

以線上解謎與影片教學探討國中電學概念的學習成效及比較研究

湯梓辰^{1*} 莫德駿²

¹國立臺灣科技大學應用科技研究所

²台中市立大新國民小學

摘要

科學教育中的「電學」概念屬於抽象且複雜，學生理解此領域常需簡化及模型化處理，以提升對抽象概念的認知。線上解謎通過不同的模式（如翻轉教學、線上遊戲等），有助於將複雜的知識轉化為學生可以理解及應用的形式，從而增強其自主學習能力。本研究設計了線上解謎及影片教學兩種介入方式，探討其對「電學概念」主題的學習成效。研究結果顯示，相較於影片教學，線上解謎可顯著提升學生的學習成效。本研究旨在提供科學教育新的教學策略，以豐富學習方法的多樣性及有效性。

關鍵詞：科學教育、思維建模、線上解謎遊戲、影片學習。

壹、前言

科學教育的核心目標在於激發學生對科學的興趣和理解，並培養其科學思維和解決問題的能力。在這過程中，思維建模被認為是一個關鍵的學習策略，它有助於學生將複雜的科學現象或系統轉換為更具可理解性的模型或圖像，從而更好地理解科學知識。特別是在電學這樣抽象且跨領域的科學領域中，教師常需尋求方法將其概念簡化，以促進學生的理解和應用能力。

然而，相對於天文學和力學，電學的發展較晚且較為抽象。學生對電的理解常常受到先入為主的觀念影響，這些觀念與科學概念有所不同。例如，在教學過程中，學生可能難以理解電流、電壓和電阻等基本概念，因為他們缺乏對電路預測和解釋的思維模型。

傳統的教學方法往往未能有效挑戰學生先前的認知框架，因此有必要探索新的教學方法來增強學生對電學的理解。研究顯示，思維建模能夠有效支持學生的概念轉變，但前提是教學需引導學生如何思考建模，並有效發展和應用模型（Wade-Jaimes et al., 2018）。

*為本文通訊作者

隨著數位學習技術的進步，線上解謎和影片教學成為探索如何有效教授抽象科學知識的新途徑。本研究旨在基於思維建模理念，開發並比較線上解謎與影片教學兩種方法在提升學生對電學理解能力方面的效果，以期為科學教育提供實證支持和教學指導。

貳、研究目的

本研究以開發兩種結合「電的起源」教學主題的數位學習：一種是線上解謎組(實驗組)、另一種是影片學習組(控制組)，從線上解謎和影片教學來建立科學的思維建模，並比較兩者學習模式之間的學習成效、心流體驗、以及科技接受度。

參、文獻綜述

一、科學教育-電學概念的探討

在科學教育中，了解電的起源和發展過程是非常重要的。電荷是自然界的基本組成部分，電能則是使用廣泛的能源形式。然而對於學生來說，電是一個相當抽象的概念，學生很難理解，並且不易將它們應用到實際問題中，一項針對英國中學生的研究發現，學生在學習電學時經常將電路看作一個黑盒子，而不是理解其中的構成和原理。學生也容易混淆電場和電流的概念，在進行電學實驗時，也常常沒有將理論知識應用到實踐中，並缺乏實驗設計和數據分析的能力。

學生很少關注在日常生活中使用電流概念和家用電器的關係。許多學生在初次接觸電學時，甚至相信電力存在於檯燈的斷開插頭中。電學的初學者並不清楚電的來源，他們對電的起源持有許多不同的理論，但透過實驗，學生可以開始理解一些基本概念。

學生之所以很難理解電，即使他們每天處理許多家用電器，這是因為電線隱藏在牆內，學生無法觀察他們在插座後面遵循的路線。因此，在沒有具體證據的情況下，電器裝置在學習上的表徵更加困難，學生無法意識到即使位於不同的房間，電器也是相互連接的，他們不知道房屋電器中裝置的並聯，有些學生會認為電器的功能主要定位在牆上的開關，插頭，電線或插座中。

