

# 國小生在探究式學習中自我效能感、表情符與科學概念理解之初探

林美君<sup>1</sup> 陳欣珏<sup>2</sup> 張俊彥<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>國立臺灣師範大學 科學教育研究所

<sup>2</sup>國立臺灣科技大學 機械工程系

## 摘要

本研究旨在使用Go-Lab線上探究式教材模組，探討國小學童自我效能感、表情符與科學概念理解的關聯性，並瞭解正負向心情的相關因子。研究對象為新北市一所國民小學的五年級學生，共計73位。本研究採用前實驗研究的單組前後測設計法，並同時運用質性與量化的研究方法進行探討。研究者依學生在「自我效能感量表」與「表情符」的分數，將學生分成高、低兩個組別。結果顯示，結構化探究式學習有助於學生對水溶液酸鹼度科學概念的理解。另外，探究活動後，學生在自我效能感之「我鼓勵自己完成自然課的作業」項目有顯著提升。高自我效能感的學生不僅進步幅度較大，心情也較佳。同樣地，心情較佳的學生也會有較大的進步幅度。學生正向心情的相關因子為「學業成就感」，尤其是「學業成就感」中的「難易度」與「任務達成」兩個項目。然而，負向心情的學生，往往難以表達自己負向感受的具體理由。最後，研究者依據研究結果，提出未來在提升學生心情與自我效能感之教學實踐與研究上的若干建議。

**關鍵詞：**Go-Lab、自我效能感、表情符、結構化探究式學習

## 壹、緒論

根據九年一貫「自然與生活科技學習領域」課程綱要指出，學習科學必須讓學生學會進行探究活動，採用實驗或實地觀察的方式進行學習(教育部，2008)。十二年國民基本教育課程綱要「自然科學領域」強調教師必須提供學生探究式學習(inquiry-based learning)、問題解決的機會，養成相關知能的科學探究能力，並給予學生動手操作的機會

(教育部，2018)。可見無論是九年一貫變革，乃至目前所推行的十二年國民基本教育，皆著重於科學探究之重要性。

過去研究顯示，探究式學習會影響學生的自我效能感(perceived self-efficacy) (Fernandez, 2017; Şen & Sezen Vekli, 2016; Sulistiyo & Wijaya, 2020)，而自我效能感又與心情的調節有關(Mills et al., 2007; Zulkosky, 2009)。學生的自我效能感與心情亦會影響他們的學習表現與成效

\*通訊作者：張俊彥，changcy@ntnu.edu.tw

(投稿日期：民國111年1月2日，修訂日期：民國111年3月22日，接受日期：民國111年3月22日)

(Liew & Tan, 2016; Mills et al.)。對自己能力具有高度把握的人就算面臨失敗，仍會表現堅強並持續努力；即使遭遇失敗或挫折，他們可以很快恢復效能感，而且會將失敗歸因於自身努力不足，或是缺乏適當的知識與技能。當自我效能感高的人面對挑戰時，較具有信心控制這些不確定的情況，而這些積極的觀點促使個人產生成就、減輕壓力，且能降低罹患憂鬱症的機會(Bandura, 1994)。Heuven等(2006)針對空服員進行研究，發現自我效能感可以減少執行心情任務(emotion work)時所帶來的不良影響，且能提高工作的投入程度。由此可知，自我效能感在心情調節中扮演著極為重要的角色。然而，鮮少有研究者探討學生心情與探究式學習的關聯性，更遑論瞭解學生正負向心情的相關因素。因此，本研究設計探究式教材模組，以瞭解不同自我效能感與心情的學生在進行探究式學習後之學習表現差異。

本研究採用的線上探究式教學平臺為Go-Lab平臺。在Go-Lab的「探究學習空間」(Inquiry Learning Space, ILS)中有許多線上虛擬實驗室與應用程序，可以用來支持探究式學習。教師能夠在Go-Lab中的「ILS」設計教材模組，營造出適合學生的探究式學習環境(de Jong et al., 2014; Dikke & Faltin, 2015; Gillet et al., 2013)。「ILS」中的教材模組可依循著探究階段的學習循環進行設計。過去研究顯示，Go-Lab平臺能促進學生獲得深入的概念領域知識以及探究技能(de Jong et al., 2014; de Jong et al., 2015)。

## 貳、文獻探討

### 一、結構化探究式學習

探究式學習是一種教學策略，教師嘗試讓學生依照類似科學家的方法及訓練來構建

知識(Keselman, 2003)。探究式學習強調主動參與(de Jong & van Joolingen, 1998)；然而，即使是中學生在探究式學習上依舊面臨挑戰。根據Edelson等(1999)的研究發現，教學設計要能激發學生學習的積極性，如果學生不懂得如何蒐集、分析及解釋數據，就難以進行有意義的研究。此外，學生也應具備組織和管理的能力，才能順利完成他們的探究任務。根據教師是否提供研究問題、探究活動和研究結果，探究式學習共可分為四個層次，具體描述如下(Bell et al., 2005)：

- (一)食譜式探究(confirmation)：學生已知研究問題、實驗過程與研究結果，學生完全按照老師的指示完成研究。
- (二)結構化探究(structured inquiry)：學生已知研究問題與實驗過程，必須依照教師指導的程序才能獲得研究成果。
- (三)引導式探究(guided inquiry)：研究問題由教師提供，至於探究活動及成果則是由學生自行設計與探索。
- (四)開放式探究(open inquiry)：學生自行設計研究問題，體驗實驗過程並發現研究成果。

根據之前的研究，學生須有充分支持方能進行有效的探究式學習(Alfieri et al., 2011)，Eysink等(2015)的研究亦指出，小學資優學生採用結構化的課程學習可以學得更好。誠如de Jong (2010)所說，探究式學習能為學習者建立合適的鷹架，提高其學習效率，並達成有效學習。因此，在本研究中，研究者採用「結構化探究模組」的教學設計。

Pedaste等(2015)分析32篇描述探究階段或週期的文章，總結出探究式學習的核心特徵，包含五個階段：定向(orientation)、概念化(conceptualization)、調查(investigation)、結論(conclusion)以及討論(discussion)，如「附

錄一」所示。研究者茲將五個階段具體陳述如下：

- (一)定向：尋找與科學相關的研究課題。
- (二)概念化：提出可檢驗的假設，並對研究結果進行預測。
- (三)調查：透過觀察、設計程序以及進行實驗來收集數據，以作為證據。
- (四)結論：將解釋與科學知識聯繫起來，以建立科學理論與模型。
- (五)討論：將新知識與現有觀念進行比較，彼此分享並預測未來的研究結果。

## 二、自我效能感

自我效能感是指個人運用自身能力，相信自己能否做到某些事情、達成目標的程度。自我效能感信念會影響個人的感受、思考、激勵自己與行動，而認知、動機、情感和選擇則是四個影響自我效能感的因子(Bandura, 1994)。Mills等(2007)指出，學生的自我效能感會影響其學業成績。自我效能感低的學生只願付出較少的努力，堅持性有限；然而，對自己能力有高度自信的學習者，會願意完成具有挑戰性的任務，即使遇到困難時，也能表現出更強的毅力、顯示較低的焦慮感，且會靈活運用學習策略，對於自我表現評估更為準確。

Bandura (1997)指出，影響學生的自我效能感有四大因素：過去表現、替代經驗、口頭說服和情感暗示。這四個因子有助於學生決定他們是否相信自己具有完成特定任務的能力。Britner與Pajares (2006)針對中學生研究其自我效能感信念的來源。結果發現，學生過去的表现是自我效能感的最強來源。因此，他們建議教師應該根據學生的發展，在所從事的學習活動中提供鷹架支持

(scaffolding)，藉此建立學生的自我效能感。Yantraprakorn等(2013)的研究亦發現，鷹架支持對於學生寫作過程的理解，以及解決學習困難都具有助益。當學生理解內容知識，達到獨立完成任務或掌握任務的程度時，學習體驗由此產生。藉此，學生就會對自己完成任務的能力充滿信心。Şen與Sezen Vekli (2016)的研究發現，探究式教學方法對於職前科學教師的自我效能感以及科學過程技能，都具有積極的影響性。Sulistiyo與Wijaya (2020)調查探究式學習對於十一年級學生電腦思維技能和自我效能感的影響。研究結果表明，探究式學習對於提升學生的自我效能感具有幫助。因此，在學習時，教師若能提供適當的鷹架，不僅可以促使學生擁有足夠的自我效能感，亦有助於增進學生的心情調適能力。

