組	7 人	2 人	6 人
中數學能力組	11 人	2 人	
低數學能力組	7 人	2 人	
合計	25 人	6 人	

實驗班完成圓周率與圓周長成就測驗後，研究者依有效樣本之學童成就測驗得分表現由高到低依序排列，從最高分向下取 27% 為高數學能力組，從最低分向上取 27% 為低數學能力組，其餘 46% 為中數學能力組。再分別從各組挑選兩名口齒清晰、表達能力強之學童進行半結構式晤談。

二、研究場域

基於時間、人力及物力等多重因素與顧及實驗、調查之便利性，本研究以研究者所任教學校，臺南市安南區 108 學年度之六年級學童為正式研究對象。學校位處臺南市西南面，校內共有 14 個普通班級，學童人數約 200 多名，屬於中型學校。學童家長以工、商、服務業居多，而家長多忙於工作，對學童的教育雖多關心，但較無法協助學童的學習，因此學童的作業多由安親班協助完成，且家長對於課業要求呈現兩極化。

三、研究對象

表五 預試樣本人數表

學校	臺南市安南區某國小
班級	六年級 A 班
男生人數	15
女生人數	14
人數合計	29
無效樣本	0
有效樣本	29

研究者任教學校之六年級僅有兩個班，因此研究者選定鄰近區域背景條件相仿，且數學科授課版本與實驗班級相同之某國民小學六年級隨機挑選一班學童為預試對象，預試樣本人數請見表五。成就測驗的預試測驗時間為 40 分鐘；數學學習動機量表測驗時間為 20 分鐘。本次預測實施目的在於蒐集學童的答題資料，

確立本研究工具之信度與效度，並取得各試題難易度及鑑別度之數據，以做為正式成就測驗修正、刪減之依據。

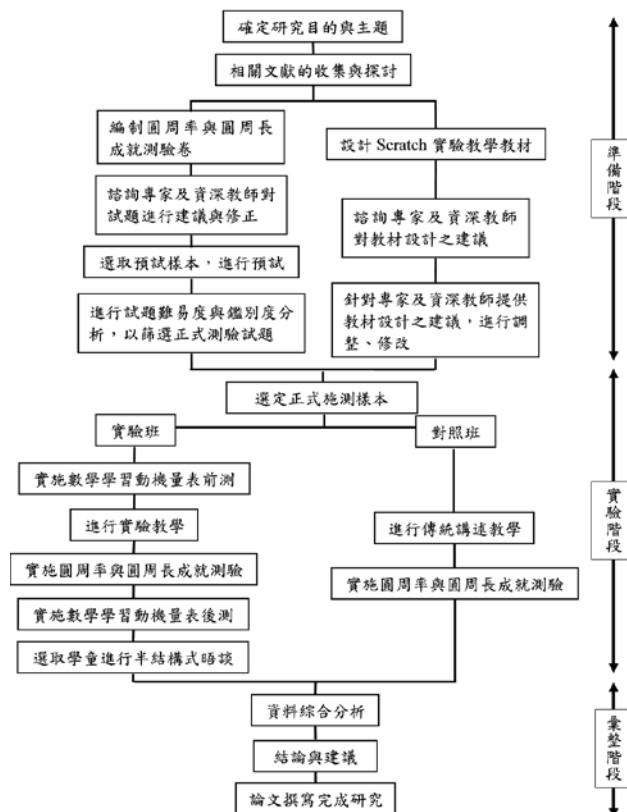
表六 圓周率與圓周長成就測驗正式樣本人數表

學校區域	臺南市安南區某國小		合計
組別	實驗班	對照班	2班
班級人數	26	25	51
男生	15	15	30
女生	11	10	21
無效樣本數	1	0	1
有效樣本數	25	25	50

以研究者任教學校之六年級一班學童共 26 名為實驗班，進行 Scratch 融入圓周率與圓周長教學實驗，其中男生 15 名，女生 11 名；另一班為同校之六年級學童共 25 名為對照班，進行圓周率與圓周長傳統講述教學。以上扣除實驗班 1 名轉學童，共取得有效樣本 50 人，詳細正式樣本請見表六

四、研究流程

本研究的研究流程依序分為準備階段、實驗階段及彙整階段，共三個階段。以下將本研究的實施流程用圖一來說明：



圖一 研究流程圖

五、教學活動設計

研究者於課堂上融入 Scratch 教學，可藉由實際操作軟體內容引起學童對該單元的興趣，或是讓學童能學以致用，嘗試利用 Scratch 設計程式，繪製此單元相關圖形，未來甚至延伸應用於其他幾何單元。

研究者依據教育部於 2008 年所頒布的《國民中小學九年一貫課程綱要-數學學習領域》與康軒版 108 年第十一冊數學科教材，並參考國小六年級的分年細目、能力指標與學習內容，進行圓周率與圓周長單元的 Scratch 教材設計。以下節錄其中一個教學活動來說明實驗處理的教材設計。

(一)圓周率活動的教學設計

依據課本內容，請學童實際測量圓形物品，將其圓周長與直徑記錄在表格上，然後再計算其圓周率。本研究為符合課本的教學目標，因此以 Scratch 設計畫圓動畫，用互動問答的方式，畫出不同大小的圓，然後紀錄觀察直徑、圓周長和圓周率之間的關係。