綜上所述，學生在學習電學時面臨著多方面的困難，包括對抽象概念的理解困難、與現實情況的聯繫困難，以及實驗設計和數據分析能力的不足。了解這些困難，有助於教育者和學生更有效地應對和克服它們。綜此，本研究希望從發現問題中，突破對科學教學中電的起源教學的困境，將電的起源議題放在思維建模的概念教學中，並透過線上解謎和影片教學中，藉由學生自學探討學生的學習成效。

二、思維建模

在科學教育中思維建模得到了許多科學教育者的重視。建模的圖像可以將科學理論解釋對學習者學習更為成功。在科學學習中，許多教師將“建模”視為學生的目標學習。思維建模可以幫助學生將科學知識和概念轉化為可視化的形式，並促進他們對科學現象的理解和分析。

研究表明，思維建模可以提高學生對科學的興趣和學習成效。例如，一項針對高中物理學生的研究發現，將學生分組進行思維建模活動可以提高他們的學習成績和對物理學的興趣。另一方面，思維建模也可以幫助學生發展科學思維和解決問題的能力。一項針對小學生的研究發現，思維建模可以幫助學生更好地理解科學概念，並促進他們在科學問題解決中的思維能力（Wade-Jaimes et al, 2018）。

在科學教育中，模型可以從內部及外部的不同的重點，像是：可觀察事件、物件或現象。從模型中學生可以將複雜的內容系統化，而系統化是可以以圖像的方式解釋科學的抽象意涵(Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991)。本研究所指“思維建模”是透過數位學習視覺化的方式將“電的起源”科學模型建構並完善的進入教學活動之中。而許多研究已發現：思維建模可以幫助學生將抽象的學習概念化，並可以提升學生的學習理解及成效(Wade-Jaimes et al, 2018)。

本研究相信思維建模的方式可以幫助學生對於“電”的抽象概念具體化(Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991; Wade-Jaimes et al, 2018)。因而本研究將許多電的知識概念模組化，進行數位的圖像及任務，並將同樣思維建模的圖放在線上解謎和影片教學中，以此調查學生的學習成效。

三、線上解謎模式—遊戲式學習

科學教育教面臨著促進學習者動機的挑戰，教師們總是思考著該如何讓較沉悶、學習者不感興趣的教學內容，變得更具吸引力，而成功學習的必要條件為動機。遊戲式學習(Game-based learning)在科學教育中是一種被廣泛採用的教學策略。它可以使學生對科學知識產生興趣，並透過互動式的遊戲體驗來促進學習。

遊戲式學習可以提高學生的學習成效和動機，可以提高學生的科學知識和學習興趣，還可以幫助學生發展解決問題的能力和科學思維。研究發現學習者在玩遊戲時，他們非常的投入，沉浸於遊戲世界之中，若能將遊戲加入到教學當中，能使學習者更投入於課堂之中，並對學習內容更感興趣。

遊戲式學習透過有趣及動態的內容，影響學習動機，提高學習者的積極度，而遊戲具有其原則與模式，學習內容與學習環境相關是必要的，學習往往發生在有意義的學習情境

下。遊戲式學習是一種以學生為中心的學習方法，關鍵特徵在於將互動娛樂和學習相結合。Qian & Clark (2016)的研究結果表明，遊戲式學習能有效促進學習者的技能發展此外，教學目標與學習內容皆相當重要，遊戲挑戰及難度也是非常重要的一環，以免對學習者產生負面影響，而故事和挑戰遊戲機制通常與學習內容相關，遊戲中的虛擬世界能創造引人入勝之協作體驗，以增強學習者的參與及學習。

綜上所述，遊戲式學習是一個有助於提高學生學習成效和興趣，並且有助於發展學生解決問題和科學思維能力的教學策略，而遊戲式學習能解決科學教育面對的限制與挑戰，包含學習動機有限、卻乏互動等等，透過遊戲中與教學內容一致的學習內容，搭配遊戲的特點「情境」，提高學習興趣，並藉反饋來引導學習者思考。因此，本研究以一組遊戲式學習搭配思維模式的教學內容進行探究。

