

---

# 運用數位科技於戶外教育場域之科學繪本 教學設計—從教學者觀點探討

李文獻<sup>1</sup> 林美君<sup>1</sup> 張俊彥<sup>1,2,3</sup> 賴信志<sup>4\*</sup> 林慧敏<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣師範大學 科學教育研究所

<sup>2</sup> 國立臺灣師範大學 地球科學系

<sup>3</sup> 國立臺灣師範大學 科學教育中心

<sup>4</sup> 長榮大學 綠能與環境資源學系

<sup>5</sup> 臺南市東區崇明國小

## 摘 要

本研究旨在了解以自製的「QR Codes 科學繪本」及「iBooks 科學繪本」等二種數位化設計工具，分別進行學生在戶外探索教育活動時的運用探討，以及未來教育人員在進行戶外教學設計時的參考。戶外教學活動實施後，以 6 位教學者的角度，先從 5 個互動設計原則（簡易性、易視性、導航、好的配對及侷限、回饋）針對此二種科學繪本數位化設計進行檢核，同時輔以質性研究方法中的半結構式訪談教學者，進一步了解學生在戶外探索之學習成效、操作運用及設計改善等，並分析討論，研究結果發現如下：

1. 二種數位化設計工具皆符合五個互動設計原則，且對學生學習皆對其學習動機、認知理解、合作學習互動、操作及教學活動進行容易、創意及機動性與教學有效性等特色有良好的成效。

2. 二種數位設計皆有網路死角所導致無法連結影音導覽延伸教材、學生仍要習慣與傳統不同之學習方式及安排每人使用一臺行動裝置等待改進問題，另外，有行動裝置不普及、合作學習分組人數、電子書迷航等差異性待改進問題。

本研究結果採用行動情境學習方式之科學繪本數位化設計能實際幫助學生和戶外情境有效的結合，透過體驗探索，配合影音導覽延伸教材的方式，可以協助其發現及解決問題的方式，並增進自己對科學繪本內容的理解。

**關鍵詞：**多媒體學習認知理論、QR Code、iBooks、科學繪本

## 壹、前言

據 Campbell & Reece (2003) 研究指出，人類透過視覺所接受訊息占所有總合

的 80%，若以具體成像之視覺效果來傳遞圖文及閱讀，較易理解其中意涵。許多實證研究顯示繪本可提供生活經驗，幫助學童在語言、識字及圖文所要傳達的知識及技能等不同層面的理解及發展，可以增進

---

\*為本文通訊作者 laihc@mail.cjcu.edu.tw

交流討論的機會 (Korat & Falk, 2019)，更可增進閱讀興趣及培養創造想像的能力 (Doty, Popplewell, & Byers, 2001)。國際閱讀協會 (International Reading Association, IRA) (2009) 認為 21 世紀的學生必須精通新的文化技術，教育者有責任整合訊息和通信技術 (information and communication technology, ICT) 進行課程設計。此教育發展趨勢使數位學習在現今成為普遍的學習方式，隨著行動裝置運算能力的進步而增進了學習體驗的機會，高分辨率屏幕使平板電腦 (如 iPad) 的用戶可以輕鬆地彼此共享內容，並瀏覽屏幕上的圖像和視頻 (Johnson, Adams, & Cummins, 2012; Mango, 2015)。近年來有相當多研究利用行動裝置來進行戶外生態教學或科學探究學習，亦獲得不錯的研究成效 (Hung, Hwang, Su, & Lin, 2012; Kong, 2015; Wei, Weng, Liu, & Wang, 2015; Giasiranis & Sofos, 2016; Cheng & Lee, 2019)，且數位化的電子繪本有助於學童培養對科學的興趣 (Lu, Lin, & Tsai, 2008)。自 2012 年蘋果公司發表 iBooks 後，電子繪本成為教科書已被實現，教育工作者可免費下載 iBooks Author 軟體製作，提供較有效的學習使用方式，學習只是輕點或輕掃手指 (Kim & Kim, 2013)，學校用書在增刪內容只要線上即時更新，不用再改版印製 (Baldwin, 2015)。同時，配合行動裝置的使用，數位化 QR Code 圖像技術運用深受教育人員喜愛，在 QR Codes In Education 網站上 (<http://www.livebin>

[ders.com/play/play/51894](http://www.livebin.com/play/play/51894))，提供教育人員使用 QR Code 的 28 種課堂有趣方式、講故事及進行作業……等項目，來有效幫助學生學習，增進教學者與學習者的互動及訊息連結。故本研究以 QR Codes 及 iBooks 等二種數位化元素融入傳統紙本科學繪本製作研究工具，來進行學生在戶外探索教育活動時的運用探討，並從教學者的角度來進行分析及討論，目的為了解在科學繪本在數位化設計的運用層面，幫助未來教育人員在進行戶外教學設計上的參考。

## 貳、數位科技化的科學繪本

本研究設計之學習者學習方式是基於情境學習來進行，利用傳統紙本繪本結合 QR Code 與 iBooks 二種數位科技元素應用之數位學習模式，並採用 iPad 此種行動裝置來進行，學習者需在戶外進行，並與教學場域的實物產生有意義的連結，從而建構出自己的知識。學生在戶外進行探索學習，能增進學生學習動機與問題解決的能力，並增進學習效率 (Adams, Nguyen, & Cowan, 2018; Roesler, Aly, Taniguchi, & Hayashi, 2018; Whalley, Mauchline, France, Park, & Welsh, 2018)，其文本內容及設計說明如下：

### 一、科學文本繪製內涵

本研究工具設計之科學繪本文本繪製內涵，包括：教學場域資源情境運用 (學校社區公園—巴克禮紀念公園)、科學史、環境倫理、生物多樣性、本土種與外來種的認知等教育意涵，說明如表 1 所示。

表 1：科學文本繪製內涵與教學場域配置圖

主要內容	文本繪製	影音導覽 延伸教材 及位置對照
	<p style="text-align: center;">文本繪製</p> 	<p style="text-align: right;">影音導覽 延伸教材 及位置對照</p>
科學史		<p>巴克禮博士本身是理工科博士，相當重視科學教育課程，購置科學實驗設備，開創臺灣科學教育之先（臺灣科學教育重要貢獻）。（位置 A）</p>
環境倫理		<p>公園經過公私部門的努力（人類對大自然的破壞進而互敬互愛的環境倫理觀），從荒蕪轉變成生態豐富的綠色奇蹟。（位置 B）</p>
生物多樣性		<p>充滿生機的公園，生物多樣性豐富，在嚴熱的天氣下扮演著很重要的角色，除有效降低溫度提供避暑外，更是都市的綠肺。（位置 C）</p>
外來種		<p>公園原有本土種遭受到外來種的侵害，也受到沒有功德心的民眾破壞，應喚起大家共同來維護美麗的社區生態公園。（位置 D）</p>