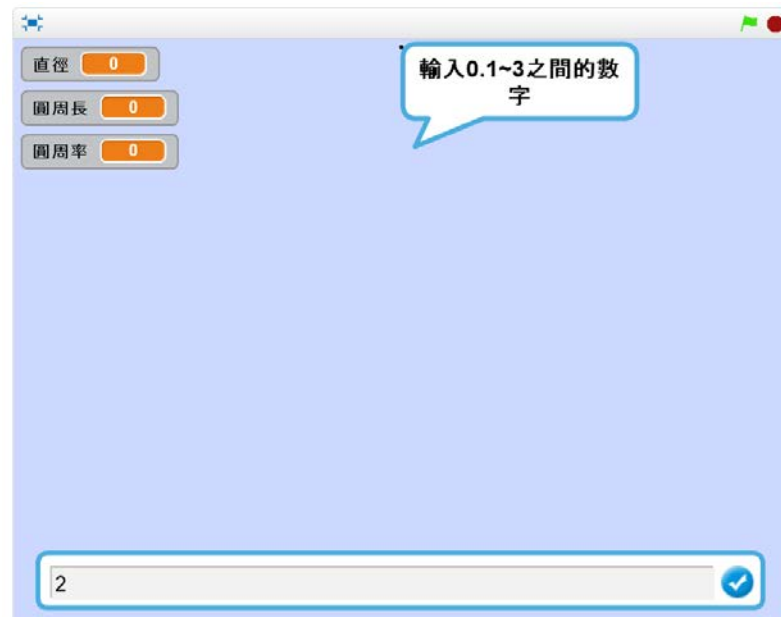
(二)教學流程

1. 教師利用 Scratch 設計互動式動畫，如圖二。讓學童觀察不同大小的圓，其直徑、圓周長和圓周率之間的關係。



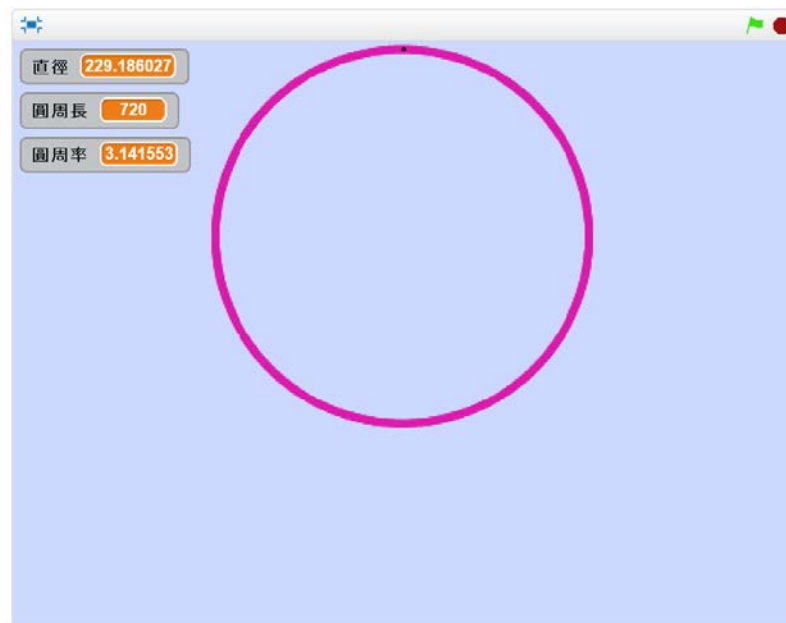
圖二 Scratch 圓的大小與圓周率-1

2. 利用 Scratch 互動問答的功能，請學童輸入範圍為 0.1~3 的數字，如圖三，然後觀察圓的變化。



圖三 Scratch 圓的大小與圓周率-2

3. 請學童將 Scratch 動畫結果的直徑、圓周長和圓周率，如圖四，記錄下來。重複上述步驟數次後，請學童觀察記錄表上的之間，有什麼關係？



圖四 Scratch 圓的大小與圓周率-3

六、研究工具

研究者參考教育部頒布的九年一貫數學學習領域 97 課程綱要、六年級分年細目、康軒版數學課程教材及國內現行數學教材中圓周率與圓周長相關概念的試題，編制成本次實驗教學中圓周率與圓周長成就測驗卷。編制完成後，請校內資深教師與學者專家檢閱試題，提出相關建議，以適度調整修正試題內容，再以鄰近學校之六年級一個班級進行預試，讓本研究工具能更佳完善。

表七 成就測驗卷預試題目之編制細目表

題型	題號
直徑、半徑與圓周長之關係	1、2、3、4、5、6、7、8
圓周長的基本題型	9、10、11、12、20、22、27、28
圓周長的應用題型	17、19、23、24、26
扇形周長的基本題型	13、14、15、16、29
扇形周長的應用題型	18、21、25

本研究工具計分方式為每題一分，答案正確該題得 1 分，答案錯誤該題得 0 分。在施測過程中，監考教師不做任何的引導。

七、信度與效度考驗

研究者將學童預試後的圓周率與圓周長成就測驗卷之成績，以統計軟體 SPSS21.0 進行試題分析，採用 Cronbrach's α 係數作為內部一致性信度，測得的 α 值為 0.93。而 α 值愈大，表示信度愈高，即測驗卷內容愈是穩定，一般來說 Cronbrach's α 值至少要大於 0.5，實務上最佳採取為大於 0.7 以上(Nunnally, 1978)，因此本測驗卷具有不錯之內部一致性信度。

本實驗之測驗卷採專家效度。編制過程諮詢學者專家及多位具有多年教學經驗之國小教師審閱(五、六年級導師共五位)，為此研究工具的內容及架構進行修訂，修正試題語意不清或是更換不適當的題目，藉以獲得較高的專家效度。

八、鑑別度與難易度

鑑別度的分析目的在於確定試題是否能區別出學童能力高低。Hopkins(1998)認為鑑別度.40 以上的題目具有非常優良的鑑別度；鑑別度.30~.39 則是優良的題目；.10~.29 屬於較普通的試題，因此建議保留鑑別度.20 以上的試題。

難度分析主要目的在於確定每一個題目的難易程度。許多的專家學者認為最好的難易度是落在 0.5，但很少有題目可以如此精確符合標準，因此學者 Ahmanan 及 Glock(1981)提出以.40 到.70 之間的難度指標作為選擇標準(引自余民寧，2012)；也有學者認為試題選擇難度指標應介於.20 至.80 的區間內(郭生玉，2012)。本研究之圓周率與圓周長成就測驗預試鑑別度與難易度分析如表八所示。

表八 圓周率與圓周長成就測驗預試鑑別度與難易度分析表

題號	全班 答對人數	難易度 P	鑑別度 D	題目篩選	修正後 題號
1	4	0.13	0.00	刪除	
2	25	0.88	0.25	刪除	
3	22	0.81	0.38	刪除	
4	22	0.75	0.50		1
5	22	0.75	0.50		2
6	21	0.63	0.50		3
7	26	0.81	0.38		4
8	21	0.63	0.75		5