## 三、表情符

人們面對面交流時的非語言暗示(例如：語調和肢體動作)可以傳遞感情，有助於管理信息與意義之間的關係(Murphy, 2017)。然而，資訊蓬勃發展後，利用電腦或網路聯繫的機會增多。對此，Herring與Dainas (2017)指出，在電腦媒介通訊中，線上的視覺交流元素被稱為圖標(graphicons)，其中包括：情感圖標(emojis)、表情符號(emoji)、圖像互換格式(GIFs)、影像(images)，以及影片(videos)。Azuma與Ebner (2008)認為，線上的圖標或許能成為一種通用的符號語言，可用以解決語言和文化差異。van der Sluis等(2012)指出，對於認字與表達能力有限的兒童而言，想要衡量孩子的樂趣及享受程度並非易事。為瞭解孩童的想法，Read (2008)開發「樂趣工具包」(Fun Toolkit)這套專門蒐集兒童對於技術意見的材料。其內含三種工具：

「表情符」(smileyometer)、「樂趣分類器」(fun sorter)，以及「再一次表格」(again-again table)，讓兒童藉此對產品傳遞意見。這套工具兼具有趣、快速和公平，不僅適用於四歲兒童，也可用於蒐集青少年的想法。其中的表情符是最為常用的工具，可在從事活動前後使用。表情符的測量方式採用1～5分的李克特(Likert)「視覺模擬量表」(visual analogue scales)，在五個面部表情符號下方會呈現出對應的心情語詞。孩童只需要在一張臉上打勾，研究人員便能得知孩子們的心情狀態。表情符具有相當多的優點：易於勾選、快速完成且無需書寫，對閱讀能力有限的孩童而言，非常容易藉此傳遞自己的意見。

## 參、研究目的

本文研究目的為：探討結構化探究式學習對學生在水溶液酸鹼度的概念理解上是否有幫助，並瞭解學生的自我效能感、心情與其對科學概念理解之關聯性。另外，本研究亦進一步討論使其產生不同心情的可能因素。根據上述研究目的所延伸出的問題如下：

- 一、結構化探究式學習是否會提升學生對水溶液酸鹼度科學概念的理解？
- 二、學生在進行結構化探究活動後，是否會提升自我效能感？
- 三、高低自我效能感學生的科學概念理解與進步幅度的差異？
- 四、高低自我效能感學生的心情差異為何？
- 五、不同心情學生的科學概念理解與進步幅度差異？
- 六、表情符所隱藏的背後含意為何？

## 肆、研究方法

本研究採用前實驗研究中的單組前後測設計法及問卷調查法，以「水溶液酸鹼度之領域知識測驗」、「自我效能感量表」(self-efficacy scale)，以及「表情符」為主要量化資料分析來源，輔以「表情符選取理由」的文字質性資料佐證量化內容。藉此瞭解高、低自我效能感學生在「進步幅度」與「心情」上的差異。以下就研究設計、研究對象、教學設計，以及研究工具分別進行闡述。

### 一、研究設計與研究對象

本研究根據研究目的設計結構化探究式教材模組。教材模組的設計者為兩位科學教育領域的專家。其中一位為該校正式教師，有20年的國小教學經驗，負責教案設計；另外一位則熟悉Go-Lab平臺的操作，負責線上教材模組的編排。本課程為「自然與生活科技領域」中的「水溶液的酸鹼度」單元，選擇此單元的理由為：在國小階段教授強酸、強鹼，若從事實體實驗，較具有危險性，而Go-Lab可以直接嵌入虛擬實驗，能讓學生線上操作，兼具安全性與便利性。在探究活動進行前一週，學生們完成「貼近性評量(close assessment)前測」，並填寫「自我效能感量表」。一週後，學生們使用Go-Lab的「ILS」進行探究活動。在進行探究活動前，教師會先介紹Go-Lab平臺的操作方式。接著，學生們大約有45分鐘的時間完成探究活動中的三個任務。在完成任務二與任務三後，學生須完成「立即性評量」(immediate assessment)；另外，在完成每項探究任務以及作出結論時，學生都須填寫「表情符」以表達他們的



心情，共需填寫四次。完成探究活動後，學生亦須完成「貼近性評量後測」，並再次填寫「自我效能感量表」，實驗流程如表1所示。

研究者邀請國小五年級學生參與研究，共計73名學生，包括35名女生和38名男生。這些五年級學生在進行研究前還沒有學習過酸鹼度，對於水溶液酸鹼度的認知程度相似。因此，可以測試本探究活動是否幫助他們深入瞭解酸和鹼的概念。2021年5月中受到Covid-19的影響，臺灣各級學校面臨停課，學生轉而進行線上學習。儘管所有參與者都有線上學習經驗，但受試者尚未在課堂上使用過Go-Lab。因此，在進行研究之初，研究者會先向學生解釋並教導如何操作Go-Lab平臺。

## 二、教學設計

研究者遵循臺灣「十二年國民基本教育課程綱要」設計本研究教案。因此，探究活動內容符合學校的教學大綱。探究活動的教學目標是讓學生探索水溶液的酸鹼度、瞭解溶液pH值的概念、學習如何使用酸鹼試紙，並學習不同溶液的導電率。Go-Lab的「ILS」能嵌入實驗室，讓學生得以進行虛擬實驗。除此之外，學習環境還提供假設工具、表格工具和結論工具，幫助學生提出他們的假

設、記錄實驗數據、分析結果以驗證假設的正確性，並作出結論。

探究活動中包括三個探究任務。在第一個探究任務中，學生需要透過線上實驗室探索每種溶液的pH值。在第二個探究任務中，學生藉由線上實驗室學習使用酸鹼試紙來測試各種水溶液的pH值。在第三個探究任務中，學生利用線上實驗室測量不同pH值水溶液的導電率。結構化探究活動，提供學生表格用以記錄各種水溶液的pH值，在後續的每個探究任務中，學生都可以查看之前記錄的溶液pH值表單。探究任務的虛擬實驗與結構化探究活動的紀錄表格，如「附錄二」所示。

## 三、課程結構

本研究的水溶液酸鹼度單元設計是基於探究式學習的五個階段：定向、概念化、調查、結論及討論(Pedaste et al., 2015)。Go-Lab平臺為學生提供他們在探究過程中所需的線上實驗室和應用程式。課程中嵌入的線上實驗室允許學生進行虛擬實驗。此外，假設工具、表格工具、結論工具等應用程式可以幫助學生提出假設、記錄實驗數據，並檢驗假設。在調查階段中，學生必須完成三個探究任務。在任務二與任務三結束後，學生皆需要完成「立即性評量」，教材模組會給

表1：實驗流程

期程	活動	時間
第一週	貼近性評量前測	10分鐘
	自我效能感量表	10分鐘
第二週	老師介紹Go-Lab平臺	10分鐘
	結構化探究活動	45分鐘
	貼近性評量後測、自我效能感量表	25分鐘

予學生「立即回饋」，直到學生答對為止。答錯時，會呈現「請再試一次」、「再加油喔」等鼓勵字眼；答對時，則會出現「一級棒」、「你好聰明喔」等讚美詞句。在完成「調查」階段的每項探究任務，以及「結論」階段時，學生必須勾選「表情符」，並以文字描述選取該表情符的理由。課程結構如表2所示。

#### 四、研究工具

##### (一)領域知識測驗

領域知識測驗是用來檢視學生對本課程主題的科學概念理解與進步幅度。根據Ruiz-Primo等(2002)多層次評量的觀點，本研究的領域知識測驗包括「立即性評量」與「貼近性評量」。「立即性評量」指的是學生在完成探究任務後「立即」作答的評量測驗。本研究一共有三個探究任務，學生在完成探究任務二與探究任務三後，各需立即完成三個單選題。因此，「立即性評量」一共有六題單選題。每題1分，滿分為6分。答對可得1分，答錯則為0分。「貼近性評量」指的是學生在「進行探究活動前」與「完成探究活動後」所完成的測驗。「貼近性評量」分成前測與後測兩個部分。前、後測各有十題單選題，兩者所測驗的科學概念相同，難易度亦相同，但題目內容不同。問題1～4符合探究