## 二、運用 QR Code 及 iBooks 於繪本數位學習

本研究教學設計中所運用的繪本，有「QR Code 科學繪本」及「iBooks 科學繪本」兩種數位化設計，其設計說明如下：

### (一) 「QR Code 科學繪本」—傳統紙本科學繪本結合 QR Code 之數位學習設計

在保留傳統紙本繪本的設計下融入數位元素 QR Code，有低成本、高訊息量、可影印並隨物品被利用、容錯率較高、可彎曲及 360 度讀取等優點，並且是一個令人好奇的元素 (Hill, 2009; Lyne, 2009; Cramer, 2010; Farkas, 2010; Kotlarsky & Zhu, 2016; Liu, Zhang, Pan, & Weng, 2018)，已被運用於教育上來改變學生學習的方式 (Lai, Chang, Li, Fan & Wu, 2013)。本研究導入數位化 QR Code 的圖示，讓學習者在閱讀繪本時，可以快速和戶外教學場域中的實景產生有意義的延伸學習連結對應，以行動裝置配合內建的相機讀取 QR

Code，經由辨識軟體轉譯為各種資訊，透過無線網路進而呈現出影音導覽延伸教材之多媒體訊息，營造無所不在的學習環境，如圖 1 所示。

### (二) 「iBooks 科學繪本」—電子書數位學習設計

iBooks 電子繪本是基於影像學習與認知理論設計，本研究透過 Mac App Store 下載免費 iBooks Author 應用軟體來製作與紙本科學繪本相同內容的 iBooks 電子繪本，學生被設計在開放的戶外場域進行探索學習，配合平板電腦—iPad2(蘋果公司)來操作 iBooks，進行無所不在的學習，目的為讓學生能利用實景主動建構科學繪本內容的能力，並增進閱讀理解。Sadri, Murphy, & Odili (2012) 認為 iPad2 可用來幫助教師讓學生在任何地方學習的教學工具，並提高學習動機。Apple iPad 2 具有彩色螢幕 (9.7 吋)、可無線上網瀏覽、拍照及社群等功能，讓學生在分組學習時方便使用與討論，閱讀時用手指滑動螢幕來點選研究所設計的延伸教材 (圖 2)。

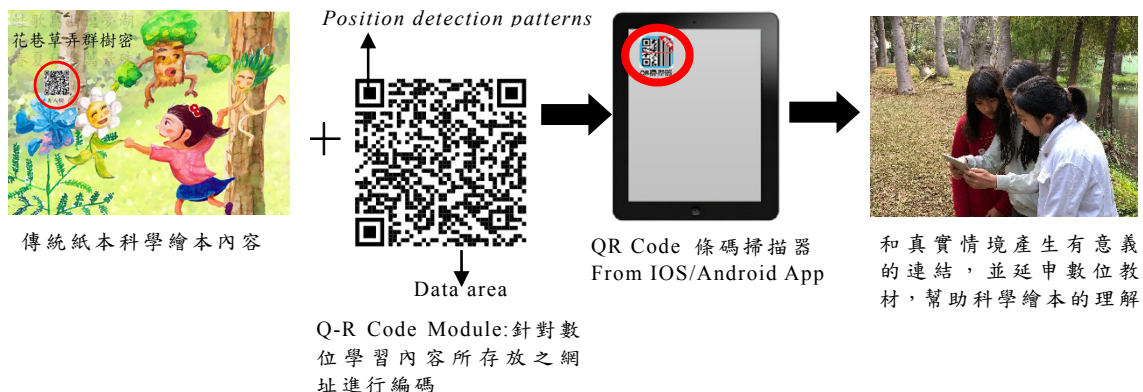


圖 1、行動裝置轉化為數位內容與學習者達成同步的行動學習




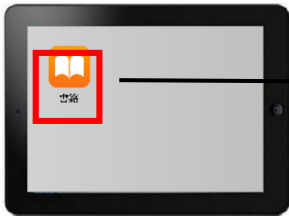
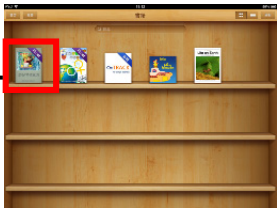



圖 2、科學繪本 iBooks 設計及操作說明

### 三、以學生學習為中心的互動介面設計



將傳統紙本繪本以數位方式設計，應重視以學生為學習中心的教學活動設計，特別是與數位學習之行動裝置在使用上的「互動」(Interaction)，亦即可透過視覺觀看、簡易操作及配對，並透過行動裝置上的圖像化設計，達到良好的導航性來進行點選自己所要的學習內容進行回饋，也就是系統彼此間訊息交換來達雙向溝通 (Graham, 1999; Courage, 2019)。目前行

動裝置的設計多以觸控螢幕方式進行操作，是一個較少思考且直覺性的操作方式 (Margolin, Snyder, & Thamboo, 2018)。本研究設計的數位化科學繪本特性，參考學者 (Norman, 2000; Kristof & Satran, 1995; Mok, 1996) 所提出的設計原則，目的為使學生在閱讀學習時能有效利用行動裝置進行訊息雙向溝通互動，並符合互動性的人性化介面設計，故統整出五個互動設計原則及檢核項目，以作為教學者檢視工具之回饋，並進行後續分析討論之用，如表 2 說明。