續上頁

9	12	0.31	0.13	刪除	
10	24	0.75	0.50		6
11	22	0.63	0.50		7
12	25	0.88	0.25	刪除	
13	16	0.50	0.75		8
14	11	0.38	0.75		9
15	17	0.50	1.00		10
16	16	0.56	0.88		11
17	24	0.75	0.50		12
18	8	0.38	0.50		13
19	22	0.69	0.38		14
20	24	0.75	0.50		15
21	15	0.56	0.88		16
22	23	0.75	0.50		17
23	7	0.25	0.50		18
24	19	0.56	0.88		19
25	5	0.13	0.25	刪除	
26	18	0.63	0.75		20
27	25	0.81	0.38	刪除	
28	22	0.75	0.25	刪除	
29	14	0.44	0.63		21

本研究預試測驗試題經過試題分析，大多數題目具有良好的鑑別度與難易度，第 1 題難度高且鑑別度不佳；第 2、3、12、27 題雖然鑑別度可以但難度高；第 25 題雖然鑑別度可以但難度高；第 9、28 題雖然難度高但鑑別度不佳，與數學專家討論後予以刪除，此外，第 7 題難度雖低，但為了使試題能充分表達所要測驗的課程內容及學習結果，還是需要保留那些相當容易或是相當困難的試題(陳英豪、吳裕益，2003)，故予以保留至正式施測，其餘 20 題符合鑑別度與難易度一般條件且與實驗教學內容重點相關，皆具保留價值，按專家建議調整部分試題順序而形成正式測驗卷。

九、數學學習動機量表

本研究所採用的數學學習動機量表，是改編蔡執仲、段曉林和勒知勤(2007)的學生科學動機量表(SMTSL)，此量表共分成六個面向，分別為自我效能、主動學習策略、數學學習價值、非表現目標導向、成就目標及學習環境誘因。

表九 數學學習動機量表之向度與計分之分配

向度	計分	題號	分向 α 值
自我效能(SE)	正向	1	.81
	反向	2, 3, 4, 5, 6, 7	
學習策略(ALS)	正向	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	.96
數學學習價值(MLV)	正向	16, 17, 18, 19, 20	.95
非表現目標導向(NPG)	反向	21, 22, 23, 24	.86
成就目標(AG)	正向	25, 26, 27, 28, 29	.89
學習環境誘因(LES)	正向	30, 31, 32, 33,	.80
		34, 35	
總 α 值			.95

改自蔡執仲、段曉林、靳知勤(2007)。巢狀探究教學模式對國二學生理化學學習動機影響之探討。*科學教育學刊*，15(2)，119-144。

為避免地區性和年級的差異，影響此動機量表的信度，因此研究者選定鄰近學校之六年級一班 29 名學童，接受數學學習動機量表預試，測驗時間為 20 分鐘。採用 Cronbrach's α 係數作為內部一致性信度。將測驗結果用統計軟體 SPSS21.0 進行內部一致性分析，測得數學學習動機整體問卷的 α 值為.95，各向度 α 值分別為自我效能(SE).81、主動學習策略(ALS).96、數學學習價值(MLV).95、非表現目標導向(NPG).86、成就目標(AG).89 以及學習環境誘因(LES).80。

Nunnally (1978)認為 Cronbrach's α 值在 0.70 以上為高信度值。此份數學學習動機量表的各向度都在 0.80 以上，因此研究者採用此動機量表全部的內容，做為正式的數學學習動機量表。

十、半結構晤談內容設計

為彌補數學學習動機量化資料的不足，本研究另外設計半結構式開放性晤談，在開放性晤談過程中，學童針對研究者事先擬定的題目進行問答，且讓學童在無心理負擔之情況下，確實說出自己的想法。但晤談資料較傾向個人主觀觀點與心理感受敘述，因此僅供佐證量化資料，不宜過度推論。

晤談進行方式乃從高、中、低分組中，各取 2 名學童進行晤談，每位學童晤談時間約 10 至 15 分鐘，晤談題目共 5 題：

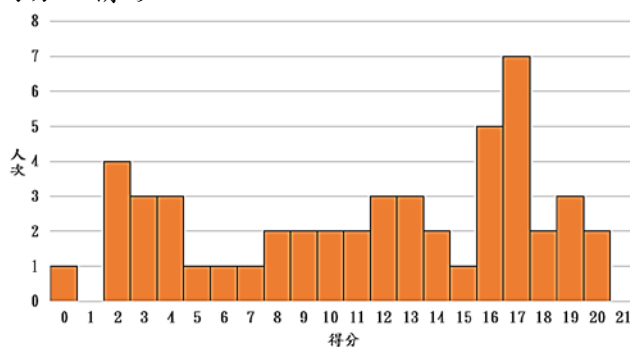
1. 你覺得學習圓周率與圓周長的過程困難嗎？
2. 老師用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習有沒有幫助？
3. 結合 Scratch 上數學課會不會讓你想主動學習數學？
4. 老師用 Scratch 上數學課跟老師用黑板、粉筆和課本上數學課，哪一種方式比較有趣？
5. 你覺得用 Scratch 的方式上數學課，對你的數學成績有沒有幫助？
- 6.

陸、結果分析與討論

一、國小六年級學童圓周率與圓周長單元學習成就

(一)全部受試者測驗結果

本次施測之有效樣本共 50 人，將學生之測驗成績進行描述性統計分析，平均數為 11.46，標準差 5.99，最高得分 20 分，最低得分 0 分。下圖為總樣本於成就測驗表現得分的分配情形。



圖五 總樣本於成就測驗之得分分配圖

本研究將圓周率與圓周長單元分成五個向度，包含：直徑、半徑與圓周長之關係、圓周長的基本題型、圓周長的應用題型、扇形周長的基本題型、扇形周長的應用題型。全部受試者在以上五個向度之測驗表現如表十所示：

