

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告(封面)

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PMS1090102

學門專案分類/Division：數理

執行期間/Funding Period：2020-08-01～ 2021-07-31

(探究 STEM 教學提升學科教學知能)

(自然科學領域探究與實作專題)

計畫主持人(Principal Investigator)：洪連輝教授

共同主持人(Co-Principal Investigator)：林泐蔚教授、林宗岐教授

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立彰化師範大學

物理學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：110 年 9 月 15 日

探究 STEM 教學提升學科教學知能

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

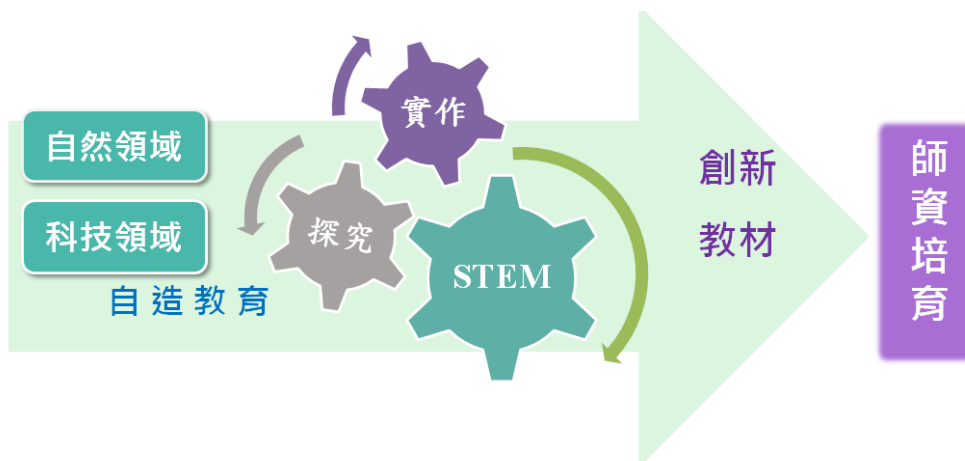
近年來，學生卻逐漸喪失自己探究實作的能力。理學院學生不會用游標尺、三用電表、示波器，不知道怎麼配製藥品合成材料。而在 2009、2012、2015 PISA（國際學生能力評量計畫）評比中，國內的科學教育欠缺探究實作能力，學生的論述及探究能力普遍不足。本校定位為「師範為本，教育人文拔尖；研發創新，科技商管精進」之綜合型大學，並朝「卓越教學、創新研究、國際知名」的一流大學邁進，在師資培育及教育方面，奠基於良師，為強化師資生專業教學知能、落實師資生的實務教學能力與教學現場經驗的融合運用，發展教學特色，提升師資培育品質。

民國 108 年起實施新課綱，在自然領域課綱的科學素養界定為探究能力、科學的態度與本質以及核心概念。探究的能力包含：思考智能、問題解決兩部分。思考智能包含：想像創造、推理論證、批判思考以及建立模型。在問題解決部分，包含：觀察與訂題、計畫與執行、分析與發現以及討論與傳達。而養成「科學的態度與本質」：包含「培養科學探究的興趣」、「養成應用科學思考與探究的習慣」以及「認識科學本質」。最後學習內容部分，學習「核心概念」：學習重要的概念以便進行系統化的思考。

108 年課綱的精神與 STEM 的精神及 NGSS 的精神有異曲同工之效。但是科學教師是否具備好探究 STEM 的教學知能，使得課綱的精神真能落實於中小學生中，使其具備未來公民應有的能力是需要探究的議題。要知道在科技迅速進步的未來的世界，知識本身將逐漸被電腦人工智慧所取代，因此教育推動的目的，必須從單純的「知識傳遞」，更進化為讓學生能「學以致用」。推行科學、科技、工程、與數學（STEM）教育，讓未來的孩子不僅擁有科學知識，更具備解決困難問題的能力，懂得科學探究實證精神，以及能將各種資訊整合為可用資源的思維。

本課程目的是培育中學師資生「自然科學領域探究與實作專題」，搭配 STEM 教育作為跨學科跨領域的課程設計。「探究與實作」教學設計加入 STEM 教育的精神，提升師資生自然科專題研究的學科教學知能。本課程採專題導向學習法 PBL，教學方法採分組合作學習，透過參與及行動模式，施行引導式提問、小組討論、上台分享，讓師資生積極主動參與、反思。最後，修課學生參與學校舉辦的「探究與實作教案設計與專題研究競賽」。期盼師資生在未來之教育現場發揮所學。