表 2、互動設計原則及檢核項目

(一) 簡易性 (ease of use)	
原則說明	學習者可以憑直覺、較少的時間學習就能輕易操作系統，不需太高的專業背景知識。整個數位閱讀設計操作環境，其操作介面、圖像化的使用環境，應友善使用者易用及學習等條件 (Mok, 1996)。
本研究檢核項目	學生能輕易點取行動裝置上的應用程式圖像，短時間就可以學習如何正確操作使用數位化科學繪本，且不再發問系統操作問題。
本研究設計之使用工具	<p>1. 傳統科學繪本結合 QR Code 之數位學習設計</p> <p>QR Code 掃描器應用程式圖示，只要點選就可以馬上讀取，易於快速連結預學習的延申教材導覽影片。</p>  <p>2. iBooks 科學繪本之數位學習設計</p>  <p>iBooks 圖示，只要用手點選，就可以馬上進行繪本閱讀。</p> 
(二) 易視性 (visibility)	
原則說明	觀看使用介面就可察覺整體系統的狀況和行動的可能方式，只須憑觀察即可判斷如何使用數位化電子書 (Norman, 2000)。
本研究檢核項目	學生很容易辨識數位化科學繪本中的影音導覽介面設計，並引導其進行影音導覽教材的學習。
本研究設計之使用工具	<p>1. 傳統科學繪本結合 QR Code 之數位學習設計</p>  <p>紙本科學繪本中的 QR Code 圖示，易於辨識。</p> <p>2. iBooks 科學繪本之數位學習設計</p>  <p>iBooks 科學繪本中的翻頁相當容易，只要觀看圖像選取就可以進行。</p> 

<b>(三) 導航 (navigation)</b>	
原則說明	只要點選圖形或標題等超連結功能引導學習者方向及位置，即可漫遊整個系統，避免在非線性的環境中造成迷航問題 (Kristof & Satran, 1995)。
本研究檢核項目	學生可利用數位化科學繪本影音導覽超連結功能，引導其使用數位化科學繪本所提供的影音導覽教材(導航方式分別說明如下)。
本研究設計之使用工具	<p>1. 傳統科學繪本結合 QR Code 之數位學習設計</p>  <p>傳統紙本的翻頁方式，在頁中只要看到 QR Code 圖示，可利用行動裝置之掃描器應用程式，對準紙本上 QR Code，就可以快速導航來連結影片學習。</p> <p>2. iBooks 科學繪本之數位學習設計</p>  <p>在頁中只要看到 QR Code 圖示，只要用手指直接點選，就可以快速導航來連結影片學習。</p> <p>每頁圖示整排陳列清楚，翻頁只要用手指滑動點選就可以導航進行閱讀。</p>
<b>(四) 好的配對 (mapping) 及侷限 (constraint)</b>	
原則說明	數位設計有良好的自然配對及侷限，使學習者感到易用及好用，不需說明書或過多的解釋，更不用刻意去記憶 (Mok, 1996)。
本研究檢核項目	學生不需過多的說明及記憶，就能操作數位化科學繪本影音導覽教材的配對位置。
本研究設計之使用工具	<p>1. 傳統科學繪本結合 QR Code 之數位學習設計</p>  <p>QR Code 掃描器應用程式圖示，只要點選即可利用來對準紙本上 QR Code，進行解碼連結影片導覽教材來學習。</p> <p>2. iBooks 科學繪本之數位學習設計</p>  <p>在「書籍」圖示點選後，從書目中可看到「iBooks 科學繪本」電子書，再次點選後的繪本內容各頁圖示容易辨示，學習者不需過多的解釋及刻意記憶，就能了解彼此間的配對位置。</p>

<b>(五) 回饋 (feedback)</b>	
原則說明	一個好的數位設計需在「關鍵行為」設定回饋，才能讓學習者得到完整且持續之回饋資料，此「關鍵行為」之雙向溝通的模式即為「互動」，不同操作路徑，系統會給予不同的回饋，同時學習者較能了解他們使用的結果 (Kristof & Satran, 1995; Mok, 1996; Norman, 2000)。
本研究檢核項目	學生在學習時，能透過數位化科學繪本中互動的操作連結方式，系統會馬上回饋，引導其能進入自己需要的影音導覽教材介面，也能了解系統回饋的結果，並持續學習。
本研究設計之使用工具	<p>1. 傳統科學繪本結合 QR Code 之數位學習設計</p> <p style="text-align: center;">QR Code 掃描器點選利用來對準紙本上 QR Code，進行解碼連結影片導覽教材來回饋。</p>  <p>2. iBooks 科學繪本之數位學習設計</p>  <p>點選 iBooks 書籍圖示，即出現科學繪本，再選取自己在閱讀學習中想要的影片導覽教材，系統會出現影音來回饋。</p> <p>★定錨教學 (Anchored instruction) 提供隨時必要的協助</p>

#### 四、多媒體學習認知理論的戶外探索數位影音導覽設計內容

學生在戶外探索能進行深入學習的影音導覽延伸教材的設計理論是基於 Mayer (2001)、Mayer & Moreno (2002) 的多媒體學習認知理論 (Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML) 中所提到的形式原則 (Modality Principle) 來設計，將視覺文字、圖片、動畫等元件設計於學習系統中，Mayer (2001) 認為多媒體訊息依人類心理運作方式來設計較可能產生有意義的學習，可增進學習的理解，提供學習

者適時適所的學習，說明如下：

- (一) 視覺文字部份：在科學繪本上皆以 QR Code 圖示，清楚標示出與戶外場域的實景可以產生有意義的連結，透過行動裝置來進入深入學習的影音導覽教材。
- (二) 動畫部份：透過社區踏查，實地以影片或相片紀錄學習場域當地的景色，配合口語解說，協助學習者學習，此影音導覽是利用 QR Code 來幫助連結到已建置在 YouTube 的影片，作為在閱讀文字時可相互對照 (圖 3)。





圖 3、科學繪本與戶外實景的影音導覽設計說明

綜合上述「QR Code 科學繪本」及「iBooks 科學繪本」整體的設計說明後，教學者與學習者之教學活動運用流程如下（圖 4）：

- (一) 首先由學校教師分別利用本研究設計所進行之二種數位化科學繪本設計，先在教室教導學生操作低負荷的數位行動裝置來讀取科學繪本之使用。
- (二) 學生學會如何使用行動裝置後，教師帶學生到戶外場域開始進行探索學習。
- (三) 學生從數位化繪本中，發現與學習場域有相對應的實景，就可以利用行動裝置讀取 QR Code 或點選進入影音教材，進行深入學習。
- (四) 學生透過合作學習的方式，分組在戶