表十 總樣本成就測驗之各向度表現描述性統計

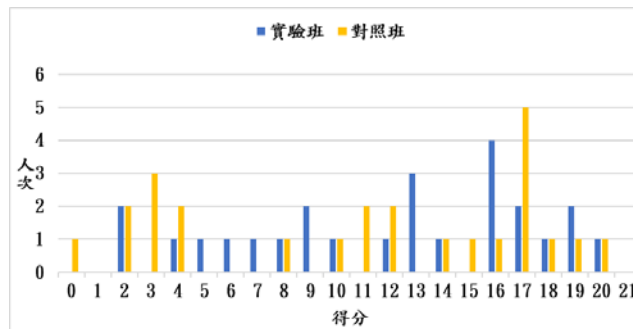
	總分	平均數	標準差	答對率
直徑、半徑與圓周長之關係	5	3.14	1.59	63%
圓周長的基本題型	4	2.80	1.43	70%
圓周長的應用題型	5	2.80	1.48	56%
扇形周長的基本題型	5	1.96	1.92	39%
扇形周長的應用題型	2	0.78	0.76	39%

由表十可知，全部受試者在圓周率與圓周長成就測驗結果五個向度之中，以「圓周長的基本題型」的答題正確率為 70%，為測驗表現表現最佳項度，而在「扇形周長的基本題型」與「扇形周長的應用題型」的答題正確率皆為 39%，為此測驗表現較不理想的向度。

(二)實驗班、對照班測驗結果

實驗班與對照班樣本在圓周率與圓周長成就測驗的得分分布情形，如圖六所示。實驗班測驗結果以總得分 16 分的人次最多，人數有 4 人，無滿分 21 分者，得分未達 13 分的占實驗班樣本之 44%，另實驗班樣本之 56% 則集中在 13 分以上；對照班測驗結果以總得分 17 分的人次最多，人數有 5 人，無滿分 21 分者，

得分未達 13 分的占對照班樣本之 56%，另對照班樣本 44% 樣本則集中在 13 分以上。



圖六 實驗班與對照班於成就測驗之得分分配圖

二、圓周率與圓周長成就測驗差異結果分析

(一) 組內迴歸係數同質性考驗：

研究者以五年級下學期數學總成績作為前測，並以此為共變項，班級為自變項，教學實驗後再施予圓周率與圓周長成就測驗總分作為後測，並以此為依變項，進行單因子共變數分析；在同質性檢定方面，如表十一所示，組內迴歸係數同質性考驗結果(班級*前測) p 值為 $.062 > .05$ ，即未達顯著水準，表示實驗班與對照班在圓周率與圓周長成就測驗總分之迴歸係數是同質的，亦即共變項(前測)與依變項(後測)間的關係不會因自變項(班級)的不同而有所差異，故可繼續進行共變數分析。

表十一 圓周率與圓周長成就測驗之迴歸係數同質性檢定 ($N=50$)

來源	型 III 平方和	df	平均平方和	顯著性
班級	86.852	1	86.852	.015
前測	1141.207	1	1141.207	.000
班級 * 前測	49.783	1	49.783	.062
誤差	623.503	46	13.554	

(二) 單因子共變數分析

因自變項(班級)有兩班，比較其調整後的平均數得知，如表十二所示，實驗班在圓周率與圓周長成就測驗平均得分(調整後的平均數為 13.435)高於對照班(調整後的平均數為 9.405)。

表十二 圓周率與圓周長成就測驗調整後之敘述統計結果 ($N=50$)

班級	調整後平均數	標準誤差	95% 信賴區間	
			下界	上界
實驗班	13.435	.776	11.875	14.996
對照班	9.405	.776	7.844	10.965

接著進行共變數分析，分析結果如表十三所示。在排除共變項(前測)對依變項(後測)的影響力後，自變項(班級)對依變(後測)項造成的實驗處理，結果測得 p

值為 $.001 < .05$ ，顯示達顯著水準，表示圓周率與圓周長成就測驗會因受試樣本所接受的教學法不同，而有顯著的差異存在。因此 Scratch 融入圓周率與圓周長單元教學與傳統講述教學對國小六年級學童的學習成就上，有顯著差異。

表十三 圓周率與圓周長成就測驗之共變數分析

來源	型 III 平方和	自由度	F檢定	顯著性
前測	1094.314	1	76.391	.000
班級	184.727	1	12.895	.001
誤差	673.286	47		

本研究結果實驗班之學習成就後測總成績優於對照班且達顯著差異，與文獻(翁詩茹，2019；鄭智方，2014；施保成，2011；陳敏慧，2010；程柏豪，2006；邱俊宏，2004)相符，邱俊宏(2004)以多媒體電腦輔助教學對國小學童在線對稱圖形的數學成就表現有顯著差異，電腦輔助教學組的學習成就後測顯著高於一般教學組。程柏豪(2006)在資訊科技融入國小數學科教學效益之研究-以國小五年級體積與表面積為例研究中，結果顯示實驗組學童學習成就優於控制組學童。施保成(2011)以3D電腦輔助設計軟體Google SketchUp 融入國小複合形體表面積進行教學，實驗組學生在教學處理後，學習成就的立即成就與保留成就顯著高於控制組。

三、學童接受Scratch融入圓周率與圓周長單元教學前、後學習動機差異結果分析

(一)成對樣本t檢定

為了解實驗班樣本在數學學習動機量表前測與後測的差異，進行成對樣本t檢定分析，如表十四所示，由分析結果可得知，實驗班後測的平均數140.12高於前測平均數133.96，顯著性(雙尾)的結果 $< .05$ ，顯示數學學習動機達到顯著水準，代表使用Scratch融入教學後，對國小六年級學童的數學學習動機有顯著差異。

表十四 學童數學學習動機量表之成對樣本t檢定

	平均數	標準差	人數	t	P
前測	133.96	16.88	25	-4.057	.000
後測	140.12	18.85	25		

本研究結果實驗班之數學學習動機量表前、後測達顯著差異與文獻(劉誼如，2018；余蕙如，2016；吳美慧，2014；鄭昶暉，2013；蔡育陞，2012；陳彥君，2010；陳珽名，2006)相符，陳珽名(2006)「問題本位學習」教學模式對國小五年級學生數學科學習動機、學習態度與學習成就之影響，研究結果顯示接受PBL教學與接受一般教學的學生在數學學習動機有顯著差異。陳彥君(2010)互動式電子白板融入數學領域對國小高年級學生學習動機與成就之研究結果，顯示接受互動式電子白板融入數學領域的學生在學習動機表現優於對照組學生。蔡育陞(2012)將ARCS動機學習策略融入數學補救教學探討學生學習動機與學習成就之行動研究，能明顯影響學生學習動機的提升。鄭昶暉(2013)學習環教學模式對國小三年級學生數學學習態度、數學學習動機與數學學習成就的影響，結果顯示學習環教學模式可以提升國小三年級學生的數學學習動機。