任務一，檢視學生對pH值觀念的認識，以及是否知道如何判定溶液的酸鹼度(例如：「pH值是用來測量什麼的符號？」、「某個溶液的pH值 = 7，你覺得它會是下列哪種溶液呢？」)。問題5～7符合探究任務二，檢視學生是否知道酸鹼試紙的使用方式(例如：「如何正確地使用酸鹼試紙？」、「下列何者是錯誤使用酸鹼試紙的方法？」)。問題8～10符合探究任務三，檢視學生是否可以分辨不同溶液的導電度(例如：「下面哪種溶液的導電性最強？」、「你覺得下列何者會影響溶液的導電度？」)。前測和後測的題目計分方式為每題10分，最高分100分。每個選擇題有四個選項。為避免學生隨意猜測答案造成的錯誤，當學生不知道答案時，可勾選「我不知道」。前測和後測中的問題相似但不同，測試的概念與難易度相同。換句話說，兩者具有「可比較性」。在研究人員設計了前測和後測後，邀請兩位資深的科學教育老師檢視問題的清晰度，並確認問題的難易程度適用於研究參與者。

##### (二)自我效能感量表

「自我效能感量表」用以評估學生認為自己在科學活動中是否有能力完成特定任務。題目內容選取自Usher與Pajares (2008)的「自我效能感量表」。考量到國小五年級

表2：水溶液酸鹼度單元的課程結構

階段	單元內容
1.定向	透過討論日常生活的飲品，引發學生的學習動機。
2.概念化	請學生預測日常生活中的飲品，屬於酸性或鹼性溶液。
3.調查	請學生操作線上實驗，利用老師給予的表格記錄各個溶液的pH值。另外，在後續每個探究任務中，學生都可以檢視先前所記錄的溶液pH值紀錄表。 在任務二、任務三結束後，均給予「立即性評量」，學生作答後，可以立即得到回饋。 在每個任務結束後，都會詢問學生當下的心情狀態。
4.結論	在此步驟中替學生總結，教學生如何判定溶液的酸鹼度。 在此階段，詢問學生當下的心情狀態。
5.討論	透過自然課本中介紹水溶液的單元，幫助學生反思整個探究的過程。

學生閱讀與理解文字的能力有限，研究者將問卷題目內容加以編修成國小生能理解的文字。問卷由七個題目組成，皆以第一人稱「我」作為開頭，要求學生反思他們在學習自然科學課程當中的行為與態度。學生被要求盡可能陳述他們認為自己從事特定任務的能力如何。因此，學生的回答可以用來反映他們對自己在學習科學方面之能力的判斷。問卷為李克特氏五點量表，學生從「做得非常差」(1分)到「做得非常棒」(5分)之中勾選其中一個選項。原始問卷採用Cronbach's  $\alpha$ 係數進行信度分析，分析結果顯示Cronbach's  $\alpha$ 值為.83，說明問卷具有良好的內部一致性。自我效能感量如「附錄二」所示。

### (三)表情符

本研究所採用的「表情符」(圖1)改編自Read (2008)所開發的「樂趣工具包」中的「表情符」，用以測量學生的心情。在學生完成每項探究任務後，都必須勾選「表情符」，以表達對這個探究任務的感受。「表情符」為李克特式五點量表，採用1～5分計分方式，從負面心情到正面心情可分為「生氣」(1分)、「不开心」(2分)、「普通」(3分)、「愉快」(4分)、「非常高興」(5分)。學生可以從這五個表情符號中，選擇一個來表明他們的心情。學生在勾選「表情符」後，需要再以文字敘述，加以說明勾選該項「表情符」的理由。

## 五、資料分析

### (一)量化分析

為了評估結構化探究式學習是否對學生在酸鹼度的概念理解有所助益，以及學生自我效能感、心情與科學概念理解之間的關聯性，研究者分別於探究活動前、後實施「貼近性評量」，並請學生填寫「自我效能感量表」。另外，在探究活動歷程中，實施「立即性評量」，並請學生勾選「表情符」。測驗結果之量化資料採用SPSS 25版統計軟體進行統計分析。本研究以成對樣本 $t$ 檢定瞭解學生在完成探究活動後對於水溶液酸鹼度單元的科學概念進步情形，以及自我效能感的提升情形。獨立樣本 $t$ 檢定則用以比較高低自我效能感學生在探究活動前、中、後的科學概念理解情形差異，以及探究活動中的心情差異。另外，研究者亦以獨立樣本 $t$ 檢定衡量不同心情學生在探究活動前、中、後的科學概念理解情形差異。

### (二)質性分析

學生正負向心情有眾多潛在的相關因子，為瞭解哪些面向與學生的心情有關，研究者將學生在「表情符」下所填寫的心情理由加以編碼，並製作表3的編碼表。兩位研究者先進行初步討論，製作出編碼表後，再各自進行獨立編碼。經過檢核若發現有不一致性，兩位研究者會就差異的部分進行討論，直到達成共識。編碼後以Spearman相關係數進行評分者間的信度評估，得相關係數.99 ( $p < .001$ )，達高度相關性。



圖1：表情符

資料來源：重繪自“Validating the Fun Toolkit: An instrument for measuring children’s opinions of technology,” by J. C. Read, 2008, *Cognition, Technology & Work*, 10(2), 119-128.

表3：選取「表情符」的理由內容編碼表

相關因子	定義	例子
1.學業成就感	學生在完成探究任務後，所感受到的滿足與成功程度	
1-1 難易度	學生對於「探究任務」與「立即性評量」難易程度的感受	1.這些題目都還蠻簡單的 2.對我來說有一點難 3.好難
1-2 任務達成	學生是否順利完成「探究任務」的感受	1.我完成了第二項任務 2.因為還有題目
1-3 習得知識	在完成探究任務後，學生是否感受到學習了新的知識	學到了更多知識，很開心
1-4 自信	學生完成「探究任務」後的信心程度	1.信心度增加了 2.因為我太聰明了 3.我太笨
2.立即回饋	學生在獲得「立即回饋」後，對於自己「答對」或「答錯」的感受	1.因為都答對心情自然不錯 2.因為有寫錯 3.因為作答錯誤時，會有鼓勵的話
3.課程的趣味性	學生對於探究式教材模組設計的感受	1.因為有派大星(圖片) 2.因為實驗好玩 3.覺得這些題目很好玩
4.學習環境	學生對於所處學習環境的感受	
4-1 空調設備	學生對於學習環境溫度的感受	1.很開心，因為可以吹冷氣 2.好熱
4-2 電腦設備	學生對於電腦設備使用上的感受	1.電腦沒有當機 2.電腦故障
5.無具體理由	學生並未列舉出心情感受的具體理由	1.不知道 2.我就是開心

本研究參考Magen-Nagar與Cohen (2017)對於「學業成就感」的定義，將其描述為學習者給予自我學業成就正面評價的程度。因此，研究者將「難易度」、「任務達成」、「習得知識」、「自信」這四個子項目都歸類在「學業成就感」面向當中。根據先前的研究，「即時回饋評量技術」(immediate feedback assessment technique)可以提升學生的學習成就(Epstein et al., 2001; Epstein et al., 2002)。因此，本研究在教材模組中設置「即時回饋評量技術」。在學生填寫「立即性評量」時，教材模組會給予學生「立即回饋」，學生可立即知道答案是否有誤。答錯時，教材模組會給予鼓勵字眼；答對時，則會出現「一級棒」、「你好聰明

喔」等讚美詞句。在質性編碼時發現，學生答對或答錯，以及「所得到的回饋字眼」都會與其心情相關。因此，研究者將這些理由歸類在「立即回饋」面向當中。另外，根據Long (1985)的定義，滿意度指的是學習者對學習經歷的愉悅感受。Lee (2008)的研究指出，學生「個人特質」、「師資」、「課程」、「學習環境」都是影響學習滿意度的因素之一。因此，本研究將學生對「教材模組設計」(例如：圖片設計、虛擬實驗、立即性評量)的感受歸類為「課程的趣味性」，並將學生對所處「學習環境」(例如：空調設備、電腦設備)的感受歸類為「學習環境」。對於無法提出具體心情理由者，研究者將之歸類於「無具體理由」。



伍、研究結果

一、水溶液酸鹼度科學概念的學習成效

為了探討學生在體驗本探究活動後，科學概念理解是否有所提升，研究者使用成對樣本*t*檢定進行統計分析。研究參與者共有73位國小五年級生。成對樣本*t*檢定分析結果顯示，學生的成績有顯著提高( $t = -5.99$ ， $p < .001$ ， $d = 0.81$ )。而這些學生尚未學習溶液的酸鹼度，他們的平均成績從51.64提高到72.05，如表4所示。這樣的研究結果表明，結構化探究有助於學生對水溶液酸鹼度科學概念的理解。