十二年國教為自然領域課綱提出以「探究與實作」的核心素養，科技領域課程係由資訊科技與生活科技來實踐課程理念。



2. 文獻探討(Literature Review)

本研究針對探究與實作及學科教學知能相關文獻進行探討，主要是以探究式及POE教學，參考教學科學探究與實作之相關文獻。

(1) 「探究式」教學

所謂科學探究 (scientific inquiry)，是指科學家透過許多種方式對自然界進行研究，並根據獲得的證據提出解釋的過程。科學探究也是學生透過學習活動，藉以發展知識、理解科學觀念，理解科學家如何研究這個自然界。Crawford(2000)曾指出，學生必須學會探究的能力，學生必須經由真實世界的問題解決(Real-World Problem Solving)與同儕的討論，才能學會科學。換言之，學生一起合作研究解決真實性的問題，是有別於傳統的科學實驗，傳統的科學實驗，常著重於追求答案，學生經由解決真實世界的問題，以建構科學的理解。隨著新的物理課程改革，「探究式」物理實驗教學與學生實驗設計創新能力的培養，「探究式」科學實驗教學是以科學為探究起點，教師從學生的認知結構出發，對原有實驗進行拓展，提出新的實作課題，新的實作課題包含可實際進行操作的科學活動，例如：觀察、測量、資料蒐集與分析、歸納與解釋、論證與作結論等。

學生在運用原有先備知識和實作方法設計新的實驗時產生困惑(發生矛盾、遇到困難或導致失敗)，因而產生原有實驗認知的局限性、缺點及適用特點。困惑的產生有利於激發學生創新的動機，培養學生的創新意識。教師在引導學生分析失敗、矛盾的原因，設計新的實驗方案過程中應提示新的實驗理論和新的實驗思想方法，從而訓練學生創新的思考，從而培養生實驗設計和創新能力。通過引導學生以科學研究方法研究拓展的新實驗課題，培養了學生運用圖像和線性化方法探索新規律的研究能力。

探究式的科學教學是要讓學生「經歷某個問題的思考」，「通過該問題的實驗設計」、「學習該問題的觀念及衍生」，把科學之事當作探討過程來教學。採用探究式的教學，學生不僅學到物理概念、規律，更重要的是學會了科學方法和遇到未知事務時應該怎麼去探索的能力。如果學生這方面的能力增強了，那麼他解答物理問題時就會比較容易。探究性實作課應注意幾個問題：

1. 把握好開設探究與實作的時機。探究式實驗課的特點是準備量大、涉及的知識點多、佔用時間多、對學生的能力要求較高等。因此，教師以探究性實驗教學時應該充分考慮到上述因素，才能獲得好的教學效果。
2. 把握好探究式實驗課的知識深度和廣度。探究式問題有深有淺，涉及的知識有多有少，因此，教師在提出問題時應該考慮到學生現有的知識水平、基本技能。從簡單的、容易的、小的或給定主題的形式出發，然後逐步加深。千萬不能太難，操之過急，影響學生的學習積極性。
3. 教師要轉變教育觀念，提高自身素質。探究式問題的答案會因要求不同、學生不同而有變化，作為教師要轉變觀念，對學生的探索方向、探索結果應給與指導，而不能包辦代替，不能把探索性問題作為知識點來進行教學。要樹立現代教學思考，開展探索型教學模式，要不斷學習現代科學知識，提高自身素質，適應現代化教學。

Bybee 的 5E 學習環教學模式各階段教學活動如下:

以下就 Landes 與 Bybee 在 1988 年，提出五個階段的「5E 探究教學模式」為例進行說明，此教學模式強調知識的主動建構，分別為「參與 (Engagement) → 探索 (Exploration) → 解釋 (Explanation) → 精緻化 (Elaboration) → 評鑑 (Evaluation)」，五個階段教學，其建議如下表格：