四、影片教學模式

影片教學模式在科學教育中被廣泛使用，尤其是在教學內容複雜或需要實驗操作的情況下。影片教學模式可以幫助學生更好地理解科學概念，提高他們的學習效果。例如，一項發表於 *Educational Technology & Society* 的研究顯示，使用影片教學模式的教學對於國小學童科學過程技能、科學好奇心和科學態度有正面的影響，且此影響有顯著差異 (Chen, Chen, & Huang, 2016)。另外，一些研究也表明，將影片教學與其他教學方法結合使用，可以進一步提高學生的學習效果，例如在實驗室課程中使用影片教學來呈現實驗過程 (Kumar, Joshi, & Sinha, 2017)。

影片教學模式是以翻轉教學模式來進行 (Missildine et al, 2013)，讓學生進行自學，在教室內則主要可以更多進行互動及討論 (Missildine et al, 2013)。因此，教學影片是翻轉教學非常重要的一環，教師可以自行製作影片並上傳至網站上，或是從其他網站上選取。教師有許多不同的方式實施翻轉教學，但是基本的概念是相同的。在教室內學習是沒有限制的，學生可以依自己的需求調整學習的進度。學生被期待對自己的學習負責，教師在課程中的角色從課程設計者轉換為非同步學習資源的提供者 (Davies et al, 2013)。

影片教學模式對於學生學習感知的成效說法不一，但大致上學生對影片教學模式的反應是正向的，學生喜歡自行觀看教學錄影，但更喜歡課堂上互動的學習活動。許多研究均指出數位影片中的翻轉教學能提升學生的學習成效，並且能提供更多的小組討論時間以促進多元能力的發展，但大部分的研究都是在大學中進行 (Davies et al, 2013)，比較少應用在國中階段，而少有進行不同創新教學之比較，因此本研究希望在國中階段融入影片教學活動以此比較科學教育國中課程之學習成效。

肆、研究方法

本研究採用準實驗研究法，以實驗組 15 人、控制組 15 人進行探討比較。研究對象皆為自願報名參與招募學習活動之國中生。以下將針對各組之執行狀況概述之：

一、實驗組：線上解謎組

本研究之實驗組，主要讓學生組團參與線上密室逃脫之解謎任務，每組約 3-5 人，組員間共同完成密室逃脫的任務來拿到破關的鑰匙，並完成一關關的任務探究。

研究以網路遊戲平台 Gather Town 開發的線上解謎的特色，在此線上解謎設計將具備以下幾個重要因素：

- (一) 互動性：線上解謎將提供豐富的互動元素，讓學生能夠積極參與遊戲中的挑戰和謎題解答。透過互動，學生可以深入理解抽象電學知識，並激發他們的學習興趣。
- (二) 問題解決：謎題和問題設計將鼓勵學生動腦解決，培養他們的問題解決能力。學生必須運用所學的電學知識，尋找線索和解答謎題，從中鞏固知識並培養批判性思維。
- (三) 學習自主性：線上解謎將以自主學習為導向，讓學生能夠根據自己的進度和學習風格進行遊戲。學生可以在自己的節奏下進行學習，提高學習效率和學習成效。
- (四) 圖像和聲音：線上解謎將運用引人入勝的圖像和音效，增加遊戲的趣味性和吸引力。這些視覺和聽覺元素將有助於學生對科學概念的理解和記憶。
- (五) 社群建立：將建立學習社群，讓學生能夠合作解謎、討論和分享學習心得。透過社群的互動，學生將有機會從彼此中學習，促進知識的交流和共享。