二、探究活動後，學生自我效能感的提升情形

為了探討學生在體驗本探究活動後的自我效能感是否有所提升，研究者以成對樣本*t*檢定，比較學生在探究活動前與探究活動後所填寫的「自我效能感量表」分數。研究發現，問卷中的1～6題未呈現顯著的進步(結果未顯示)，僅有第七題(我鼓勵自己完成自然課的作業)有顯著的提升( $t = -4.25$ ， $p = < .001$ ， $d = 0.47$ )，如表5所示。這樣的研究結果意味

著，結構化探究活動可以提升學生部分的自我效能感。

三、不同自我效能感學生的科學概念理解情形

考量到進行結構化探究活動後，學生的自我效能感會有變動。因此，研究者請學生在探究活動後再次填寫「自我效能感量表」，並以此量表的分數進行分組。量表分數大於或等於中位數者為高分組，小於中位數者為低分組。研究者接著比較兩個組別在探究活動前、中、後的科學概念理解差異情形。研究結果顯示，兩個組別在探究活動前的表現無顯著差異，顯示兩組學生具有同質性。然而，在探究活動後，高分組的成績表現顯著優於低分組( $t = -2.68$ ， $p = .009 < .01$ ， $d = 0.63$ )。高分組的「貼近性評量」後測成績平均為78.75，低分組平均為63.94。這樣的結果顯示，高分組在進行探究活動後，其成績進步幅度顯著高於低分組。另外，在探究活動中，高分組的成績表現亦顯著優於低分組( $t = -2.25$ ， $p = .028 < .05$ ， $d = 0.54$ )，高分組的「立即性評量」成績平均為4.53，低分組平均為3.82，如表6所示。綜上所論，高自我效能感的學生，無論在探究活動中的科學概念

表4：學生學習成效之成對樣本*t*檢定

N	前測		後測		<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
	Mean	<i>SD</i>	Mean	<i>SD</i>			
73	51.64	25.77	72.05	24.49	-5.99	< .001	0.81

表5：學生自我效能感之成對樣本*t*檢定

題數	前測		後測		<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
	Mean	<i>SD</i>	Mean	<i>SD</i>			
第七題	3.52	1.27	4.08	1.13	-4.25	< .001	0.47
整體平均	3.76	0.91	3.94	0.96	-1.77	.080	0.19

註：N = 73。

表6：不同自我效能感學生對科學概念理解的差異

項目	貼近性評量(前測)		立即性評量		貼近性評量(後測)	
	低分組	高分組	低分組	高分組	低分組	高分組
<i>M</i>	47.27	55.25	3.82	4.53	63.94	78.75
<i>SD</i>	24.66	26.41	1.51	1.09	24.49	22.67
<i>t</i>	-1.32		-2.25		-2.68	
<i>p</i>	.190		.028		.009	
Cohen's <i>d</i>	0.31		0.54		0.63	

註：低自我效能感： $N = 33$ ；高自我效能感： $N = 40$ 。

理解，抑或探究活動後學習進步幅度上，皆顯著優於低自我效能感的學生。

#### 四、不同自我效能感學生的心情差異

本研究的探究活動在調查階段包含三項探究任務。學生在完成每項探究任務及在「結論」階段作出結論後，皆須勾選「表情符」。研究者根據學生於探究活動後所填寫的「自我效能感量表」分數進行分組。量表分數大於或等於中位數者為高分組，小於中位數者為低分組，藉此比較高低自我效能感學生的表情符分數差異。獨立樣本 $t$ 檢定的統計結果顯示，每一項任務與結論部分，兩個組別均呈現顯著差異。整體而言，高自我效能感的表情符平均分數為4.19，低自我效能感的表情符平均分數為3.22。兩者的差異性， $t = -4.66$ ， $p < .001$ ，如表7所示。這樣的研究結果顯示，高自我效能感學生，無論在

各項探究任務或結論中，其心情皆顯著優於低自我效能感。

#### 五、不同心情學生的科學概念理解情形

為了檢視不同心情學生的科學概念理解差異，研究者根據學生表情符分數的平均進行分組。表情符分數大於或等於中位數者為高分組，小於中位數者為低分組。研究者接著比較兩個組別在探究活動前、中、後的科學概念理解差異情形。研究結果顯示，兩個組別在探究活動前的表現無顯著差異，顯示兩組學生具有同質性。然而，在探究活動後，高分組的成績表現顯著優於低分組( $t = -2.19$ ， $p = .032 < .05$ ， $d = 0.51$ )。高分組的「貼近性評量」後測成績平均為78.11，低分組平均為65.83。這樣的結果顯示，高分組在進行探究活動後，其成績進步幅度顯著高於低分組。另外，在探究活動中，高分組的成績表現亦顯著優於低分組( $t =$

表7：高低自我效能感的心情差異

Factor	低自我效能感			高自我效能感			心情差異(低 vs. 高)		
	<i>N</i>	Mean	<i>SD</i>	<i>N</i>	Mean	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
任務一	31	3.42	1.03	35	4.14	0.91	-3.03	.003	0.74
任務二	32	2.97	1.18	40	4.10	1.11	-4.19	< .001	0.99
任務三	33	3.12	1.34	38	3.92	1.19	-2.66	.010	0.63
結論	27	3.56	1.34	36	4.44	0.91	-2.97	.005	0.77
平均	33	3.22	1.00	40	4.19	0.78	-4.66	< .001	1.08

-3.25,  $p = .002 < .01$ ,  $d = 0.76$ ), 高分組的「立即性評量」成績平均為4.68, 低分組平均為3.72。如表8所示。綜上所論, 心情較佳的學生, 無論在探究活動中的科學概念理解抑或探究活動後學習進步幅度上, 皆顯著優於心情較差的學生。

## 六、「表情符」所隱藏的背後含意

學生正負向心情的潛在相關因子具有多元性。為了探討學生勾選不同「表情符」的理由, 研究者將學生在「表情符」下的文字敘述加以編碼, 並製作表3的編碼表。編碼

表分成五個面向, 分別為「學業成就感」、「立即回饋」、「課程的趣味性」、「學習環境」、「無具體理由」。研究者加以分析每個面向在整體心情, 以及正、負向心情所占的比例分配。

就整體心情而言, 無論是在探究任務一、二、三, 或者「結論」階段, 「學業成就感」在影響學生心情的面向中所占的比例最高, 其次是「無具體理由」, 如表9及圖2所示。另外, 在正向心情方面, 無論是在探究任務一、二、三, 或者「結論」階段, 「學業成就感」在影響學生的心情上所占的

表8：不同心情學生對科學概念理解的差異

項目	貼近性評量(前測)		立即性評量		貼近性評量(後測)	
	低分組	高分組	低分組	高分組	低分組	高分組
<i>M</i>	48.89	54.32	3.72	4.68	65.83	78.11
<i>SD</i>	25.94	25.66	1.39	1.11	27.40	19.84
<i>t</i>	-0.90		-3.25		-2.19	
<i>p</i>	.371		.002		.032	
Cohen's <i>d</i>	0.21		0.76		0.51	

註：表情符低分組： $N = 36$ ；表情符高分組： $N = 37$ 。

表9：影響正、負向心情面向的人數比例分配表

編碼	任務一			任務二			任務三			結論		
	正向	負向	整體	正向	負向	整體	正向	負向	整體	正向	負向	整體
1	45.0%	0.0%	39.4%	34.2%	30.8%	33.8%	35.9%	29.4%	30.1%	54.3%	50.0%	50.0%
	18	0	26	13	4	24	14	5	22	25	3	31
2	2.5%	0.0%	1.5%	13.2%	23.1%	15.5%	25.6%	35.3%	30.1%	10.9%	0.0%	6.5%
	1	0	1	5	3	11	10	6	22	5	0	4
3	27.5%	0.0%	16.7%	18.4%	0.0%	9.9%	5.1%	0.0%	2.7%	6.5%	0.0%	4.8%
	11	0	11	7	0	7	2	0	2	3	0	3
4	10.0%	0.0%	6.1%	18.4%	7.7%	12.7%	12.8%	5.9%	8.2%	6.5%	0.0%	4.8%
	4	0	4	7	1	9	5	1	6	3	0	3
5	15.0%	100%	36.4%	15.8%	38.5%	28.2%	20.5%	29.4%	28.8%	21.7%	50.0%	33.9%
	6	5	24	6	5	20	8	5	21	10	3	21
總和	40	5	66	38	13	71	39	17	73	46	6	62