綜合以上所述，以 Scratch 軟體作為電腦輔助教學之教材，融入數學圓周率與圓周長單元進行教學，使教師的課堂教學能引發學習者的興趣及提高數學學習動機。

四、國小六年級學童接受 Scratch 融入圓周率與圓周長單元教學的學習感受

研究者在 Scratch 融入圓周率與圓周長單元之實驗教學結束後，依據成就測驗結果的總分，將學童由高到低依序排列，分成高數學能力組、中數學能力組和低數學能力組，再分別挑選兩名口齒較清晰、表達能力強之學童進行晤談。晤談內容中，以 T 代表研究者，H1、H2 代表高數學能力組之學童，M1、M2 代表中數學能力組之學童，L1、L2 代表低數學能力組之學童。

晤談內容：

1. 你覺得學習圓周率與圓周長的過程困難嗎？

T：你覺得學習圓周率與圓周長的過程困難嗎？

H1：不會

T：為什麼？

H1：我也不知道，就覺得很簡單

T：就覺得簡單，但也知道為什麼？

H1：嗯

T：你覺得學習圓周率與圓周長的過程困難嗎？

H2：困難

T：為什麼？

H2：要背那麼多東西

T：背那麼多東西的意思是什麼？不是就只有一個概念嗎？還是你的意思是算法？

H2：算法

T：所以是複合式圖形的算法？

H2：對

T：所以你覺得複合式圖形很難，可是像測驗卷上的這些題目很難嗎？

H2：不會

T：你覺得學習圓周率與圓周長的過程困難嗎？

M1：有一點

T：有一點的地方在哪裡？

M1：就是這個圖形如果是星形的就會算不出來

T：所以你的困難的地方也是在複合圖形嗎？

M1：嗯

T：如果像是這種基礎的圖形會覺得困難嗎？

M1：不會

T：你覺得學習圓周率與圓周長的過程困難嗎？

M2：還好

T：為什麼？

M2：只要算週長，有比較困難的圖形就是看不懂，就把它的邊移一下就好，利用扇形的那個..

T：比較難的是複雜的邊，然後概念的話不會很難？

M2：對

T：我在數學課教的圓周率與圓周長，你覺得這個單元會很難學嗎？

L1：不會

T：那你為什麼覺得不會

L1：因為他只要背公式就好

T：那你公式會不會跟其他的公式搞混

L1：(搖頭)因為它有應該要被背的

T：所以用的時候你不會跟圓面積搞混嗎？

L1：不會

T：你覺得圓周率與圓周長這個單元，學起來很難嗎？

L2：只要背的好就好

T：意思是只要背得好，會用就不會很難？

L2：對

由晤談可得知，不論是高數學能力組、中數學能力組或低數學能力組皆認為學習圓周率與圓周長單元的基礎概念不會感到困難，但遇到複雜的圖形時，高數學能力組和中數學能力組都有一位學童感到困難。

2. 老師用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習有沒有幫助？

T：老師用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習有沒有幫助？

H1：有

T：有幫助的地方是什麼？

H1：會讓我比較...更喜歡數學

T：會讓你喜歡數學，所以用 Scratch 上是有幫助？

H1：就是很有趣

T：所以有幫助的原因是很有趣？

H1：嗯

T：用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習有沒有幫助？

H2：有吧

T：原因是？

H2：你用電腦上課，而且在電腦課有學過 Scratch

T: 因為有用到電腦，而且那個在電腦教室有學過，所以再用 Scratch 上課的時候，會比較容易？

H2: 容易懂

T: 容易懂那個概念？

H2: 對

T: 老師用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習有沒有幫助？

M1: (點頭)

T: 可以告訴我原因嗎？

M1: 用 Scratch 去上，可能讓我比較容易理解

T: 用 Scratch 去配合圖形，所以比較容易理解？

M1: 嗯

T: 所以在概念上就會比較清楚，所以這種基礎式的(指著測驗卷)就會比較會？

M1: (點頭)

T: 你覺得用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習概念上，有沒有幫助？

M2: 有

T: 你可以描述一下，在你哪裡有？

M2: 如果用一般上課方式在黑板畫沒有那麼精準，可是用機器做，就是可以知道比較精準

T: 所以用 Scratch 可以讓你了解圓周率跟圓周長計算的由來，讓你比較有概念？

M2: 對

T: 你覺得老師用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習有幫助嗎？

L1: 有，公式不會搞混

T: 所以有比較容易背公式嗎？

L1: 有比較容易

T: 所以會比較清楚它的概念？

L1: 對

T: 你覺得老師用 Scratch 上圓周率與圓周長單元對你的學習有幫助嗎？

L2: 有

T: 可以舉例嗎？

L2: 比較不會錯

T: 比較不會錯的原因是什麼？

L2: 就是在題目讀完比較容易看得懂

在晤談中得知，三組學童都認為使用 Scratch 進行教學，對他們的學習圓周率與圓周長單元是有幫助的，其中有五位學童皆認為使用 Scratch 後，他們能理解圖形的變化，

讓他們容易懂圓周率與圓周長的概念。高數學能力組的一位學童則認為使用 Scratch 上課，能幫助他提高對數學的興趣。

3. 結合 Scratch 上數學課會不會讓你想主動學習數學？

T：結合 Scratch 上數學課會不會讓你想主動學習數學？

H1：會

T：原因是？

H1：不知道

T：也是不知道，但你覺得會？

H1：嗯

T：結合 Scratch 上數學課會不會讓你想主動學習數學？

H2：應該是不會吧

T：原因

H2：因為我就討厭數學

T：本身就討厭數學，所以不會因為上課方式改變，而主動學

H2：對

T：那會讓你主動學數學的原因？

H2：比較簡單

T：簡單就會想學，比較難就不會想學？

H2：不是不會想學，就還是會學，可是就很懶得算

T：因為懶得算，就不會主動去學？

H2：對

T：結合 Scratch 上數學課會不會讓你想主動學習數學？

M1：還好

T：沒有意見，原因是？

M1：...