以上重要因素將使線上解謎成為有助於抽象電學知識學習的有效教學工具，並提升學生對科學探究的興趣與學習成效。因此，本研究的線上解謎設計將搭配任務探究，以在密室中找到鑰匙的密碼才能逐關打開地圖。在這個遊戲中，玩家將扮演偵探的角色，進入一個神秘的密室，並發現其中的秘密。為了完成探索，玩家必須透過找出鑰匙中的探索每一個房間中電學知識的密碼。每個房間將呈現不同的電學知識，玩家需要透過解謎、觀察、思考和收集線索來解決房間中的電學問題。例如，某個房間可能涉及電流、電壓、電阻等基本電學概念，而另一個房間可能涉及電路的組成和工作原理。每當玩家成功解開一個房間的謎題，他們將獲得相應的密碼，用於解鎖下一個房間，並繼續探索和學習更多的電學知識。線上解謎規畫及如圖 1、圖 2 所示：

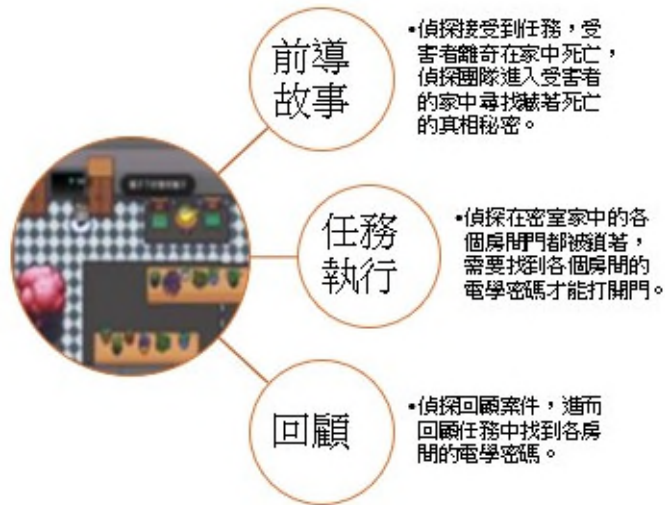


圖 1：線上解謎規劃



圖 2：線上解謎圖

依照圖 1 及圖 2 的線上解謎設計，本研究的遊戲設計將充分利用 Gather Town 既有的素材，並結合建模概念進行規劃。這樣的設計將能夠充分應用該平台的特點，加深學生對於電學知識的建模體驗，同時激發他們參與科學學習的興趣。

二、控制組：影片教學組

本研究之控制組，主要讓學生組團獨自參與影片教學的觀看，並完成問題的任務。每組約 3-5 人，透過影片教學解決任務。

為了探討本研究開發的影片教學的特色，在此影片教學將具備以下幾個重要因素：

- (一) 影片教學：線上影片將提供專業的科學教學內容，以影片的形式呈現抽象的電學知識 (Chen, Chen,& Huang, 2016)。透過影片教學，學生可以視覺化理解複雜的概念，並透過聽覺和視覺的學習方式提高知識吸收效果。
- (二) 自主學習：學生可以根據自己的進度和需求，在任何時間和地點自主學習。影片教學的特點使得學習變得更靈活，學生可以重複觀看影片以加深理解，或者暫停和回放影片以更好地掌握內容。
- (三) 互動性：結合線上平台如 Google Docs(Chen, Chen,& Huang, 2016)的特點，線上影片將提供互動性學習環境。在觀看影片的同時，學生可以進行筆記記錄、寫下疑問、與教師和同學進行討論，增加學習的參與度和深度。
- (四) 學習支援：線上影片將提供豐富的學習支援，如影片內容下方的註解、補充材料的連結、練習題目等，讓學生能夠進一步加深對電學知識的理解和應用。
- (五) 這些重要因素將使得影片教學成為一個強大且有效的教學工具，幫助學生更好地理解抽象的電學知識，提高科學學習的成效。

綜上所述，本研究設計的影片教學將做為任務為出發點，透過設計引人入勝的偵探故事情節，激發學生的興趣與好奇心。學生在觀看影片的同時，將獲得相關的電學知識和解謎線索，以解答問題來開啟下一個影片，進而推進任務探究的進程。綜以上所述，線上影片規畫圖如圖 3、圖 4 所示：