註：編碼1、2、3、4、5分別為「學業成就感」、「立即回饋」、「課程的趣味性」、「學習環境」、「無具體理由」。

比例最高，如表9及圖3所示。「學業成就感」包含四個子項目，分別為「難易度」、「任務達成」、「習得知識」與「自信」。研究者進而檢視在「學業成就感」面向，不同子項目所占的比例，如表10及圖4所示。結果顯示，在探究任務一、二、三當中，「難易度」所占的比例最高，且絕大多數學生都表達因為任務很簡單，而有正向心情；其次是「任務達成」。然而，在「結論」階段，「任務達成」所占的比例最高；其次則是「難易度」與「習得知識」。這樣的結果顯示，在探究任務中，學生會因為「任務簡單」而有正向心情。另外在「結論」階段，學生也會因為「終於完成任務」而有正向心情。就個數來說，整體而言，正向心情的學生個數遠大於負向心情的學生個數。學生在「結論」階段，正向心情的學生個數最多，一共有46位。

在負向心情方面，在任務一、二當中，

「無具體理由」在影響學生心情的面向中所占的比例最高，如表9及圖5所示。任務三當中，「立即回饋」所占的比例最高。結論階段則是「學業成就感」與「無具體理由」的比例最高。這樣的結果表明，負向心情的學生往往不懂表達自己心情不佳的具體理由。另外，任務三的部分，學生通常會因為答錯而影響心情，顯示出「立即回饋」對於學生的心情有正面，亦有負面的影響。答對的學生常有較佳的心情，而答錯的學生常伴隨負面心情。然而，研究者觀察到依然有答錯的學生持有正向心情，原因來自於答錯不列入計分，抑或「立即回饋」中出現鼓勵等話語。換言之，要減少「立即回饋」所帶來的負向心情，可以在探究任務開始前，給予學生一段說明的文字，告知學生探究歷程不列入學習成績，請學生安心作答。另外，當學生答錯時，也可以給予他們加油的話語，以減少它們的挫敗感。在結論階段，學生的

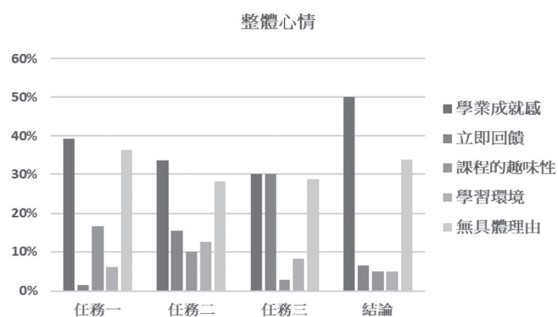


圖2：影響整體心情面向的比例長條圖

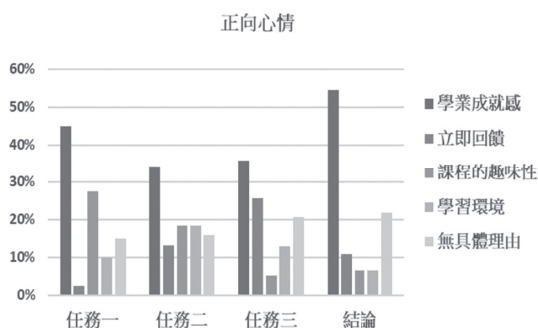


圖3：影響正向心情面向的比例長條圖

表10：學生正向心情在「學業成就感」面向的相關因子人數比例分配表

編碼	任務一	任務二	任務三	結論
1-1難易度	10 (52.63%)	6 (46.15%)	8 (57.14%)	7 (28.00%)
1-2任務達成	6 (31.58%)	3 (23.08%)	4 (28.57%)	10 (40.00%)
1-3習得知識	2 (10.53%)	2 (15.38%)	2 (14.29%)	7 (28.00%)
1-4自信	1 (5.26%)	2 (15.38%)	0 (0.00%)	1 (4.00%)
總和	19	13	14	25



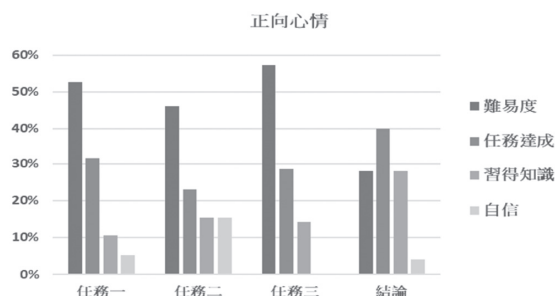


圖4：學生正向心情「學業成就感」面向相關因子的比例長條圖

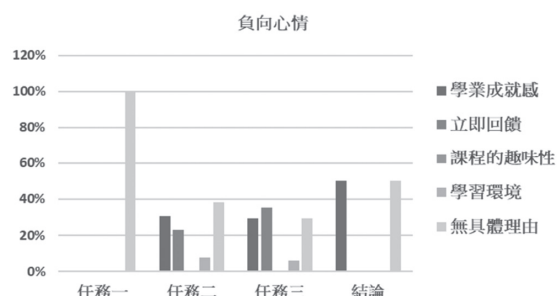


圖5：影響負向心情面向的比例長條圖

負向心情除了「無具體理由」外，「學業成就感」也占了很高的比例。因著「學業成就感」而有負向心情的學生，往往認為題目很難而心情沮喪。教師在設計教材時，不妨依據學生的「貼近性評量」前測成績分成高、低兩個組別，並設計出兩個探究式版本。高分組可以進行比較具有挑戰性的探究任務，而低分組則給予更多的鷹架支持，以完成探究活動。

## 陸、討論

### 一、結構化探究式學習有助於學生理解水溶液酸鹼度的概念

本研究結果顯示，結構化探究式學習可以提升學生對科學概念的理解，與過去的研究結果相符(陳欣珏、張俊彥，2019)。Trautmann等(2004)年指出，結構化探究可減少學生因實驗結果不理想或經歷失敗而感到沮喪，並降低學生對未知事物的恐懼(Trautmann et al.)。根據Edelson等(1999)提出之科學探究教學所面臨的挑戰，學生若無法掌握探究活動的技巧，諸如：資料收集、分析、解釋等能力，便無法進行有意義的學習。此外，若學生缺乏先備知識，他們將很難從探究式學習中獲得發展與應用科學概念的能力。再者，學習環境也可能在所能使用

的資源與時間上給予諸多限制，降低學生的學習效益。本研究的研究參與者為國小學童，過去未曾有過探究式學習的經驗，遑論線上探究式學習，加上缺乏水溶液酸鹼度的先驗知識，又受限於國小每週自然課固定節次的限制，研究者所能實施線上探究式活動的時間非常有限，僅有45分鐘。因此，本研究採用結構化探究式學習，不僅可幫助學生逐步完成任務，更可節省學生們設計探究活動所需花費的時間。研究結果顯示，教材模組中的鷹架支持有助於學生在對探究式學習感到陌生且時間有限的情況下，獲得良好的學習成效。這樣的研究結果亦符合過去學者們的研究(de Jong, 2010; Eysink et al., 2015)。

### 二、結構化探究式學習有助於提升學生的自我效能感

Yantraprakorn等(2013)的研究發現，教學環境中提供鷹架支持可以促使學生具備足夠的自我效能感。Şen與Sezen Vekli (2016)的研究亦發現，探究式教學可以提升職前科學教師的自我效能感。Ketelhut (2007)針對100名七年級學生進行研究，研究發現在特定環境中真實的、基於探究的課程，可能有助於提高學生的自我效能感。Fernandez (2017)進行的行動研究也顯示，使用探究式教學後，學生的自我效能感顯著提高。以及，Sulistiyo

與Wijaya (2020)調查探究式學習對於高中十一年級學生電腦思維技能和自我效能感的影響，結果表明探究式學習有助於提升學生的自我效能感。本研究在探究活動後，學生的自我效能感僅有第七題「我鼓勵自己完成自然課的作業」顯著提升，而整份量表的總平均雖有提升(從3.76提升至3.94)，但未達顯著。這與過去學者的研究結果略有差異。推測是因本研究的探究活動時間僅有45分鐘，對學生整體自我效能感的提升程度有限。然而，本研究也發現，在完成探究活動後，學生未來更願意鼓勵自己完成自然課的作業，如同Bandura (1997)所指出，自我效能感通常伴隨著動機因素。本研究結果說明，學生在完成探究活動後，未來更加願意持之以恆的達成教師所指定的自然課作業任務。