T：講不出來？就是覺得還好？

M1：(點頭)

T：有什麼原因會讓你主動想學數學？

M1：沒有

T：都沒有，所以本身對學習是普通？

M1：嗯

T：會有哪一科會讓你學更多？

M1：社會，可以知道很多歷史

T：所以這是個人偏好的問題

M1：嗯

T: 那使用 Scratch 上數學課會讓你想主動學數學嗎?

M2: 會

T: 原因是?

M2: 我比較喜歡玩電腦, 因為你用電腦上...我會比較喜歡用電腦上的方式

T: 你會比較喜歡是因為你喜歡電腦, 用電腦相關的方式上, 你會比較喜歡?

M2: 對

T: 跟平時上課方法比較起來, 用 Scratch 去教你跟會讓你比較想要再去了解這個單元嗎?

L1: 會

T: 如果以後有些比較容易用 Scratch 教的數學, 你會比較想要主動學數學嗎?

L1: 嗯(點頭)

T: 原因是?

L1: 會好奇用 Scratch 教的數學

T: 所以好奇會讓你學主動數學?

L1: (點頭)

T: 用 Scratch 的方式上課會不會讓你主動想學數學

L2: 還是有點中間

T: 中間就是沒有意見的意思, 為什麼會沒有意見?

L2: 我覺得數學很難, 學不會就放棄, 但是學得會, 會繼續

T: 所以不會因為用什麼方式教, 而讓你主動去學數學嗎?

L2: 對

T: 那用 Scratch 上課會讓你放棄嗎?

L2: 不會

從晤談得知, 三組學童中, 各有一位學童表示使用 Scratch 上數學課, 會主動學習數學, 其他三位學童, 則因個人喜好, 對使用 Scratch 上數學課的態度是中立或沒意見。

4. 老師用 Scratch 上數學課跟老師用黑板、粉筆和課本上數學課, 哪一種方式比較有趣?

T: 用 Scratch 上數學課跟老師用黑板、粉筆和課本上數學課, 哪一種方式比較有趣?

H1: 比較有趣的...用 Scratch 的方法

T: 因為你連續三題都是同意用 Scratch, 可是你沒辦法講清楚為什麼比較有趣, 那你可以試著描述為什麼比較有趣嗎?

H1: 就是跟一般的老師在教的方法比較不一樣

T: 所以會吸引你

H1: 對

T: 然後有趣的地方?

H1: ...

T: 沒關係試著講講看?

H1：它跟一般的方法不一樣，然後最後會吸引我想要去看那個，是在用數學要幹嘛的

T：所以有趣的方式是因為它吸引你，你就會想進一步去了解 Scratch 在數學課到底可以怎麼用

H1：嗯

T：Scratch 會不會因為你電腦課有學，所以數學課在用的時候，也會比較吸引你

H1：會

T：因為電腦課有教，然後數學課在用，你覺得很神奇？

H1：對

T：老師用 Scratch 上數學課跟老師用黑板、粉筆和課本上數學課，哪一種方式比較有趣？

H2：當然是 Scratch

T：那原因？

H2：跟前面講得一樣，因為用電腦上課

T：老師用 Scratch 上數學課跟老師用黑板、粉筆和課本上數學課，哪一種方式比較有趣？

M1：Scratch

T：原因呢？

M1：...

T：也講不出來，那你可以告訴我，為什麼用黑板粉筆會不有趣？

M1：...

T：也不知道但是就是覺得 Scratch 比較有趣

M1：(點頭)

T：用 Scratch 上數學課跟老師平時用黑板、粉筆和課本上數學課，哪一種方式比較有趣？

M2：那個 Scratch

T：比較有趣的原因是？

M2：因為用在黑板畫，就是只能在黑板跟你講，可是你 Scratch 是圖形畫圓會比較清楚

T：用 Scratch 的方式上數學課，跟老師只用黑白粉筆講解的數學課，這兩種方式你比較喜歡哪一種？

L1：老師在黑板上課

T：原因是什麼？

L1：老師會在黑板上寫得更清楚

T：那有趣程度呢？用 Scratch 跟用黑板上課比較

L1：Scratch 比較有趣

T: 所以你認為 Scratch 是有趣的，但可能有些列式沒有寫在旁邊，是因為覺得老師教的不夠清楚？

L1: (點頭)

T: 可是如果當時過程列式有寫出來，讓過程變得更清楚，你還是會選擇用黑板上課嗎？

L1: 用 Scratch 上課

T: 現在上課方式有兩種，一種是 Scratch 配合數學課來上課，另外一種是平時上課用黑板、粉筆和課本來上課，你覺得這兩種上課哪一種會比較有趣？

L2: Scratch

T: 原因是？

L2: 比較容易吸引我想要去看

T: 因為 Scratch 做的過程或者是概念比較容易吸引你，所以你覺得有趣

L2: 嗯

經過晤談分析後，六位學童中，有兩位學童都認為用 Scratch 上課比較吸引人，高數學能力的一位學童覺得電腦課的軟體用在數學課上很神奇，中數學能力的學童覺得用 Scratch 上課比較有趣，認為用 Scratch 畫圖得到的概念比較清楚，低分組學童則表示若 Scratch 列式過程能更清楚，也會選擇使用 Scratch 上數學課。所以三組學童皆認為使用 Scratch 教學比傳統上課方式更有學習動機。