| 順序 | 教學 | 教師 | 學生 |
|----|--------------------|---|---|
| 1 | 參與 Engagement | <ol style="list-style-type: none"> 1. 引起興趣。 2. 引發好奇心。 3. 提出問題。 4. 引出學生的回答，藉以了解學生對概念的了解。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 提出問題，如：對於此事我已經知道哪些？ 2. 從這裡我可以發現到什麼 3. 對所教的課題感興趣。 |
| 2 | 探索 Exploration | <ol style="list-style-type: none"> 1. 鼓勵學生一起學習而不直接教導 2. 觀察與聆聽學生之間的互動。 3. 提出探討的問題，引導學生探究方向。 4. 讓學生有充分思考的時間。 5. 扮演諮詢者的角色 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 在活動範圍內自由思考。 2. 提出新的預測、假說並加以檢驗。 3. 嘗試其他的方式並與同學討論。 4. 記錄觀察及想法。 5. 暫不作判斷。 |
| 3 | 解釋 Explanation | <ol style="list-style-type: none"> 1. 鼓勵學生以自己的話語解釋概念 2. 要求學生提出證據。 3. 提供正式定義與解釋。 4. 利用學生原有經驗來解釋概念。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 向其他同學解釋可能的解答。 2. 注意聆聽他人的解釋。 3. 質疑別人的解釋。 4. 聆聽並設法了解老師的解釋。 5. 提及先前的活動。 6. 解釋中應用到由觀察所做的記錄。 |
| 4 | 精緻化 Elaboration | <ol style="list-style-type: none"> 1. 預期學生應用正式的定義與解釋 2. 鼓勵學生應用與擴充概念與技術 3. 建議另外的解釋。 4. 針對已知證據問學生：你已經知道什麼？ 5. 為什麼你認為、、？ | <ol style="list-style-type: none"> 1. 在新情境中應用新的定義、解釋及技術。 2. 應用先前的資訊來提問、提出解答、做決定和做實驗。 3. 根據證據下結論。 4. 對觀察與解釋做紀錄。 5. 用觀察的紀錄來解釋。 |
| 5 | 評鑑 Evaluation | <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察學生如何應用新的概念與技術。 2. 評估學生的知識與技術。 3. 注意學生的了解是否有所成長。 4. 讓學生評估其個人及團體的學習技巧。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 利用觀察、證據和先前已接受的解釋來回答。 2. 顯現出對概念的理解。 3. 評估學生自己的進步。 4. 所問的問題能鼓勵學生進一步的探究 |

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| | 5. 利用開放式的問題，如：為什麼你認為、、？你如何解釋、、？ | |
|--|---------------------------------|--|

2. Project Based Learning 教學策略

專題導向學習法(Project Based Learning, PBL)是一種幫助學生化被動為主動的一種學習方式。這種以學生為中心，長期型的學習活動，以學生有興趣研究之「主題」，作進一步的研究、討論，從學習過程中釐清觀念，獲得解答，增進解決問題的能力，更是現代教育潮流的趨勢。「專題」由一連串真實且複雜的任務組成，有著具挑戰性的疑難問題，包括需要學生發想設計、問題解決、決策擬定或進行研究活動，讓學生有機會進行較長期，且以學生為中心的活動，最終能完成實質的成品或呈現報告。結合跨領域STEM教育教學模組、或教學與評量整合等議題與專題導向學習法結合。研發解決專題導向學習課程（Project Based Learning PBL），透過以 Scratch 程式設計、3D 創意設計與列印等方法，進行「小創客」的培養，希望使學生具備創客精神。

專題導向學習以解決專題製作過程中遇到的問題作為學習的主軸，讓學生能進行跨學科領域的「做中學」，透過主動參與、親自找資訊或學技能，進而應用以完成專題，而能對知識內容產生較長遠的記憶。

(1) 專題導向學習法PBL的定義

美國的貝克教育中心(Buck Institute for Education)將PBL定義為一種系統性的教學方法，透過複雜的真實問題與精心設計的任務探索過程，將學生融入知識與技能學習的活動當中(楊札誠譯，2009)。換言之，引導者透過真實世界的情境或問題誘發學生思考，並建立學習目標，學習者進行跨學科自我導向式學習，增進新知或修補舊有的知識內容。因此，不只能夠解決問題，在處理問題的同時，也是精進知識的最佳時機(程慧娟，2006)。

本研究的可以在不同的學習場，師生可以用另一個不同的角度來探討研究主題，發展出一個可以記錄這個探索過程的計畫。所以PBL強調要了解自己的學習需要；擁有找尋知識的技巧；對於知識的理解與應用以及自我導向式的學習(self-directed learning)。