### 三、高自我效能感學生對科學概念理解的進步幅度較大

Mills等(2007)指出，學生的自我效能感信念會影響他們的學業成績。Jackson (2002)的研究顯示，提升學生的自我效能感信念有助於提高他們的學習表現。Zimmerman (2000)也同樣指出，在過去的20年裡，自我效能感已經成為學生學習成績的高效預測指標。本研究結果亦發現，高自我效能感的學生在完成探究活動後對科學概念的理解顯著優於低自我效能感的學生。這說明學生的自我效能感與他們的進步幅度有關。

### 四、高自我效能感學生的心情較佳

個人的自我效能感會影響其所面臨的挑戰、付出的努力、面對困難時的堅持程度、思維模式，以及對壓力和抑鬱的脆弱性(Wood & Bandura, 1989)。Bandura (1994)指出，自我效能感與壓力、抑鬱、焦慮和無助感息息相關。低自我效能感的人伴隨低自尊，對自己

的成就和個人發展顯得較為悲觀。Zulkosky (2009)也表明，自我效能感高的人將困難的任務視為挑戰，不會試圖迴避它們；然而，自我效能感低的人，則會倍感壓力，顯得抑鬱、焦慮，顯露出無助感。Mills等(2007)指出，對自己的能力有高度自信的學生，在遇到困難時表現出更強的毅力、流露出較低的焦慮感。當他們處理威脅性的狀況時，他們具有信心可以控制這些情況。Heuven等(2006)的研究亦指出，自我效能感可以緩衝執行心情任務所帶來的不良影響。由此可知，自我效能感在心情調節中扮演至關重要的角色。本研究結果亦發現，學生的自我效能感與其心情有關。高自我效能感的學生，無論在三項探究任務抑或結論中，其心情皆顯著優於低自我效能感的學生。這樣的研究結果表明，高自我效能感高的學生，確實比較容易調適自己的心情。

### 五、心情佳的學生對科學概念理解的進步幅度較大

Bryan與Bryan (1991)的研究指出，國小學童的正向情緒有助於他們在數學上的學習表現。Bryan等(1996)的研究亦發現，正向情緒學生在閱讀學習任務的表現上，較中性情緒學生來得好。Scrimin等(2014)的研究則表明，學生的負向情緒會使他們的學業成就低落。Bakic等(2014)的研究顯示，正向情緒可以提高大學生在數學概率上的學習速度。而Liew與Tan (2016)的研究表明，積極的情緒可以促進大學生的多媒體學習。Febrilia與Warokka (2011)的研究則發現，負向情緒會對學生的學習有負向的影響。另外，Bryan等的研究還發現，正向情緒有助於認知功能，這些功能需要靈活、整合、創造力和解決問題等等能力，且正向情緒會促使學生在記憶中組織學術材料，以便更好地回憶。學生的正

向情緒可以幫助他們取得更好的學業成績。換句話說，一個人的情緒越正向，學習的渴望和動力就越高，從而獲得更好或更高的考試成績。本研究亦得出相同的研究結果，心情較佳的學生，無論在探究活動中的科學概念理解，抑或探究活動後學習進步幅度上，皆顯著優於心情較差的學生。

## 六、學生正負向心情的相關因子不同

根據本研究結果顯示，「學業成就感」是學生正向心情的主要來源。可見「成就感」對學生心情的影響很大。本研究將「學業成就感」分成四個子項目：「難易度」、「任務達成」、「習得知識」，以及「自信」。在三個探究任務階段，學生正向心情的主要來源為「難易度」，學生往往表示因為任務簡單而有好心情。在「結論」階段，學生因為「難易度」而產生負向心情的比例亦最高，他們往往因題目困難而感到挫折。這說明在未來的課程設計上，需要特別注意課程的難易度，必須符合學生的程度，以保持他們的正向心情。

此外，在「結論」階段，學生則會因為「任務達成」產生正向心情。Bradbury (2016) 指出學生的專注力大約可以維持10 ~ 15分鐘。因此，在設計探究任務時，應盡可能讓學生在15分鐘內完成一項探究任務，除了避免他們分心外，更能維持其正向心情。整體而言，在整個探究歷程中，正向心情的學生個數遠大於負向心情，說明本研究的探究活動設計得當。學生在結論階段的正向心情人數最多，可見學生在完成整個探究活動後，較容易出現正向心情。

在過去的研究中，回饋被視為促進學習的有效工具，無論是在學習效率、學習動機，抑或學習成效上(Corbalan et al., 2009;

Krause et al., 2009; Moreno, 2004; Narciss & Huth, 2006)。然而，Baadte與Schnotz (2014)的研究指出，回饋並非對每個學生的心情或學習成就都有正向影響。對於某些學生而言，回饋反而會導致他們的學業表現與情緒下降。我們的研究結果亦發現，雖然回饋會讓答對的學生出現正向情緒，但也使得某些答錯的學生產生負向情緒。即便如此，回饋中所給予的鼓勵加油話語，卻會使部分答錯學生具有正向情緒。由此可知，回饋的功能固然重要，但回饋的文字用語對於學生情緒的影響更加具有關鍵性。

本研究發現，在探究任務一、二與結論中，學生「負向心情」的主要來源以「無具體理由」所占的比例最高。研究者推測，學生可能不懂抑或不願意表達出真正負向心情的理由。建議未來可以邀請學生較為信任的老師擔任訪談者，私下詢問學生內心的感受，以利瞭解真實的想法。

## 柒、結論與建議

### 一、結論

本研究探討了結構化探究式學習中，國小學童自我效能感、表情符與科學概念理解的關聯性。結果表明結構化探究式學習可以幫助學生理解國小五年級自然與生活科技之水溶液酸鹼度的科學概念。另外，本研究亦發現結構化探究式學習有助於提升學生自我效能感之「我鼓勵自己完成自然課的作業」，顯示學生未來更加具有動機達成自然課的作業任務要求。國小學童在結構化探究式學習中，自我效能感亦與其心情及對科學概念的理解有顯著關聯性。最後，本研究觀察發現，學生正負向心情的主要相關因子不同，「學業成就感」為學生正向心情的主要相關因子，尤其是「難易度」與「任務達

成」兩個子項目，而負向心情的學生則較難表達負向心情的具體理由。

## 二、建議

### (一)教學實踐的建議

目前國小階段的教學仍舊採用教師講授教學方式居多，然而，本研究顯示，結構化探究教學有助於學生對水溶液酸鹼度科學概念的理解，並且可以提升學生的自我效能感，使學生更加主動完成自然課作業。因此，研究者建議未來的教學方式可以結合線上探究式教學平臺，利用結構化探究教材模組，讓學生透過提出假設、研究調查、結果分析、作結論等探究過程來學習科學概念。另外，本研究發現學生的正向心情與其對科學概念理解的進步幅度有關。因此，研究者建議未來教學應就「學業成就感」、「立即回饋」、「課程的趣味性」，以及「學習環境」等四個面向加以著墨，進而促進學生的正向心情。

在「學業成就感」方面，研究者建議授課內容為學生尚未學習過的科學概念，讓學生得以汲取新的知識。另外，研究者建議各項探究任務長短需適中，使學生可以在15分鐘之內完成一項探究任務。教師編排的教材內容難易度也必須符合學生的程度。藉由上述教學設計提升學生的成就感。另外，就「立即回饋」面向而言，雖然根據過去的研究，「立即回饋」可以提升學習成就(Epstein et al., 2001; Epstein et al., 2002)，且本研究亦顯示答對的同學會出現正向心情。然而，水能載舟，亦能覆舟；本研究也發現答錯的同學可能會出現負向心情。那麼，改善學生產生負向心情的方式就是在探究任務開始前，

告知學生作答結果不列入學習成績，並在學生答錯時給予加油鼓勵的話。因此，研究者建議未來教師在給予學生「立即回饋」的同時，最好也能告訴學生「答錯沒關係，再試一次就好了」，藉此降低學生因答錯而有的挫敗感與焦慮感等負向心情。

至於「教材設計」方面，本研究發現學習者會因著教材設計中有趣的實驗、圖片，以及題目而產生正向心情。因此，研究者建議可以在教材中嵌入虛擬實驗室、線上實驗室，教授的內容可以搭配學生喜愛的卡通圖片，而設計的題目則可著重於日常生活中會接觸到的事物或議題，讓學生不感到枯燥乏味。最後，在「學習環境」面向，本研究發現學習者所處的空調與電腦設備，均會影響其心情，建議未來的教學者善用空調設備，維持適當的溫度，並且檢視電腦設備資源，以利提升學習者的正向心情。