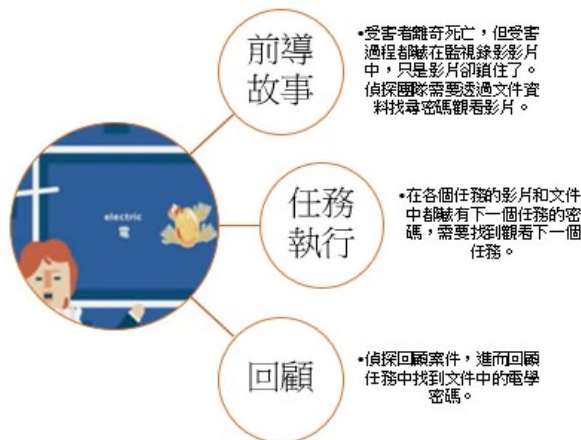


圖 3：線上影片規劃



圖 4：線上影片教學

依照圖 3 及圖 4 的線上影片設計，本研究的影片教學以故事任務為吸引，旨在創造引人入勝的偵探故事情節，激發學生的學習興趣與主動參與。透過影片任務的設計，學生在觀看影片的同時，將獲得相關的電學知識和解謎線索，需要透過推理和分析來解答問題，進而開啟下一個影片，推進任務探究的進程。

值得注意的是，影片教學所呈現的電學概念與線上遊戲中的知識內容是一致的，兩者的學習目標相同，只是表現方式不同。此外，兩者所使用的教學時間也保持一致，確保學習效果的同步性。

三、研究流程

本研究比較實驗組與控制組學生自學的狀況，研究過程中，教師及研究者僅為提供任務訊息者，藉此讓學生於各組之間進行「電學概念」自學，盼能以此建模出學生對電學之知識。圖 5 為本研究活動之流程圖。



圖 5：研究活動流程圖

綜合以上圖 5 所示，本研究分為實驗組和控制組兩組，進行兩組的自學活動，並課程之後進行電學知識後測、以及質性回饋問卷。針對各問卷之研究資料分析及結果，以下將分項說明之。

四、研究資料分析

為了進行實驗組與控制組之比較，本研究共有的問卷包含前後測問卷、心流問卷、科技接收度問卷，並有回收學生質性的回饋(訪談)以作為研究的參考。本研究以自編之前後測問卷請見以下(前後測)，邀請國中理化教師協助編寫，此問卷符合活動中的教學內容。

(一) 前後測:

前後測的問題主要針對抽象電學知識進行設計，以確認參與者在電學知識方面的了解程度。本研究有與專家及共同主持人共同商討前後測問題。

1. 電流是指什麼？ a) 電表上的讀數 b) 電荷的流動快慢 c) 電荷的流動方向 d) 電荷量。
2. 電壓是指什麼？ a) 電表上的讀數 b) 電荷的流動快慢 c) 電荷的流動方向 d) 電能的高低差。
3. 電阻是指什麼？ a) 電表上的讀數 b) 電荷的流動快慢 c) 電荷的流動方向 d) 電流阻礙的程度。
4. 下列哪一個元件可以將電能轉換成光能？ a) 電阻器 b) 電池 c) 電扇 d) 手機。
5. 連接到電壓相同電池的串聯兩電阻和並聯兩電阻，此二電路的主要區別是什麼？ a) 元件的數量 b) 總電壓的大小 c) 流出電池的電流方向 d) 電阻的大小
6. 什麼是導體？ a) 能夠導電的物質 b) 隔離電流的物質 c) 存儲電能的物質 d) 產生電流的物質
7. 什麼是電路中的開路？ a) 電流能夠流通 b) 電流無法流通 c) 電壓穩定 d) 電阻降低
8. 什麼是直流電流？ a) 電流方向經常變化 b) 電流方向不變 c) 電壓大小經常波動 d) 電壓方向經常變化
9. 在只連接一個電阻與電池的電路中，如果增加電阻的大小，會發生什麼？ a) 電流增加 b) 電流減少 c) 電壓增加 d) 電壓減少
10. 什麼是電池的主要功能？ a) 產生電流 b) 存儲電能 c) 控制電壓 d) 減少電阻