外進行探索，可以從深入學習中來解決問題，完成教師交派的任務。

## 參、研究方法

### 一、研究設計

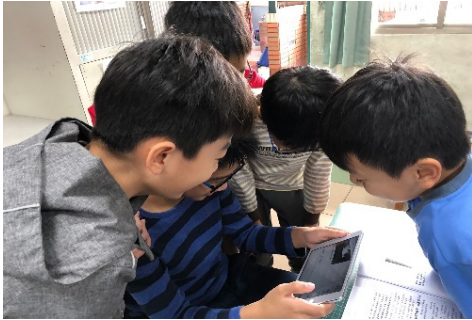
本研究的目的是在了解戶外探索教育活動時，學生運用「QR Code 科學繪本」及「iBooks 科學繪本」等二種數位化設計工具的情形，教學活動實施後，從 6 位教學者的角度，分別進行：1.學生與行動裝置進行訊息雙向溝通的五個互動設計原則：簡易性、易視性、導航、好的配對及侷限與回饋等，進行封閉式的檢核題目問卷調查，結果用來分析系統設計特性的良莠。2.對於本研究的數位設計的運用情形，輔以質性研究方法中的半結構式訪談，深入了解學生在戶外探索之學習成效、操作運用及



學生在教室學習如何利用行動裝置來閱讀數位科學繪本之互動方式



iBooks 科學繪本之數位學習



結合 QR Code 科學繪本數位學習，可以行動裝置讀取 QR Code 或點選進入影音教材，進行深入學習



學生從數位化繪本中，發現與學習場域有相對應的實景，就可以利用行動裝置讀取 QR Code 或點選進入影音教材，進行深入學習



學生透過合作學習的方式，分組在戶外進行探索，可以從深入學習中來解決問題，完成教師交派的任務



多媒體學習認知理論中所提到的形式原則來設計影音導

圖 4、二種數位化科學繪本在戶外探索學習活動運用流程說明

設計改善等分析討論，訪談時依題目順序有系統的進行，但必要時訪談者也可以依據受訪者的情況，離題進行訪談是被允許的，可深入了解標準化問題答案之外的情況（Berg, 1998）。

## 二、研究對象

本研究為一先導型的研究（pilot study），故採立意取樣，樣本為以 QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本進行 182 學生編組教學之 6 位有參與實際戶外探索活動之教學者，此 6 位參與教學的教學者樣本特徵如下說明：

- (一) 性別分別為男 4 名，女 2 名；年齡分佈在 25-35 歲有 2 名，36-45 歲有 4 名。
- (二) 任教年資分佈在 10-15 年有 5 名，16-20 年有 1 名。
- (三) 教育程度為學士 1 名，碩士 5 名。
- (四) 有使用傳統紙本繪本教學的經驗為 1-5 年有 1 名，6-10 年有 5 名。
- (五) 有使用電子繪本教學的經驗為 1-3 年有 3 名，4-6 年有 3 名。
- (六) 有自製電子繪本教學的經驗為 1-3 年有 5 名，4-6 年有 1 名。
- (七) 已知道 QR Code 資訊系統有 4 名，曾使用過 QR Code 資訊系統有 2 名。
- (八) 已知道 iBooks 電子書有 4 名，曾經使用過 iBooks 電子書有 2 名。

由上所述，6 位參與本研究設計之教學者基本背景資料中發現，1.性別皆非同性別，可提供不同性別之觀點；2.在教學年資、年齡及教育程度上，皆為相當豐富教

學經驗的壯年教師，多數為碩士畢業，較能提供在教學活動進行時學生學習成效及較專業的描述；3.在傳統紙本繪本的教學經驗相當豐富，且有一半的教師在電子繪本的使用經驗達 4-6 年，皆有自行製作電子繪本的經驗，對本研究能提供較敏銳的觀察及操作使用上的回饋；4.在 QR Code 資訊系統及 iBooks 電子書使用上，6 位教師皆知道此數位設計，並有 2 位教師曾經使用，對本研究之二種數位設計較能提供五種互動設計原則之判斷能力。故從 6 位參與的教學者背景調查分析結果可以了解，此樣本對本研究中的二種數位化設計工具運用結果分析，能以不同性別之觀點描述，從學生學習成效、觀察、操作使用教學及五種互動設計原則之判斷等能力，對本研究的結果分析討論有相當大的助益。

## 三、研究工具

本研究的目的是在了解 6 位教學者對於「QR Code 科學繪本」及「iBooks 科學繪本」的五種互動設計原則檢核，並在戶外探索教育活動時（如圖 4），觀察學生運用的情形，其工具的使用如下說明：

工具一：QR Codes 科學繪本，如圖 1 行動裝置轉化為數位內容與學習者達成同步的行動學習設計，其科學繪本內容如表 1 所示。

工具二：iBooks 科學繪本，如圖 2：科學繪本 iBooks 設計及操作說明，其科學繪本內容如表 1 所示。

工具三：「QR Code 科學繪本」及「iBooks 科學繪本」等二種數位化互動設

計原則及檢核項目，如表 2 所示。

工具四：依據文獻的探討及研究的設計，針對研究目的編製「數位化科學繪本教學省思訪談大綱」，以利深入分析討論，訪談問題如下：

問題 1. 在戶外以研究設計之數位化科學繪本來進行學生在戶外探索教學的延伸教材學習，您認為對學生的學習成效是否有幫助？請舉例說明。

問題 2. 在戶外以研究設計之數位化科學繪本來進行教學，您認為學生在戶外探索的教學活動上，是否遇到困難？或是您覺得是容易的？請舉例說明。

問題 3. 在戶外以本研究設計之數位化科學繪本來進行學生的延伸教材學習（影音導覽），您覺得優點是什麼？請舉例說明。

#### 四、資料分析及信效度

(一) 工具三之二種數位化互動設計檢核項目，如表 2 互動設計原則及檢核項目，依據文獻探討及研究設計特色，邀請三位專家審查，其背景分別為：1 位環境生態及數位學習專長（大學教授）、1 位科學教育及數位學習設計專長（科學教育博士；國小校長）與 1 位數位學習課程設計專長（課程教育博士；國小教師）修改形成專家效度問卷，修正如表 3 互動設計檢核表，於課程實施後，邀請 6 位教學者填答，最後再進行量化分析。

(二) 工具四「數位化科學繪本教學省思訪談大綱」，依據工具一及工具二之數位化設計，邀請三位專家審查修改形成專家效度訪談大綱，於課程實施後，邀請 6 位教學者填答，最後再進行質性分析，強調以系統化及客觀方式分析訪談內容的特徵（Krippendorff, 2004）。編碼說明：第一碼為六位教學者分別以 A.B.C.D.E.F 表示，第二碼表示問題 1-3 題號，第三碼為設計方式之 QR Code 科學繪本表示 1，iBooks 科學繪本表示 2，如「A-3-2」，表示教學者 A，問題 3 之 iBooks 科學繪本回答內容。