### (二)未來研究的建議

本研究發現結構化探究教學可以提升學生對水溶液酸鹼度單元科學概念的理解，建議未來的研究者可以探討的問題為：結構化探究教學是否也能在其他科學單元中提升學生的學習成效。另外，本研究發現學生的自我效能感與其對科學概念理解的進步幅度有關，而結構化探究活動可以提升學生自我效能感中的「鼓勵自己完成自然課的作業」。研究者期待未來能夠有更多研究去探討如何提升學生的自我效能感，進而提升他們的學習成效。另外，研究者亦觀察到負向心情的學生往往較難說出自己心情不佳的理由，建議未來可以邀請學生信任的教師做後續訪談，以瞭解學生真實的想法與感受。



## 參考文獻

教育部(2008)。國民中小學九年一貫課程綱要總綱。https://reurl.cc/vdGND1

[Ministry of Education. (2008). *General guidelines of grades 1-9 curriculum for elementary and junior high school education*. https://reurl.cc/vdGND1]

教育部(2018年11月2日)。十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域。http://bit.ly/3vUz7DI

[Ministry of Education (2018, November 2). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary, junior high schools and general senior high schools—Natural sciences*. http://bit.ly/3vUz7DI]

陳欣珏、張俊彥(2019)。網路探究活動對國中高、低批判思考能力學生之探究能力及演化概念知識的影響。科學教育學刊，27(4)，229-250。https://doi.org/10.6173/CJSE.201912\_27(4).0002

[Chen, H.-C., & Chang, C.-Y. (2019). The influence of web-based inquiry activity on inquiry ability and evolution conceptual knowledge of junior high school students with high and low critical thinking skills. *Chinese Journal of Science Education*, 27(4), 229-250. https://doi.org/10.6173/CJSE.201912\_27(4).0002]

Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18. https://doi.org/10.1037/a0021017

Azuma, J., & Ebner, M. (2008). A stylistic analysis of graphic emoticons: Can they be candidates for a universal visual language of the future? In J. Luca & E. Weippl (Eds.), *Proceedings of EdMedia: World conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications* (pp. 972-979). Association for the Advancement of Computing in Education.

Baadte, C., & Schnotz, W. (2014). Feedback effects on performance, motivation and mood: Are they moderated by the learner's self-concept? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(5), 570-591. https://doi.org/10.1080/00313831.2013.781059

Bakic, J., Jepma, M., De Raedt, R., & Pourtois, G. (2014). Effects of positive mood on probabilistic learning: Behavioral and electrophysiological correlates. *Biological Psychology*, 103, 223-232. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.09.012

Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4, pp. 71-81). Academic Press.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.

Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*,

72(7), 30-33.

- Bradbury, N. A. (2016). Attention span during lectures: 8 seconds, 10 minutes, or more? *Advances in Physiology Education*, 40(4). <https://doi.org/10.1152/advan.00109.2016>
- Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485-499. <https://doi.org/10.1002/tea.20131>
- Bryan, T., & Bryan, J. (1991). Positive mood and math performance. *Journal of Learning Disabilities*, 24(8), 490-494. <https://doi.org/10.1177/002221949102400808>
- Bryan, T., Mathur, S., & Sullivan, K. (1996). The impact of positive mood on learning. *Learning Disability Quarterly*, 19(3), 153-162. <https://doi.org/10.2307/1511058>
- Corbalan, G., Kester, L., & van Merriënboer, J. J. G. (2009). Dynamic task selection: Effects of feedback and learner control on efficiency and motivation. *Learning and Instruction*, 19(6), 455-465. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.07.002>
- de Jong, T. (2010). Instruction based on computer simulations. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 446-466). Routledge.
- de Jong, T., Gillet, D., Sotiriou, S., Agogi, E., & Zacharia, Z. (2015, August). *Designing inquiry learning spaces for online labs in the Go-Lab platform*, [Conference]. Paper presented at 16th Biennial Conference of the European Association for Research in Learning and Instruction.
- de Jong, T., Sotiriou, S., & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: The Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 1(3). <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0003-6>
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- Dikke, D., & Faltin, N. (2015, July). *Go-Lab MOOC—An online course for teacher professional development in the field of Inquiry-Based Science Education*, [Conference]. Paper presented at 7th International Conference on Education and New Learning Technologies.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (1999). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. *Journal of the Learning Sciences*, 8(3-4), 391-450. <https://doi.org/10.1080/10508406.1999.9672075>
- Epstein, M. L., Epstein, B. B., & Brosvic, G. M. (2001). Immediate feedback during academic testing. *Psychological Reports*, 88(3), 889-894. <https://doi.org/10.2466/pr0.2001.88.3.889>
- Epstein, M. L., Lazarus, A. D., Calvano, T. B., Matthews, K. A., Hendel, R. A., Epstein, B. B., & Brosvic, G. M. (2002). Immediate feedback assessment technique promotes learning and corrects inaccurate first responses. *The Psychological Record*, 52(2), 187-201. <https://doi.org/10.1007/BF03395423>

- Eysink, T. H. S., Gersen, L., & Gijlers, H. (2015). Inquiry learning for gifted children. *High ability studies*, 26(1), 63-74. <https://doi.org/10.1080/13598139.2015.1038379>
- Febrilia, I., & Warokka, A. (2011). *The effects of positive and negative mood on university students' learning and academic performance: Evidence from Indonesia*, [Conference]. Paper presented at the 3rd International Conference on Humanities and Social Sciences.
- Fernandez, F. B. (2017). Action research in the physics classroom: The impact of authentic, inquiry based learning or instruction on the learning of thermal physics. *Asia-Pacific Science Education*, 3(3). <https://doi.org/10.1186/s41029-017-0014-z>
- Gillet, D., de Jong, T., Sotirou, S., & Salzmann, C. (2013). Personalised learning spaces and federated online labs for STEM education at school. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Ed.), *2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 769-773). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/Edu-Con.2013.6530194>
- Herring, S., & Dainas, A. (2017, January). "Nice picture comment!" *Graphicons in Facebook comment threads*, [Conference]. Paper presented at the 50th Hawaii International Conference on System Sciences. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.264>
- Heuven, E., Bakker, A. B., Schaufeli, W. B., & Huisman, N. (2006). The role of self-efficacy in performing emotion work. *Journal of Vocational Behavior*, 69(2), 222-235. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2006.03.002>
- Jackson, J. W. (2002). Enhancing self-efficacy and learning performance. *The Journal of Experimental Education*, 70(3), 243-254. <https://doi.org/10.1080/00220970209599508>
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921. <https://doi.org/10.1002/tea.10115>
- Ketelhut, D. J. (2007). The impact of student self-efficacy on scientific inquiry skills: An exploratory investigation in River City, a multi-user virtual environment. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 99-111. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9038-y>
- Krause, U.-M., Stark, R., & Mandl, H. (2009). The effects of cooperative learning and feedback on e-learning in statistics. *Learning and Instruction*, 19(2), 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.003>
- Lee, Y.-J. (2008). A study of the influence of instructional innovation on learning satisfaction and study achievement. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 4(2), 43-54.
- Liew, T. W., & Tan, S.-M. (2016). The effects of positive and negative mood on cognition and motivation in multimedia learning environment. *Educational Technology & Society*, 19(2), 104-115. <https://reurl.cc/QLeVzO>
- Long, H. B. (1985). Contradictory expectations? Achievement and satisfaction in adult learning.