以上是前後測活動的問題，本研究參考國中理化課本，以此呼應國中科學課程，以確保了問題設計的準確性和適切性。

(二) 訪談：

本研究訪談將使用半結構式面對面訪談的方式進行，以保證研究者和受訪者之間有充分的對話和互動，同時保留足夠的靈活性，以回應學生提出的不同意見和觀點。受訪者將是參與實驗的實驗組和控制組的學生，並將進行隨機抽樣以確保代表性。

1. 在參與線上解謎遊戲（實驗組）或影片教學（控制組）的數位學習活動後，您認為自己對於抽象電學知識的理解有所改善嗎？請舉例。
2. 請描述您在學習過程中的收穫和體會。在進行線上解謎遊戲或影片教學的學習過程中，您是否感受到了沉浸在活動之中？請舉例。
3. 請描述在遊戲或影片中讓您感到專注和投入的元素。就您個人而言，您認為線上解謎遊戲和影片教學哪一種學習方式更適合學習抽象的電學知識？請解釋您的選擇原因和觀點。

伍、研究結果

一、學習成效

本研究探討實驗組與控制組前後測之成績比較，以成對樣本 *t* 檢定分析前後測之學習成效，研究發現實驗組與控制組之學習成效皆有達到顯著結果，然而實驗組的成效更高於控制組，表示線上解謎相較於影片教學更適合用於抽象概念之詮釋。請見表 1 各組學習成效。

表 1：各組學習成效

	前測		後測		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	SD	M	SD		
實驗組 (n=15)	50.67	19.81	70.00	17.73	-4.882***	.001
控制組 (n=15)	32.67	16.68	46.00	12.42	-3.162**	.007

顯著水準: **p*<.05 ; ***p*<.01 ; ****p*<.001

透過分析實驗組與控制組之組間比較，研究進行單變量一般線性模型分析，以前測成績作為應變數、組別作為固定變量、後測成績作為共變數，分析兩組是否因兩組起點同質性而造成上述影響。結果表示在組別 * 後測成績項目中不具有顯著性($p=0.607$)，代表兩組在前測時具有同質性。如表 2 所示：

表 2：受試者間效應項檢定

應變數：前測成績

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
修正模型	5527.963	3	1842.654	7.618***	.001
截距	16.874	1	16.874	.070	.794
組別	43.100	1	43.100	.178	.676
後測成績	2399.853	1	2399.853	9.922**	.004
組別 * 後測成績	65.707	1	65.707	.272	.607

顯著水準：* $p<.05$ ；** $p<.01$ ；*** $p<.001$

綜合以上表 1、表 2 之結果所示，本研究發現：各組之間皆有達到學習成效，而兩組在前測時也都具備有同質性，代表兩組之間之能力起點相同。而即便使用不同自學學習工具，學生的學習兩組皆有顯著學習成效。但以比較兩組間的差異時，線上解謎組的學習成效是明顯高於影片教學組，代表遊戲的確有較高的學習效果，而這研究結果呼應了許多科學為主題的研究發現遊戲學習在科學教育中會有較高的學習成效 (Tsai & Tsai, 2010)。

二、工具差異之比較

同時我們在前後測中發現，不同資訊呈現方式（影片與文字講義）所對應到的題目進步情形也不相同，在實驗組與控制組兩組中皆呈現：由文字講義提供資訊的題目進步情形顯著高於由影片所提供資訊的題目，每題答對得 1 分，答錯則為 0 分，分析結果如表 3。這表示在為了解決任務的主動閱讀的情況下，文字承載資訊的效益高於影片，因文字賦予學生更多的主動性以及反覆檢閱的便利性。

表 3：不同資訊載體之相關題目進步情形比較表

題號	資訊載體	前測-後測 M	SD	t	p
1	文字	-.333	.479	-3.808***	.001
2	影片	.033	.615	.297	.769
3	文字	-.133	.346	-2.112*	.043
4	文字	-.233	.626	-2.041*	.050
5	影片	-.067	.450	-.812	.423
6	文字	-.300	.596	-2.757**	.010
7	影片	-.133	.507	-1.439	.161
8	文字	-.233	.504	-2.536*	.017
9	文字	-.200	.407	-2.693*	.012
10	影片	-.100	.481	-1.140	.264