#### 肆、研究結果

本研究目的以科學繪本數位化設計工具運用，教學活動實施後，從 6 位教學者的觀點來了解：1. 科學繪本數位化設計是否符合五個互動設計原則，即簡易性、易視性、導航、好的配對及侷限與回饋等檢核，並分析討論。2. 以半結構式訪談法，深入了解學生在戶外探索之學習成效、操作運用及設計改善等分析討論。其結果如下所示：

##### 一、互動設計檢核分析

由表 2 之文獻探討，設計五種互動原則檢核方式，目的為了解本研究所設計的情境學習互動設計是否有符合其原則，分析結果可用來了解教學者對於此科學繪本數位化戶外探索學習設計的改善，結果如表 3 所示：

表 3：互動設計檢核表 (N=6)

(人數)

檢核項目	說明	非常符合	符合	還好	不符合	非常不符合
1.簡易性	※QR Code 科學繪本 學生只需要短時間學習，就可正確操作使用 QR Code 資訊系統，且學生不再發問系統操作問題。	4	2	0	0	0
	※iBooks 科學繪本 學生只需要短時間學習，就可正確操作使用 iBooks 數位化科學繪本，且學生不再發問系統操作問題。	5	1	0	0	0
2.易視性	※QR Code 科學繪本 學生能很容易辨識紙本科學繪本的 QR Code，了解繪本的 QR Code 可以幫助他進行影音的導覽學習。	6	0	0	0	0
	※iBooks 科學繪本 學生能很容易辨識 iBooks 數位化科學繪本中的影音導覽介面設計，並能了解此介面可以幫助他進行影音的導覽學習。	5	0	0	1	0
3.導航	※QR Code 科學繪本 學生可利用平板電腦的讀取 QR Code 超連結功能，漫遊整個紙本科學繪本所提供的影音導覽教材。	5	0	0	1	0
	※iBooks 科學繪本 學生可利用 iBooks 數位化科學繪本影音導覽超連結功能，漫遊整個數位化科學繪本所提供的影音導覽教材。	5	1	0	0	0
4.好的配對及侷限	※QR Code 科學繪本 使用者不需過多的解釋及刻意記憶，就能操作平板電腦去讀取紙本科學繪本中所配對的 QR Code。	5	0	0	1	0
	※iBooks 科學繪本 使用者不需過多的解釋及刻意記憶，就能操作 iBooks 數位化科學繪本影音導覽的配對位置。	5	0	0	1	0
5.回饋	※QR Code 科學繪本 當學生有要進一步學習時，能提供在紙本科學繪本中有 QR Code 的圖示，學生知道深入學習的方式。	4	2	0	0	0
	※iBooks 科學繪本 當學生有要進一步學習時，能提供在 iBooks 數位化科學繪本中影音導覽介面設計，學生知道深入學習方式。	6	0	0	0	0

由表 3 可以發現，六位教學者分別以 QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本為教學工具，在戶外進行情境教學活動後發現，

首先，有 6 位教學者一致認為二種科學繪本數位設計有符合簡易性及回饋原則，表明學生只需要短時間學習，就可正確操作

及了解深入學習的方式，且不再發問系統操作問題；在易視性原則的部份，有 6 位教學者認為 QR Code 科學繪本有符合此原則，比 iBooks 科學繪本（5 位教學者）多出 1 位，此結果可能是教師認為多數學生習慣於紙本的閱讀方式，電子書的閱讀方式仍有待熟悉的緣故；在導航原則的部份，有 6 位教學者認為 iBooks 科學繪本有符合此原則，比 QR Code 科學繪本（5 位教學者）有較好的設計，此結果 iBooks 科學繪本之數位學習設計會比較好的原因，可能在行動裝置閱讀中，可以馬上點選影片進行學習有關，而另一種設計則需要以 QR Code 掃描器去掃描紙本中的 QR Code，會多一個步驟，但結果也顯示二種設計都可以接受；在好的配對及侷限原則的部份，雖有部份教學者認為新穎的操作方式可能對少許學習者需要些許解釋才能學會使用，但多數教學者認為 QR Code 科學繪本和 iBooks 科學繪本二種設計方式有符合此原則，此結果表明學習者不需過多的解釋及刻意記憶，就能操作影音導覽的配對位置。整體而言，本研究所設計的二種數位化科學繪本皆符合五種互動原則，可以提供在戶外探索教育中被操作及學習用。

## 二、數位化科學繪本教學省思訪談分析

本研究採半結構訪談方式編製了三個問題，並針對教學者實際於戶外教學後，進行錄音訪談並轉換成文字稿，以探討教學者在教學活動過程中所發現的問題，並

整理出系統化的理念架構，務求忠實呈現訪談結果，編碼方式如工具四所述，六位教學者（A.B.C.D.E.F）之背景分析如研究對象說明，為利於簡述其分析，以下將「QR Code 科學繪本設計」簡稱為「甲設計」，「iBooks 科學繪本設計」簡稱為「乙設計」分析結果如下：

### （一）學生使用數位化科學繪本的學習成效分析

#### 主張一：能提升學習動機

針對二種數位化設計，在甲設計上「學生對於使用行動裝置學習充滿好奇及興趣」（A-1-1）及「和傳統繪本不同的學習方式學生很有興趣」（B-1-1），此點和乙設計「學生很有活力的在公園中到處探索」（D-1-2），且「能夠熱烈參與討論數位繪本內容所設計出的問題」（E-1-2）所提出的結果是一致的，多數教學者皆認為能提升學生的學習動機。

#### 主張二：能增進認知理解

針對二種數位化設計，在甲設計上「能專注在實景的對照觀察」（A-1-1），確實能幫助學生學習，這種「延伸教材的學習方式，能解決學生學習的認知不足，幫助對科學繪本的理解。」（A-1-1），此點和乙設計「透過繪本連結的延伸教材（影音導覽），學生容易理解繪本裡的內容。」（F-1-2），因為「和實景有相同的影像（情境），學生容易尋找到自己要的答案。」（F-1-2）所提出的結果是一致的，皆能增進認知理解。