(2) 師與生在PBL中扮演的角色

專題導向學習法的實施，老師和學生所扮演的角色與工作各不相同，學生有應負的責任與技巧，落實以自己為學習中心的學習觀點；教師則應扮演好引導的角色，適時提供協助和諮詢，引導學生學習更為順暢，使整個學習成果更完整，成效更明顯。

學生的角色：

在PBL中，由於學生扮演的學習中心，所以必須負擔責任，並且發揮一些技巧，使得學習成果更為顯著，其責任包括1.應有自覺自己是學習的中心；2.自我學習；3.體認學習過程比結果更重要；4.明白學習是終身的任務；5.個人盡力使團隊更有力量。其技巧包括：1.應該團隊合作；2.主持團隊學習活動；3.傾聽別人發言；4.記錄重點；5.選讀相關文獻；6.呈現學習成果，練習課堂報告；7.尊重其他成員意見；8.自我導向學習與利用教學資源。

老師的角色：

在 PBL 的教學模式當中，老師的角色與教學理念與以往講授式教學有很大的區別，因為此時，老師擔任的是協助者而非知識的提供者、灌輸者。所以，學生需要適應新的學習方式，老師也要重新學習及調整其教學行為和評量方式。通常這樣的教學模式，常會將教科書以外的問題帶入課堂教學之中，所以師生之間的關係比較像是朋友，雙方都會看到彼此在學校以外的那一面。由於教師並非萬能，老師常會有自己也不懂的焦慮，所以在過程中，教師有時未必是教師，學生也可能變成教師，不過當學生因不同意見發生爭辯，老師仍要跳出來，成為團體中的仲裁者。在 PBL 的教學方式下，因為取材自實際接觸的環境，所以會有明顯的學習目標，老師對要針對學習者做多元評量及真實評量，幫忙學生發揮潛能去實現自己的理想。不過凡是總有一體兩面，有優點，對會有缺點，教師應盡力發揮其優點，尤其是在時間允許下，作最大的運用。（楊琳萱，2011）

(3) 實施PBL步驟

傳統教學大多以教師為主要講述中心，並且受限於既定的教學材料；然而現代社會更重視培養學生「解決問題」的能力，能連結各知識領域，也強調學生主動參與。在專案式學習手冊(Project-based Learning Handbook)裡，作者 Markham et al. (2007)提出六個步驟以規劃有效的專案：

- (一) 構思專案主題；
- (二) 決定專案範圍；
- (三) 選擇評量標準；
- (四) 兼顧自然產生的結果；
- (五) 依據「專案設計標準」來執行；
- (六) 創造最佳的學習環境。

Steinberg(1998)提出設計專案的「6A」法則，作為教師設計專題導向課程與自我評估時的評量工具，如下表所示（周鳳文，2002；Markham et al., 2007）。下表設計專案的「6A」法則

| 評估項目 | 原則 |
|-----------------------------|---|
| 真實性 (Authenticity) | <ol style="list-style-type: none">1. 專題要模擬實際活動。2. 專題對學生有意義。3. 能引導創造出具價值性的作品。 |
| 學術嚴謹 (Academic Rigor) | <ol style="list-style-type: none">1. 「引導問題」要有依據標準。2. 需要核心概念的特定知識。3. 發展高層次的思考技能。 |
| 應用性的學習 (Applied learning) | <ol style="list-style-type: none">1. 學生能發展團隊合作與自我管理。2. 學生能運用新知識去解決問題。 |
| 主動探索 (Active exploration) | <ol style="list-style-type: none">1. 讓學生使用各種資源與方法從事田野調查或實際的研究。 |
| 與社區人士合作 (Adult connections) | <ol style="list-style-type: none">1. 教師使用角色扮演或模擬專家角色。2. 學生有機會實際接觸校外專業人士或與專題相關的場所。 |
| 落實評鑑 (Assessment Practices) | <ol style="list-style-type: none">1. 學生瞭解評量準則，並能省思與回饋2. 作品有多元的呈現方式與評量方法。 |

專題導向學習目的是在引發學生探究動機，對學生而言，能從解決問題得到探索未知的冒險經驗、增加信心，最後得到完成事物的成就感是最重要的。因此教師採取專題導向學習，引導學生進入學習狀態或教導學生具備學科領域正確資料辨識能力是需要的，必須要有花費比傳統教學更多的時間的預期，以達完整的學習歷程，教師也應專注在學生學習過程並給予正向的鼓勵與信心，幫助學生達到他們嚮往的成長。