5. 你覺得用 Scratch 的方式上數學課，對你的數學成績有沒有幫助？

T: 用 Scratch 的方式上數學課，你覺得對數學成績有影響嗎？

H1: 有吧

T: 為什麼？

H1: 就是那個程式吸引我，讓我想學數學，然後去學數學之後，會比較專注去學，所以可能就會比較有幫助

T: 你覺得有幫助的原因是因為 Scratch 吸引你，然後就會專心去主動學，你就會覺得比其他時候上數學課更專心了

H1: 對

T: 所以就學得比較好，是這樣嗎？

H1: 對

T: 你覺得用 Scratch 的方式上數學課，對你的數學成績有沒有幫助？

H2: 跟平常一樣，因為我成績都已經在八九十分，從以前到現在都已經八九十分了

T: 那如果用這個再結合其他還是會是八九十分嗎？

H2: 不一定，因為數學本來就是我的強科

T: 你覺得用 Scratch 的方式上數學課，對你的數學變好一點？

M1: 會

T: 原因是？

M1：…

T：是基本概念懂了就會，還是你也不清楚，但是就是覺得會？

M1：嗯

T：你覺得用 Scratch 的方式上數學課，對你的數學成績有沒有幫助？

M2：可能比較好，但其實都一樣

T：你覺得都一樣的原因是什麼？

M2：…

T：是因為看不懂還是都是算錯比較多？

M2：看不懂就是不知道該怎麼辦

T：你說複合式的圖形？

M2：對

T：因為我的測驗卷的題目都是比較單純的，如果是出比較單純的圖形，類似這種題目（指著成就測驗卷）就沒有問題？

M2：對

T：所以單純概念的題目沒有問題，比較有問題的是複合式圖形？

M2：對

T：所以你覺得都一樣是因為在複雜的圖形看不懂？

M2：對

T：但簡單的基礎概念都會

M2：（點頭）

T：針對這個單元，使用 Scratch 之後，你覺得你的成績有比較滿意一點嗎？

L1：有

T：所以跟其他單元比較，沒有用 Scratch 會比較不好，還是你覺得差不多？

L1：差不多，但會比較多

T：你覺得用 Scratch 的方式上數學課，對你的數學這個單元成績有沒有幫助？

L2：有…比較有觀念

T：扣除計算錯誤的部分呢？

L2：比較會對

T：因為你覺得用 Scratch 上課會讓你比較有觀念，然後題目也會對比較多，所以覺得有幫助？

L2：嗯

接受晤談的六位學童中，低數學能力的學童都表示用 Scratch 上課能幫助數學成績的提升，且高數學能力組和中數學能力組，也各有一位學童也認為用 Scratch 上課能提升數學成績。整體部分來看，大多學童都認為用 Scratch 上課對數學成績的提升是有幫助的。

綜合上述晤談結果，研究者發現學童對於用 Scratch 上數學課都表示認同及肯定的，他們認為用 Scratch 上數學課比傳統的上課方式更加有趣，提高了學習數學的興趣與動機，且大多數的學童認為此教學法可以提升學習效果，幫助理解圓周率與圓周長的概念。總括來說，學童的學習感受皆肯定以 Scratch 融入數學教學，能提高學習數學的動機，且認為對數學成績有幫助的。

柒、結論與建議

一、結論

- (一)國小六年級學童在圓周長與圓周率單元之成就測驗各項度表現中，有關扇形周長的表現結果最差。
- (二)使用 Scratch 軟體融入教學，學童在圓周長與圓周率成就測驗表現優於傳統講述教學法學童的表現。
- (三)接受 Scratch 融入圓周長與圓周率教學後，學童在學習動機量表的前後測上有顯著差異。
- (四)圓周長與圓周率成就測驗表現不同程度之學童，於晤談感受中皆肯定以 Scratch 融入數學教學，能提高數學學習動機，且認為對數學成績的提升有幫助。

二、建議

(一)教學上的建議

1. Scratch 軟體是程式語言，對於資訊能力較不足的教師而言，進行教材的製作可能會造成其負擔。因此建議教師能利用教師專業社群共同備課，發展圓周率與圓周長單元的 Scratch 教材，並熟悉軟體使用及操作，以提升課程教學的流暢度。
2. 在使用 Scratch 軟體融入數學教學前，要先確認學童對 Scratch 的使用經驗，對其軟體的基本操作是否熟悉，建議將圓周率與圓周長單元中的先備知識教材，讓學童在課前預習使用，除了複習舊經驗外，還能提前熟悉 Scratch 的教材操作。
3. 使用 Scratch 軟體進行教學時，需注意虛擬教具與實體教具的搭配使用的時機，除了能提升教學流暢度外，還能強化學童瞭解數學幾何的抽象概念，例如：先拿繩子請學生套量圓形物體並記錄，再用 Scratch 動畫展示圓周率和圓周長的關係，然後在黑板將其關係所產生的公式記錄下來，加強學生對圓周率和圓周長的概念。
4. 為了避免教材題型變化少而感到內容疲乏，建議在師生互動部分，可利用可觸控的大電視或電子白板等多媒體，讓學童進行小組競合活動，針對課程概念進行互動，以維持學童的學習興趣與動機。
5. 本研究過程僅從課堂上的學習表現看到學習成就與學習動機，因研究時間的關係，未能依據測驗結果進行相關補救教學，例如：測驗結果發現六年級學童扇形周長的學習表現最差，卻未能延續改善後的 Scratch 教材，進行

補救教學的學習表現之研究，建議未來教學能透過學童的學習表現結果，修正 Scratch 教材之設計，採取滾動式修正方式，強化學童學習的盲點，例如：利用 Scratch 設計教材強化計算的步驟，使學童計算扇形周長時，能習慣先算出弧長，再將兩邊半徑度相加，計算出正確的扇形周長。

(二)未來研究上的建議

1. 本研究僅選取臺南市安南區某國小六年級學童為研究樣本，在區域性的限制與施測人數有限的情況下，量化實驗分析代表性不足，無法進行廣泛的推論。建議未來進行相關研究時，可以增加施測人數，將樣本的蒐集擴大至其他區域，得到更精確的量化結果。
2. 依據晤談結果發現以 Scratch 軟體融入教學，能提高學童的學習興趣，幫助數學幾何的理解。本研究僅設計圓周率與圓周長之課程相關教材，未來研究可以將內容擴大，針對圓的能力指標，進行單元的前後統整，用以分析學童過去的學習概況，進而瞭解現在的學習成就；或是將 Scratch 應用延伸到其他的幾何概念，例如：幾何建置、幾何形體之操作或幾何形體之解題等，瞭解 Scratch 軟體融入教學對不同單元的教學效益。
3. 本研究教學時數為六堂課的時間，對 Scratch 軟體輔助教學的教學研究實驗較短，且研究上需配合學校課程進度，影響教材的呈現和教學進度的安排，導致學童對教學法的適應期十分短暫，所以學童在解題計算的熟練部分較為不足。建議未來可以規劃長時間使用 Scratch 軟體輔助教學，讓學童能習慣新的教學模式，並熟悉教師所設計的教材，再來進行與傳統講述教學的研究比較，或許在學習成就與學習動機上的表現，有更好的實驗效果。