### **主張三：能促進合作學習互動**

針對二種數位化設計，在甲設計上小組內「很合群，增進了成員間的互動及合作。」(B-1-1)(C-1-1)，「對於行動裝置的操作，會的學生卻教會了不熟悉使用方式的學生。」(C-1-1)，此點和乙設計「小組成員間很合群」(D-1-2) 及「遇到疑問，小組間相互學習，並且透過數位繪本裡面的知識進行討論」(E-1-2)所提出的結果是一致的，多數教學者皆認為能促進合作學習互動。

### **二種數位設計學習成效之差異性比較**

從上述的主張可以發現，二種數位化設計在學習動機、認知理解及合作學習上有良好的成效外，但仍有其差異性，甲設計「分組活動需要一人拿著繪本一人拿著行動裝置，有少數學生分心於操作上」(B-1-1)(C-1-1)，而乙設計「學生專心與戶外的實景對照，並直接在行動裝置上操作」(E-1-2)，雖然二種數位設計皆與戶外的實景產生有意義連結進行學習，結果表示乙設計以電子書操作界面一體的方式較能使學生專心於學習。

## **(二) 學生使用數位化科學繪本學習上的難易度分析**

### **主張一：教學活動實施容易**

教學活動要達到易教易學是重要的，此二種數位設計，在甲設計「活動前先學會行動裝置讀取 QR Code 的操作學習，當學生去戶外操作時，大部份的學生都會使

用」(A-2-1) (B-2-1)，由於「閱讀方式沒有很大差異，不需要特別花時間教學生使用。」(A-2-1)，且「很容易進行教學」(A-2-1)(B-2-1)(C-2-1)，此點和乙設計「操作簡單，能使專注學習」(E-2-2)，且「從引起動機、發展活動、綜合活動都相當流暢」(E-2-2)(D-2-2)，所提出的結果是一致的，多數教學者皆認為能使教學活動實施容易，此結果也和。另外，特別重要的是甲設計「利用 QR Code 快速的連結功能，可在短時間內讓學生深入學習」(A-2-1)，同時，此設計的學習式「幫助了學習落後的學生」(C-2-1)；乙設計「可以迅速的找到所需資料，讓學生可以馬上得到回饋」(E-2-2)(F-2-2)、「透過整合圖像、動畫、聲音，並且能夠隨時互動，可適應學生的個別學習差異」(E-2-2)，二種數位設計皆表示能考慮個別學習差異是教學活動實施容易的重要因素。

### **二種數位設計教學活動實施之差異性比較**

雖然多數教學者認為教學活動實施是容易進行，但仍存在些許差異，使用乙設計「有少部份學生仍要習慣電子書整體界面的操作」(D-2-2)(E-2-2)，此觀點和「易視性原則」的調查結果一致，學生長期習慣於紙本閱讀，在電子書的閱讀方式要花一點時間才能去適應才行，但甲設計以傳統的紙本方式進行是更容易的。另外，在使用甲或乙設計「學習時仍要提醒如何搭配數位教材一起學習」(B-2-1)(C-2-1)(D-2-2)，此觀點和「好的配對及侷限原則」的調查結果一致，因教學者認為此新穎的學

習操作方式比傳統戶外直接觀察或繪本閱讀需要些許解釋才能學會使用。

### **主張二：數位設計有其局限性待改善**

數位設計有其局限性待改善，首先，甲和乙設計由於教學場域在戶外，皆有受網路死角而導致「無法連結延伸教材（影音導覽）來幫助學習」（B-2-1）（D-2-2）及「學校行動裝置設備不普及且成本高」（B-2-1）（D-2-2）（F-2-2）等待改善問題；其次，雖然甲和乙有不同的數位設計方式，在規劃分組人數進行合作學習時，教學者認為甲設計「最多 5 人一組」（B-2-1），乙設計「最多 3 人一組」（D-2-2），二種數位設計的教學活動若能「一人一臺行動裝置更好」（B-2-1）（D-2-2），最後，教學者皆認為此新的戶外數位學習方式與傳統學習方式不同，「有少部份學生仍要習慣」（C-2-1）（E-2-2），例如乙設計「有時手指滑動太快，會跳頁閱讀」（F-2-2）等待改善問題。

### **(三) 學生使用數位化科學繪本來進行延伸教材學習（影音導覽）之特色分析**

#### **主張一：具有創意及機動性**

針對二種數位化設計，在甲設計「有趣、富新鮮感，是一種創新教學設計」（C-3-1），其利用平板裡的掃描器應用程式來進行「延伸教材的操作及學習方式很有創意」（A-3-1），「可以讓孩子不受空間限制，自主的學習」（C-3-1），此點和乙設計「和戶外情境一樣的科學繪本富有創意」（D-3-2），行動裝置「攜帶方便，操作簡單，只有用手指觸動就可以學習」（E-3-2）及「相

當方便於戶外進行探索」（F-3-2）所提出的結果是一致的，表示多數教學者皆認為此二種數位設計方式具有創意及機動性。

#### **主張二：教學有效性提高**

針對二種數位化設計，在甲設計「閱讀方式差異不大，只有多一個 QR Code 的圖像，學生容易發現其連結的深入學習操作方式。」（A-3-1），學習內容「和實景有一樣的圖像影片，學生在戶外探索時易於理解繪本的內容」（A-3-1），教學活動上也「較容易教學，因為學生有不理解的地方，可以反覆看延伸教材所提供的資訊，不用教師一直重覆講解」（B-3-1），此點和乙設計「在教學上更容易進行」（F-3-2），除了「學生有較多的時間進行戶外觀察」（E-3-2）之外，「重視學習上的個別差異」（D-3-2），對於「學習較落後的學生有可再次的連結延伸教材進行學習」（E-3-2）所提出的結果是一致的，表示多數教學者皆認為此二種數位設計方式能使教學有效性提高。另外，特別重要的是甲設計「花較少的時間在講解繪本內容，有更多的時間幫助學習落後的學生」（B-3-1），此點對於教學者而言更能全面照顧每一位學生，並重視學習差異；乙設計「教師在戶外教育有更多的時間去指導學生及注意學生安全」（D-3-2），此點對於戶外教學活動安排首重安全第一的考量下，更有較多的時間去注意每一位學生的學習行為。

#### **二種數位設計延伸教材學習（影音導覽）之差異性比較**

從上述的主張可以發現，二種數位化



設計在創意及機動性及教學有效性上有良好的成效外，但仍有其差異性，使用甲設計「當紙本不平整或反光時掃描 QR Code 的圖像較不易」(A-3-1)，此觀點和在導航原則的調查結果一致，因乙設計電子書的界面一體設計，可以馬上點選影片進行學習，不需再針對 QR Code 圖像掃描讀取連取，故在延伸教材學習（影音導覽）的操作使用，乙設計較甲設計來的較好。