配合十二年國教的理念，教師要轉變教育觀念，提高自身素質。以現行跨領域課程設計來設計跨領域的 STEM 課程 和 PBL 來設計議題式的 STEM 課程。探究式問題的答案會因要求不同、學生不同而有變化，作為教師要轉變觀念，對學生的探究方向、探究結果應給與指導，而不能包辦代替，不能把學生學習問題作為知識點來進行教學。要樹立現代教學思考，開展探究型教學模式，要不斷學習現代科學知識，提高自身素質，適應現代化教學。

3. 研究問題(Research Question)

本研究結合彰化師範大學結合物理、化學、生物教育專長老師，在本校師資培育中心開設「科學探究與實作」課程，整個學期 18 週，以 STEM 教育作為一個跨學科的課程設計，結合物理、化學、生物教育專長老師，以探究、實作教學發展自然科跨科跨領域的探究師培課程模組，於研究過程中進行資料蒐集，以有效檢視其教學研究之成效。課程教學方法採分組合作學習，透過參與及行動模式，即互動、過程、體驗、反思之方式，施行引導式提問、小組討論、上台分享，與學生心對心的交流，讓學生積極主動參與、反思。並注意學科知識技能的應用，提升師資生專業能力，進行教學推廣，讓自然科學能夠探究，生活科技能夠向下扎根。

本研究成績考核方式採多元評量方式，施行課堂參與、小組討論、上台分享，期末教具設計與教學演示，讓學生積極主動參與、反思，以獲取研究所需之資料。研究期間，施行前後測問卷、學生訪談、問卷調查等，施測結果進行量化資料的分析，並撰寫研究結果。：

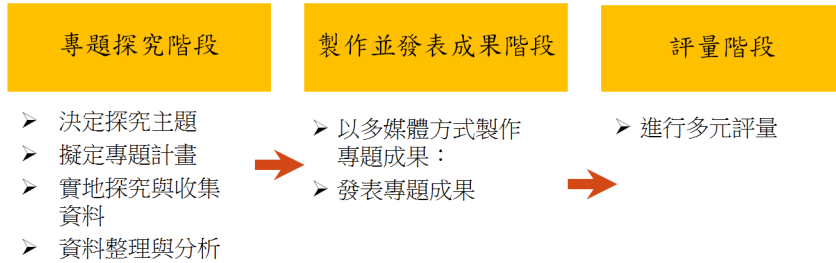
- (1) 探究與實作、Maker、STEM教育融入課程的可行性如何？
- (2) 學生需要甚麼基本知識和技能，才具有解決問題的能力？
- (3) Maker、STEM教育融入課程對學生應用新興科技技術於課程的能力影響為何？
- (4) 自然科領域的教師，要具備甚麼樣的科學素養？
- (5) 如何針對其「課程發展與設計」，加強職前教師的學科教學知能（PCK），落實科學探究素養和科學探究本質的理念。
- (6) 以探究STEM教學在跨域的教學，其學生學習成為何？

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本計畫目標開發創新課程，深耕人才培育。發展職前教師 STEM 探究之課程，培養職前教師關於統整式、議題 STEM 探究課程之理念。強化職前教師教材教法探究課程，增加自然領域科學探究與實作課程、生活科技及資訊科技課程。本計畫課程教學計畫，培育職前教師成長，實施新的課程

專題導向學習法，Project-based Learning (PBL)

學習步驟：



參考文獻：莊婉鈴 (2004)

自然科跨科跨領域教學



「探究」與「實作」
發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享的學習過程

「STEM教育」
科學 Science
科技 Technology
工程 Engineering
數學 Mathematics

「自造(Maker)教育」
開放創新、探究體驗、動手實作的教育理念。

「師資培育」
培養師資生發展與設計課程，提升師資生學科知能 (PK) 及學科教學知能 (PCK)

自造者Maker教育技能



● 手機工具 (phyphox)



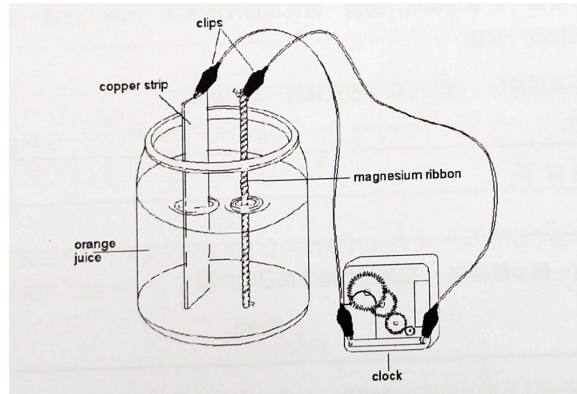
5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