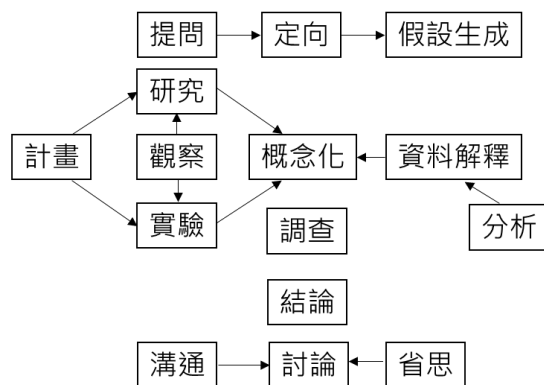
- Journal of Continuing Higher Education*. 33(3), 10-12. <https://doi.org/10.1080/07377366.1985.10401035>
- Magen-Nagar, N., & Cohen, L. (2017). Learning strategies as a mediator for motivation and a sense of achievement among students who study in MOOCs. *Education and Information Technologies*, 22(3), 1271-1290. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9492-y>
- Mills, N., Pajares, F., & Herron, C. (2007). Self-efficacy of college intermediate French students: Relation to achievement and motivation. *Language Learning*, 57(3), 417-442. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2007.00421.x>
- Moreno, R. (2004). Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional Science*, 32(1-2), 99-113. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021811.66966.1d>
- Murphy, J. (2017, November 6). *Make online messaging personal by embracing the nonverbal*. <http://bit.ly/3wfmIJv>
- Narciss, S., & Huth, K. (2006). Fostering achievement and motivation with bug-related tutoring feedback in a computer-based training for written subtraction. *Learning and Instruction*, 16(4), 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.07.003>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Read, J. C. (2008). Validating the Fun Toolkit: An instrument for measuring children's opinions of technology. *Cognition, Technology & Work*, 10(2), 119-128. <https://doi.org/10.1007/s10111-007-0069-9>
- Ruiz-Primo, M. A., Shavelson, R. J., Hamilton, L., & Klein, S. (2002). On the evaluation of systemic science education reform: Searching for instructional sensitivity. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 369-393. <https://doi.org/10.1002/tea.10027>
- Scrimin, S., Mason, L., & Moscardino, U. (2014). School-related stress and cognitive performance: A mood-induction study. *Contemporary Educational Psychology*, 39(4), 359-368. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.09.002>
- Şen, C., & Sezen Vekli, G. (2016). The impact of inquiry based instruction on science process skills and self-efficacy perceptions of pre-service science teachers at a university level biology laboratory. *Universal Journal of Educational Research*, 4(3), 603-612. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040319>
- Sulistiyo, M. A. S., & Wijaya, A. (2020). The effectiveness of inquiry-based learning on computational thinking skills and self-efficacy of high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1581. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012046>



- Trautmann, N., MaKinster, J., & Avery, L. (2004, April). *What makes inquiry so hard? (and why is it worth it?)*, [Conference]. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting. <http://bit.ly/3P7dw2E>
- Usher, E. L., & Pajares, F. (2008). Self-efficacy for self-regulated learning: A validation study. *Educational and Psychological Measurement*, 68(3), 443-463. <https://doi.org/10.1177/0013164407308475>
- van der Sluis, F., van Dijk, B., & Perloy, B. (2012). Measuring fun and enjoyment of children in a museum: Evaluating the Smileymeter. In A. J. Spink, F. Grieco, O. E. Krips, L. W. S. Loijens, L. P. J. J. Noldus, P. H. Zimmerman (Eds.), *Proceedings of measuring behavior 2012* (pp. 86-89). Noldus Information Technology. <http://bit.ly/3KVTnJu>
- Wood, R., & Bandura, A. (1989). Impact of conceptions of ability on self-regulatory mechanisms and complex decision making. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(3), 407-415. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.56.3.407>
- Yantraprakorn, P., Darasawang, P., & Wiriyakarun, P. (2013). *Enhancing self-efficacy through scaffolding*, [Conference]. Paper presented at the 3rd International Conference on Foreign Language Learning and Teaching. <http://bit.ly/3slLy9B>
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>
- Zulkosky, K. (2009). Self-efficacy: A concept analysis. *Nursing Forum*, 44(2), 93-102. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6198.2009.00132.x>

## 附錄

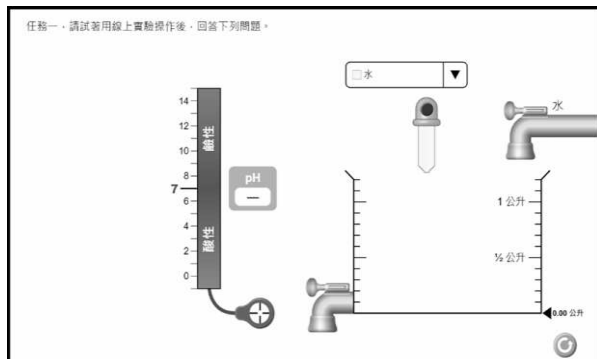
附錄一、Pedaste 等的綜合探究循環模式



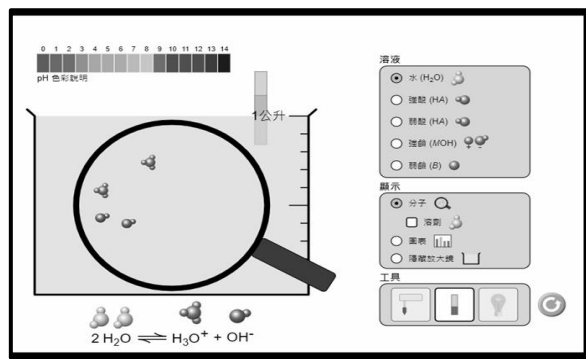
資料來源：Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). *Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle*.

*Educational research review*, 14, 51.

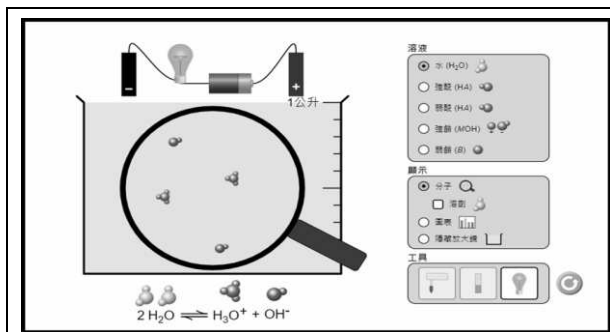
## 附錄二、探究任務的虛擬實驗與紀錄表格



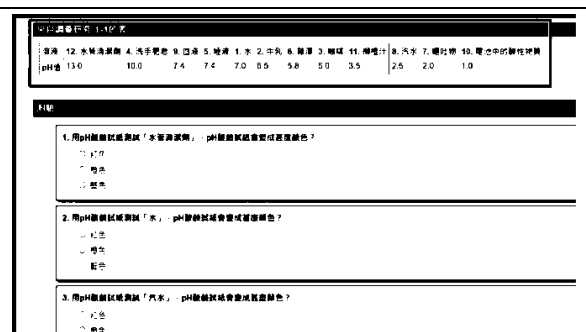
### 任務一：利用線上實驗室，探究水溶液酸鹼度



任務二：利用酸鹼試紙，測試水溶液酸鹼度



任務三：利用線上實驗室，測試水溶液導電性



結構化探究提供各種水溶液酸鹼度的紀錄表格

附錄二、自我效能感量表

編號	項目
1	我按時完成了自然課的作業。
2	即使我還有其他有趣的事情要做，也會為了考試而唸書。
3	我專心完成自然課的任務。
4	我參加了自然課的討論。
5	我記住了老師在自然課上所教的內容。
6	我為自己安排一個做作業的地方，在這裡我可以放心地做作業。
7	我鼓勵自己做自然課的作業。



# A Preliminary Exploration of Perceived Self-Efficacy, Smileyometer, and Scientific Conceptual Understanding in Pupils' Inquiry Learning

Mei-Chun Lin<sup>1</sup>, Hsin-Chueh Chen<sup>2</sup> and Chun-Yen Chang<sup>1,\*</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Machine Engineering, National Taiwan University of Science and Technology

## Abstract

This study aimed to explore the relationships among primary students' perceived self-efficacy, smileyometer, and understanding of scientific concepts, and to know the factors related to students' positive and negative moods via Go-Lab online teaching modules. The participants of this study were 73 fifth-graders at a primary school in New Taipei City. This study adopted a set of one-group pretest-posttest designs and used both qualitative and quantitative methods for data collection and analysis. The participants were assigned to either the high or the low group based on their scores on the perceived self-efficacy scale and the smileyometer. The results show that structured inquiry-based learning is beneficial for students to understand the scientific concept of acidity and alkalinity. In addition, after the inquiry activities, the participants significantly improved their scores on the perceived self-efficacy item "I motivate myself to complete science work and homework." Furthermore, the participants with higher perceived self-efficacy not only made greater academic progress but also were in a better mood. Similarly, the participants in a better mood also made greater academic progress. The main factor leading to a positive mood for the participants is their academic achievement, particularly the two sub-items "degree of difficulty" and "task accomplishment." However, the participants with negative moods could hardly express clear reasons for their negative feelings. Based on the results, the researcher provides suggestions for future instructional practices and studies to improve students' moods and perceived self-efficacy.

**Key words:** Go-Lab, Perceived Self-Efficacy, Smileyometer, Structured Inquiry-Based Learning

---

\* Corresponding author: Chun-Yen Chang, changcy@ntnu.edu.tw