顯著水準：* $p < .05$ ；** $p < .01$ ；*** $p < .001$

透過表 3 我們發現：在控制組中，有針對文字和影片自主學習的方式，當資訊載體為文字時，學習者的學習的成效有達顯著，反之若資訊載體為影片則並未達到學習顯著成效。

以此結果，研究者反思了可能的原因如下：

1. **科學學習主題可能較適合於文字更勝過於影片：**這研究的假說思維同 Mayer 等人在 2015 年的研究發現：若以科學為主題的學科下，當學習的內容主要是基於文字的時候，閱讀效果比觀看影片效果更好(Mayer et al, 2015)。因為科學比較是概念化的學習，文字是有利於學生進行思維建模 (Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991)。
2. **線上自主學習中，文字學習可能較影片學習更容易讓學生學習：**此研究結果同許多自主學習的研究探究 (Kalyuga et al., 2015)一致，皆表明在線上自主學習中，文字學習可能比影片學習更加有效。其原因可能是：文字學習材料能夠提高學習者的知識獲取和保留效果，學習者較能用自己的理解能力進而解讀文字，因此學習效果會更優於影片學習。

綜合以上所述，本研究的控制組，同樣是以自主學習探討學生針對文字和影片的學習成效，但當我們細分將文字和影片的題目分組時，發現：文字的學習成效高於影片學習，而這研究結果也可以讓教學者重新省思提供線上自主學習的模式，也可以提供給研究者未來進行進一步的探討。

三、質性回饋

表 4：質性回饋

質性回饋	
實驗組	<ul style="list-style-type: none"> ● 這是一個很棒的活動，可以讓大家增加學習的興趣，也確實有學到東西 ● 我對於此活動很有趣，因為我從國中開始就對理化很感興趣，所以這次的活動幫助我學習到更多知識 ● 電化學是我比較陌生的單元，這個小遊戲讓我更認識了電化學，謝謝老師 ● 這次的活動讓我了解許多有關電的歷史與發展 也意識到自己對這方面真的不太擅長 為了以後的課程應該多下功夫 ● 這個活動真的很有趣，也能夠讓我們輕鬆地複習國中所學，平台上的遊戲和解謎都很有趣 ● 我覺得在玩遊戲的過程中一邊學習是很好的方式，更能感受到學習的樂趣。 ● 很新鮮的學習方式，透過遊戲讓我能夠學習到一些有關電池的知識，隊友也很給力，解出很多答案！
控制組	<ul style="list-style-type: none"> ● 操作簡單，讓我學到了平常比較不會學到東西。 ● 使我學到更多有關電的知識 ● 讓我對電有更多的了解，覺得一次就學到了很多東西，非常有成就感 ● 了解電的一些特性與發展後(˘ω˘) 覺得很充實 ● 我覺得這次的研究可以讓我初步的瞭解電 ● 我希望我以後還可以有機會研究這類的東西 ● 很開心能做這次的問卷

綜以上表 4 所示，我們可以看到學生在遊戲組更願意去描述自己的心得分享，反觀控制組，即使學生回應也皆是正向，卻對質性內容並未有比實驗組還深入的描述，這觀點也同 Johnson & Johnson (1999)的想法，當遊戲的互動模式是採社群互動的方式，而控制組採個自閱讀的方式，遊戲的社群互動將會更有利於學生進行更深刻的思維及分享 (Johnson & Johnson , 1999)。

陸、結論

電學教學具備著困難的抽象概念，以往是科學教育中較難實踐的教學領域(Wade-Jaimes et al, 2018)。本研究以建立兩種不同的數位教學模式：線上解謎模式、影片教學模式，比較兩者之間之差異，希望提供給科學教育融入在數位學習中參考。