依學生選擇之科學教具專題進行分組式專題研究，依循 PBL 的步驟，由學生為依興趣組成小組，以學生為學習中心，學生自行討論專題研究進行之方法，教師則引導學生利用學校或大專院校之資源進行研究。教學過程與成果：

a. 探究與實作實例--柳橙汁時鐘

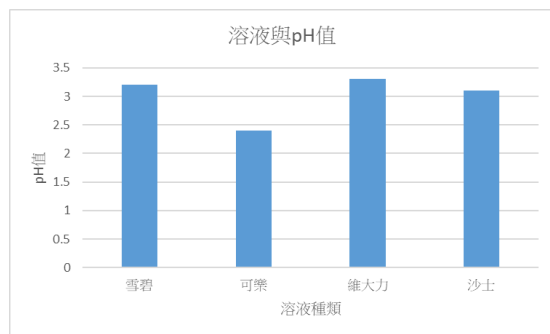
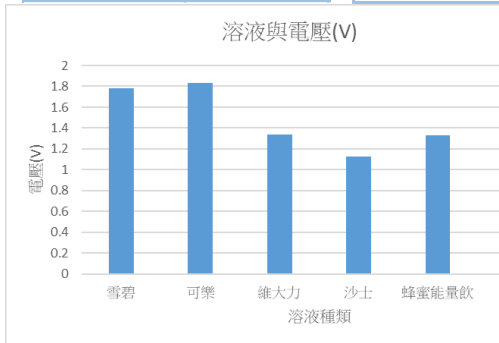
| | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| 電解質 (electrolyte) | 自變因 (獨立變因) (independent variable) | 假設 (hypothesis) |
| 化學反應性 (chemical reactivity) | 依變因 (攏變變因) (dependent variable) | 說明 (explanation) |
| 電化學電池 (electrochemical cells) | 一致性 (控制變因) (constant) | 溝通 (communication) |



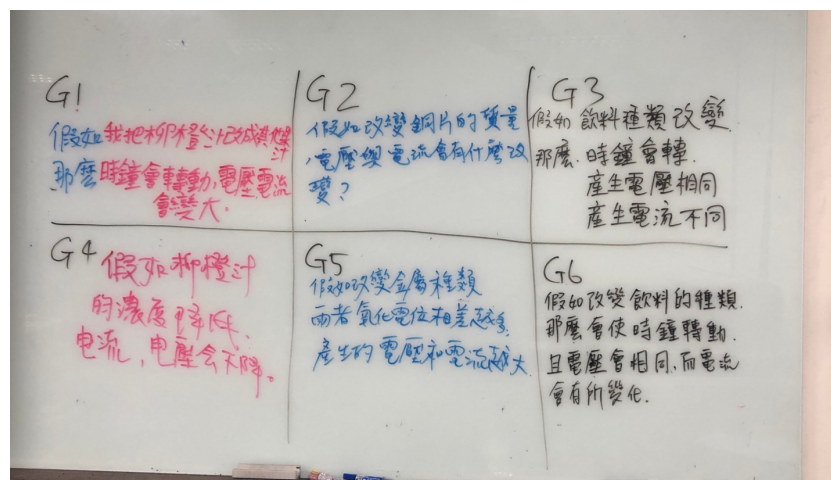
● 小組討論 數據分析

溶液的酸鹼值(酸鹼值可能會影響，但可能不是造成我們這次實驗的主要原因)

| 溶液種類 | 電壓(V) | 溶液種類 | pH值 |
|-------|-------|------|-----|
| 雪碧 | 1.78 | 雪碧 | 3.2 |
| 可樂 | 1.83 | 可樂 | 2.4 |
| 維大力 | 1.34 | 維大力 | 3.3 |
| 沙士 | 1.13 | 沙士 | 3.1 |
| 蜂蜜能量飲 | 1.33 | | |