## 伍、結論與建議

本研究的目的是了解學生運用「QR Code 科學繪本」及「iBooks 科學繪本」等二種數位化設計工具在戶外探索教育活動之探討，教學活動實施後，從 6 位教學者的觀點分別進行分析討論，其結論與建議如下：

### 一、結論

結論一：二種數位化科學繪本設計皆有良好的設計原則

- (一) QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本皆符合簡易性及回饋原則，二者沒有差異。
- (二) QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本皆符合易視性原則，其中可能習慣於紙本的閱讀方式，傳統的紙本 QR Code 科學繪本比 iBooks 科學繪本稍佳。
- (三) QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本皆符合導航原則，其中 iBooks 科學繪本可在行動裝置中直接閱讀，

可以馬上點選影片進行學習，比 QR Code 科學繪本稍佳，較不會造成迷航現象。

- (四) QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本皆符合好的配對及侷限原則，有 5 位教學者認同學習者不需過多解釋及刻意記憶，就能操作影音導覽的配對位置。

結論二：教學者普遍認為二種數位化科學繪本設計可以有效幫助學生在戶外探索之學習

- (一) QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本二種皆有「提升學習動機」、「增進認知理解」及「促進合作學習互動」等成效。
- (二) QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本二種皆具有「操作及教學活動進行容易」之特色。
- (三) QR Code 科學繪本及 iBooks 科學繪本二種皆具有「創意及機動性」及「教學有效性提高」之特色。

### 二、建議

- (一) 有效增進教師研發設計能力，對師資培育與教師研習機構應規劃及提供與時俱進的數位科技整合的相關課程，其內容應符合全球教育趨勢，並強調理論與實務相結合。國民小學可與鄰近之產、官、學、研等機構，建立合作共好之夥伴關係，協助教師增能機會及課程研發的能力，利用社區資源特色來選擇適切的主

題課程操作，並進行專業對話及分享回饋。

- (二) 全面提升學校數位行動裝置設備的普及率，盡量達到一人使用一臺行動裝置，培養學生使用行動裝置來進行學習之習慣，並針對在 QR Code 科學繪本的設計規劃上宜最多 5 人為一組進行共同合作學習，才能依個人的學習差異進行學習。在 iBooks 科學繪本的設計規劃上宜安排最多 3 人一組共同使用行動裝置，對閱讀的視角較好，才不會有死角，且學生在閱讀時，有時手指滑動太快，會跳頁閱讀的設計方式應針對良好的界面配對及圖示再進行改善。
- (三) 提供戶外上網攜帶型分享器，解決在戶外操作使用時上網死角的問題，並先行測試教學場域上網的流暢性，以便於在教學內容與動線安排整體設計的適切性。

### 三、綜合討論

本研究之二種數位化科學繪本設計皆以 QR Code 圖示清楚標示出與戶外場域的實景可以產生有意義的連結，並透過行動裝置來快速連結在地化影音導覽教材作為在閱讀時的深入學習，因設計上的不同，從教學者的角度及觀察學習者學習可以發現，其優點為二者設計方式皆獲得良好的設計原則，並有效在戶外幫助學生學習，其中以 iBooks 電子書的設計除可以節省

資源浪費外，更有功能一體、攜帶方便及無所不在的學習特色。當然任何數位學習設計方式有其局限性及增進的部份，例如：戶外場域網路死角的考慮、行動裝置教學設備採購價格貴所造成的普及度不高及分組合作學習時一人一機會較符合個適化的學習成效等問題。故在課程研發方面，首先，宜盤點學習場域的資源，以戶外實際情境和各學習階段之科學學習目標相對應，待確定學習動線後，再依學習內容編製戶外情境式科學繪本，其次，為考量教師數位設計能力及行動設備不足的情況下，建議先以 QR Code 科學繪本設計方式進行，至於延伸影音導覽教材的製作可以手機拍攝影片上傳到 YouTube，並製作相對應的 QR Code 圖像到紙本上，若進一步要以 iBooks 科學繪本方式來製作，則可在原有基礎上以 iBooks Author 應用程式來進行。對未來研究的建議：由於本研究為一先導型研究，僅限於教學者以二種科學繪本的數位設計方式進行初步的觀察與分析討論，其結果或有推論不足之情形，未來宜針對學習者進一步調查其學習成就及滿意度，並以不同的研究方法進行，相信會有不同的研究結果及貢獻。

### 參考文獻

- Adams, E. J., Nguyen, A. T., & Cowan, N. (2018). Theories of working memory: Differences in definition, degree of modularity, role of attention, and purpose. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 49*(3), 340-355.
- Baldwin, A. A. (2015). Developing an