捌、參考文獻

- [1] 余民寧 (2012)。教育測驗與評量：成就測驗與教學評量 (第三版)。臺北市：心理。
- [2] 余蕙如 (2016)。翻轉教室自主學習在小學四年級整數四則計算教學之研究。國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系(含數學教育碩士班)碩士論文，未出版，臺北市。
- [3] 吳美慧 (2014)。合作學習對國小二年級學生數學領域學習成效影響之研究。國立臺中教育大學教育學系課程與教學碩士班碩士論文，未出版，臺中市。
- [4] 林永吉 (1990)。師鐸電腦輔助教學編輯系統 CAITool。臺北：松崗。
- [5] 林秀瑾、張英傑 (2005)。台灣地區三十年來國編版小學幾何教材內容範圍分析研究。國立臺北教育大學學報，18 (2)，65-92。
- [6] 邱俊宏 (2004)。多媒體電腦輔助教學對國小學童學習線對稱圖形成效之研究。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東縣。
- [7] 施保成 (2011)。以 3D 電腦輔助設計軟體 Google SketchUp 融入國小複合形體表面積教學對學生數學學習成效之研究。國立臺灣師範大學資訊教育學系在職進修碩士班碩士論文，未出版，臺北市。

- [8] 郭生玉(2012)。心理與教育研究法：量化、質性與混合研究方法。臺北市：精華書局。
- [9] 教育部(2008)。中小學資訊教育白皮書。2010年1月5日，取自：
www.edu.tw/files/site_content/B0010/97-100year.pdf
- [10] 教育部(2008)。國民中小學九年一貫課程綱要—數學學習領域。2014年7月。
取自：http://teach.eje.edu.tw/data/files/class_rules/math.pdf
- [11] 教育部(2016)。2016-2020 資訊教育總藍圖。2016年5月1日，取自：
<https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/46563/65ebb64a-683c-4f7a-bcf0-325113ddb436.pdf>
- [12] 陳珏名(2006)。「問題本位學習」教學模式對國小五年級學生數學科學習動機、學習態度與學習成就之影響。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- [13] 陳彥君(2010)。互動式電子白板融入數學領域對國小高年級學生學習動機與成效之研究。國立臺南大學教育學系課程與教學碩士班碩士論文，未出版，臺南市。
- [14] 陳英豪、吳裕益(2003)。測驗與評量。高雄：復文。
- [15] 陳敏慧(2010)。以萬用揭示板為教學輔具探討國小三年級面積概念教學成效。中原大學教育研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- [16] 袁媛、楊子賢(2012)。動態幾何軟體融入平行四邊形教學模式成效之探討。科學教育研究與發展季刊，64，77~104。
- [17] 翁詩茹(2019)。平板融入國小圓面積情境式數位遊戲之教學內容設計與評估。國立清華大學學習科學研究所碩士論文，未出版，新竹市。陳年興、楊錦潭(2006)。數位學習理論與實務。臺北：博碩文化。
- [18] 程柏豪(2006)。資訊科技融入國小數學科教學效益之研究-以國小五年級體積與表面積為例。國立臺中教育大學數學教育學系碩士論文，未出版，臺中市。
- [19] 溫嘉榮(1998)。多媒體電腦輔助學習理論模式實徵研究。高雄師大學報，9，263-287。
- [20] 蔡育陞(2012)。將 ARCS 動機學習策略融入數學補救教學探討學生學習動機與學習成就之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化縣。
- [21] 蔡執仲、段曉林、靳知勤(2007)。巢狀探究教學模式對國二學生理化學習動機影響之探討。科學教育學刊，15(2)，119-144。
- [22] 劉誼如(2018)。運用 PaGamO 遊戲平台提升國小高年級生數學科學習動機與學習成效之研究。中華大學科技管理學系碩士論文，未出版，新竹市。
- [23] 鄭昶暉(2013)。學習環教學模式對國小三年級學生數學學習態度、數學學習動機與數學學習成就的影響。國立臺灣海洋大學教育研究所碩士論文，未出版，基隆市。
- [24] 鄭智方(2014)。以 GSP 融入面積教學對國小六年級學童學習扇形複合圖形面積之成效。國立臺南大學應用數學系碩士班碩士論文，未出版，臺南市。

- [25] 謝志偉 (2007)。教育研究典範的未來趨勢混合方法論介紹。屏東教育大學學報，26，175-194。
- [26] Fey, J. T. (1984). Computing and mathematics: The impact on secondary school curricula. Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematic.
- [27] Garrett, A. W., & Davis, Jr, O. L. (2003). A time of uncertainty and change : School mathematics from world war II until the new math. In G. M. A. Stanic & J. Kilpatrick (Eds.), A history of school mathematics Vol. 1, (pp. 493-519) Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- [28] Hicks, B., & Hyde, D. (1973) . Teaching about CAI. Journal of teacher Education, 24(2), 120-125.
- [29] Hopkins, K. D. (1998). Educational and Psychological measurement and evaluation (8th ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- [30] Nunnally, J. C. (1978). Psychometric theory, 2nd ed. New York, NY: McGraw-Hill.
- [31] Sipple, C. J., & Sipple, R. J. (1980). Computer dictionary. New York, NY: Howard W. Sam & Co. Inc..

Biographies



Chia-Hsuan Lin received the B.Ed. from the Department of Education, National University of Tainan, Taiwan, in 2012. Now, I am an elementary school teacher teaching in Tucheng elementary school, Tainan, Taiwan. My teaching interests are different teaching instruction into mathematics for elementary school students.



Chien-Chung Huang received the Ph.D. in Mathematics Education, University of Northern Colorado, USA. Now, he is an Associate Professor of the Department of Applied Mathematics, National University of Tainan, Taiwan. His research interests are Pre-service teacher professional development, mathematics education, mathematical analysis etc..