透過本研究發現：

1. 學習成效上兩組都有顯著成長，但線上解謎組明顯高於影片教學組，代表學生透過自學的方式應用影片雖是可產生自學，但是線上解謎組的成效較佳。這個結果符合構成主義學習理論的觀點。根據該理論，學習是一個建構新知識的過程，學習者需要積極參與學習，將新知識與現有的知識和經驗相結合。在線上解謎組中，學生需要積極思考、探索和試驗，才能解決問題，這有助於促進學生的學習動機和主動學習的能力。相比之下，影片教學組的學生可能會較被動地接受知識，缺乏積極的參與和思考。因此，線上解謎組的學習成效較高是合理的。
2. 透過控制組自學的回饋下，我們發現以文字為資訊載具有明顯學習成效，而以影片為載具卻未能達到此明顯成效，代表以學生自學模式進行科學知識探究時，文字是優於影片學習。本研究對此提出了兩個假說，一是：文字有助於學生進行思維建模 (Grosslight, Unger, Jay, & Smith, 1991)，這與 Mayer (Mayer et al, 2015)等人在 2015 年的研究發現一致。二是：學習者較能用自己的理解能力來解讀文字，因此學習效果會較優於影片學習，此假說也呼應許多研究結果(Kalyuga et al., 2015)。
3. 在質性書寫資料發現，即便解謎組和影片組學生皆有正向的回應，但線上解謎組的對象較願意給予更深入的書寫回饋，也願意多填寫質性回饋給予研究者參考之。這個結果也與社會互動的理論有關。社會互動理論認為，人們通過交流、互動和討論來建構知識和理解。因此，當學習者有機會與他人互動和交流，他們可能會更願意參與和分享他們的想法和觀點。在這種情況下，線上解謎模式可能提供了一個更具互動性和社會性的學習環境，因此學生更願意提供詳細和深入的回饋 (Johnson & Johnson, 1999)。

綜此，本研究提出的學習建議如下：

1. 科學學習是可以透過思維建模的教材來引發學生自學，線上解謎遊戲、或是文字資料引導皆是有利於建立學生思維建模的方式。
2. 科學學習可以透過團隊的線上解謎遊戲方式，促使更多交流，並會讓學生更願意分享，透過團體相互學習。

3. 科學學習透過科技為工具是一個可行之方式，因學生對科技皆有高度的接受度，也願意使用工具進行學習。

本研究希望將此建議提供給科學學習參考，期盼未來能開發更多多元之科學學習應用於數位學習之教材，以此提供更多不同資訊輔助學習之方法，讓許多科學教育中抽象之概念得以具象化，更有效地提供給學生學習。

參考文獻

- Chen, Y.-L., Chen, P.-H., & Huang, T.-H. (2016). The effectiveness of digital video as a teaching tool for developing elementary students' science process skills, scientific curiosity, and attitudes toward science. *Educational Technology & Society, 19*(2), 306–319.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(9), 799–822.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning*. Allyn and Bacon.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2015). Text vs. video in e-learning: Effects on knowledge acquisition, retention, and engagement. *Journal of Computer Assisted Learning, 31*(5), 506–515.
- Kumar, A., Joshi, R., & Sinha, A. (2017). Impact of video based laboratory course in understanding of basic concepts. *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science, 6*(5), 1–5.
- Mayer, R. E., Griffith, E., Jurkowitz, I. T., & Rothman, D. (2015). The relative effectiveness of reading and viewing for learning from popular science materials. *Educational Psychology Review, 27*(2), 311–333.
- Missildine, K., Fountain, R., Summers, L., & Gosselin, K. (2013). Flipping the classroom to improve student performance and satisfaction. *Journal of Nursing Education, 52*(10), 597–599.
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior, 63*, 50–58.
- Tsai, C.-W., & Tsai, M.-J. (2010). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Educational Technology & Society, 13*(1), 25–39.
- Wade-Jaimes, K., Demir, K., & Qureshi, A. (2018). Modeling strategies enhanced by metacognitive tools in high school physics to support student conceptual trajectories and understanding of electricity. *Science Education, 102*(4), 711–743.