- interactive textbook using iBooks Author. *Federation of Business Disciplines Journal*, 3, 1-12.
- Berg, B. L. (1998). *Qualitative research methods for the social sciences* (3rd ed.). Needham Heights, MA : Viacom.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2003). *Biology concepts & connections* (6th ed.). San Francisco: Benjamin Cummings Company press.
- Cheng, C. K., & Lee, Y. C. (2019). Develop the Four Cs through Picture Book Teaching Activities. *Hwa Kang English Journal*, 24, 49-75.
- Courage, M. L. (2019). From print to digital: The medium is only part of the message. In *Reading in the Digital Age: Young Children's Experiences with E-books* (pp. 23-43). Springer, Cham.
- Cramer, T. (2010). *A Case of Taking QR Codes to the Park*. Fort Smith and The National Parks Service EContent, October 28-30.
- Doty, D. E., Popplewell, S. R., & Byers, G. O. (2001). Interactive CD-ROM storybooks and young readers' reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(4), 374-384.
- Farkas, M. (2010). *Guided by Barcodes , American Libraries*, from <http://libraryshoptalk.wordpress.com/2010/07/29/guided-by-barcodes/>
- Giasiranis, S., & Sofos, L. (2016). Production and evaluation of educational material using augmented reality for teaching the module of "representation of the information on computers" in junior high school. *Creative Education*, 7(09), 1270-1291
- Graham, L. (1999). *The principles of interactive design*. NY: Delmar.
- Hill, N. (2009). Hyper linking Reality, *LIBRARY JOURNAL*, July, P38-39.
- Hung, P. H., Hwang, G. J., Su, I. H., & Lin, I. H. (2012). A concept-map integrated dynamic assessment system for improving ecology observation competences in mobile learning activities. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(1), 10-19. (ISSN 2146-7242).
- International Reading Association (2009). New literacies and 21st-century technologies: *A position statement of the International Reading Association* (IRA PS 1067), from <http://www.reading.org/General/AboutIRA/PositionStatements/21stCenturyLiteracies.asp>
- Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). The NMC horizon report: 2012 higher education edition. Austin, TX: *The New Media Consortium*. Retrieved March 31, 2012, from <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/HR2012.pdf>
- Kim, J. A., & Kim, J. K. (2013). A Study on GUI Development of Memo Function for the E-Book: A Comparative Study Using iBooks. *Multimedia and Ubiquitous Engineering. Lecture Notes in Electrical Engineering 240*, pp 431-438.
- Kong, S. C. (2015). An experience of a three-year study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and technological support. *Computers & Education*, 89, 16-31.
- Korat, O., & Falk, Y. (2019). Ten years after: Revisiting the question of e-book quality as early language and literacy support. *Journal of Early Childhood Literacy*, 19(2), 206-223.
- Kotlarsky, A., & Zhu, X. (2016). *U.S. Patent No. 9,355,288*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Krippendorff, K. (2004). "Reliability in Content Analysis: Some Common Misconceptions and Recommendations." *Human Communication Research*, 30(3): 411-433.
- Kristof, R. & Satran, A. (1995). *Interactivity by design: creating and communication with new media*. Mountain View: Adobe Press.
- Lai, H. C., Chang, C. Y., Li, W. S., Fan, Y. L., & Wu, Y. T. (2013). The implementation of mobile learning in

- outdoor education: Application of QR codes. *British Journal of Educational Technology*, 44(2), E57-E62.
- Liu, S. J., Zhang, J., Pan, J. S., & Weng, C. J. (2018). A novel information embedding and recovering method for qr code based on module subdi vision. *Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, 9(2), 515-522.
- Lu, C. C., Lin, S. H., & Tsai, C. W. (2008). *The study of teaching course design by CD-ROM storybooks of micro biologists*. Paper presented at Conference of Asian Science Education CASE 2008, National Kaohsiung Normal University, Taiwan.
- Lyne, M. (2009). *What Is A QR Code And Why Do You Need One?* Oct 15 at 2:07pm ET, from <http://searchengine. land.com/what-is-a-qr-code-and-why-do-you-need-one-27588>
- Mango, O. (2015). Ipad use and student engagement in the classroom. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 14(1), 53-57.
- Margolin, S. J., Snyder, N., & Thamboo, P. (2018). How Should I Use My E-Reader? An Exploration of the Circumstances Under Which Electronic Presentation of Text Results in Good Comprehension. *Mind, Brain, and Education*, 12(1), 39-48.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107-119.
- Mok, C. (1996). *Designing business: Multiple media, multiple disciplines*. San Jose, CA: Adobe Press.
- Norman, A. (2000). *The Psychology of Everyday Things*, from [http://intra.iam.hva.nl/content/1011/cim/design\\_research/intro-en-materiaal/DesignofEverydaythings.pdf](http://intra.iam.hva.nl/content/1011/cim/design_research/intro-en-materiaal/DesignofEverydaythings.pdf)
- Roesler, O., Aly, A., Taniguchi, T., & Hayashi, Y. (2018). A probabilistic framework for comparing syntactic and semantic grounding of synonyms through cross-situational learning. In *ICRA-18 Workshop on Representing a Complex World: Perception, Inference, and Learning for Joint Semantic, Geometric, and Physical Understanding*. Brisbane, Australia.
- Sadri, A., Murphy, A. D., & Odili, J. (2012). iPad local flap pre-operative planning: A good training tool. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 65(12), 1746.
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, 81, 221-234.
- Whalley, W. B., Mauchline, A. L., France, D., Park, J., & Welsh, K. (2018). The iPad six years on: Progress and problems for enhancing mobile learning with special reference to fieldwork education. In *Mobile Learning and Higher Education* (pp. 8-18). Routledge.

投稿日期：108 年 10 月 29 日

接受日期：108 年 12 月 26 日

# Design of Science Picture Books for the Application of Digital Technology in Outdoor Education: The Viewpoint from Educators

Wen-Shian Lee<sup>1</sup>, Mei-Chun Lin<sup>1</sup>, Chun-Yen Chang<sup>1,2,3</sup>, Hsin-Chih Lai<sup>4\*</sup>, and Hue-Min Lin<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

<sup>2</sup> Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University

<sup>3</sup> Science Education Center, National Taiwan Normal University

<sup>4</sup> Department of Green Energy and Environmental Resources, Chang Jung Christian University

<sup>5</sup> Tainan Municipal East District Chongming Elementary School

## Abstract

The purpose of this study is to discuss the application of students' outdoor exploration activities, which uses two digital design tools, "QR Code science picture book" and "iBooks science picture book", and references for educators' design in the future. After the implementation of the outdoor education activities, following the five interactive design principles (ease of use, visibility, navigation, good mapping and constraint, feedback) to inspect the two digital designs of these two science picture books from the perspective of 6 instructors. Simultaneously, supplemented by semi-structured interviews with educators in qualitative research methods, to further understand the learning effectiveness, operation and design improvement of students in outdoor exploration, the findings are as follows:

1. Both digital design tools conform to the five interaction design principles, and the process of students' learning has the following characteristics: "improving learning motivation", "improving cognitive understanding", "promoting cooperative learning interaction", "creative and convenient", "improving teaching effectiveness" and "operation and Teaching activities are easy to implement."
2. The two digital designs have same disadvantages, such as in which the Internet cannot be accessed resulting in the inability to connect with the audio-visual guide extension to the textbooks, as well as the students still have to get used to different learning methods from the traditional. Besides, they have different problems to be solved: the different number of members arranged for the group to carry out cooperative learning, the popularity of mobile devices in schools is low and so on.

The results of this study indicate that educators believe that the digital design of scientific picture books can help learners effectively integrate with real-life situations. Through the experience exploration of themselves in the actual environment, and the supplementing teaching materials with audiovisual guides, learners can discover and solve problems, and improve their understanding on the contents of scientific picture books.

**Keywords:** cognitive theory of multimedia learning (CTML), quick response code (QR Code), iBooks, science picture books

---

\* corresponding author