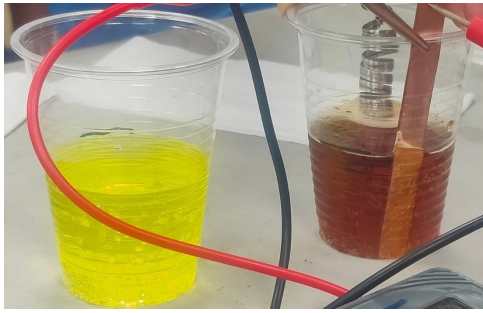


● 分組討論發表心得



● 反思與改進

酸鹼度可能是影響電壓的原因，下次實驗溶液的種類可以選擇沒有氣泡和不同 pH 值的酸性溶液(強酸、弱酸)，檢測是否有影響



b. 探究與實作實例—月相

太陽、地球、月球的位置，利用手機工具，探究月亮的圓缺

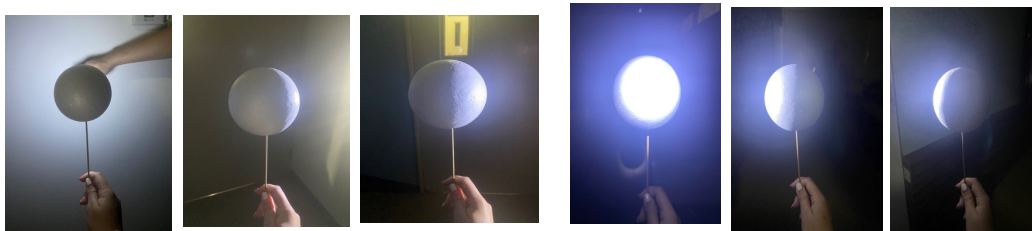


教學學習單—月相

如果現在已經知道各個月相的位置與樣貌了，再做一次實驗，找出該月相在幾點的時候可以開始看到月亮(月出)(請打 O)，以及幾點的時候看不到月亮(月落)(請空白)如下面望月的例子。

| 名稱 | 月相 | 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

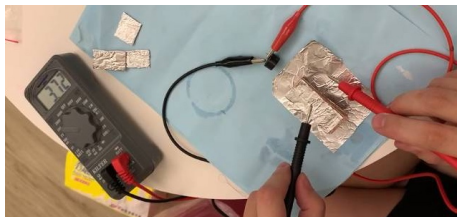
利用手機工具，拍攝月亮的圓缺，了解圓缺與日期、時間關係



c. 探究與實作實例—伏打電池

使用 6 片銅片、鋁箔紙、工研醋，製作伏打電池，了解串並聯：

1. 使時鐘運轉
 2. 使 LED 燈發光
 3. 使蜂鳴器運作
- 三個挑戰皆成功!!
最高電壓達 3.7V



LED 燈

<https://www.youtube.com/watch?v=m6xAPEATQjs>

蜂鳴器 <https://www.youtube.com/watch?v=9k-HIhMsdPo>

(2) 教師教學反思

● 探究與實作專題研究

本研究以專題導向學習法 PBL，以 STEM 教育作為一個跨學科的課程設計，結合物理、化學、生物，以探究、實作教學發展自然科跨科跨領域的探究師培課程模組，並注意學科知識技能的應用。課程教學方法採分組合作學習，透過參與及行動模式，即互動、過程、體驗、反思之方式，施行引導式提問、小組討論、上台分享，與學生心對心的交流，讓學生積極主動參與、反思。專題研究的主題如下：

| 組別 | 組員 | 專題主題 |
|----|-------------|---------------------|
| 1 | 陳○瑋、張○奇 | 「馬達」加斯加 (物理與生活科技) |
| 2 | 林○勳、李○琪、羅○祐 | 發酵菌物語 (化學與生物) |
| 3 | 翁○峯、陳○智 | 漸層飲料 (物理與化學) |
| 4 | 李○賢、魏○峰、賴○鴻 | 地面·我來了! (物理與生物) |
| 5 | 呂○源、黃○耕 | 光的拼貼畫 (物理與藝術) |
| 6 | 林○軒、呂○霖 | 不同液體對摩擦力的影響 (物理與化學) |

● 評量方式

採多元評量方式，施行課堂參與、小組討論、上台分享：



分組報告，小組相互評量

| 評量項目/評分等級 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 優缺點綜合描述 |
|-----------|---|---|---|---|---|---------|
| 跨學科或跨領域 | | | | | | |
| 口頭報告的表達能力 | | | | | | |
| PPT 內容的展現 | | | | | | |
| 探究與實作的規劃 | | | | | | |
| 主題教學的規劃 | | | | | | |
| 教案內容的展現 | | | | | | |
| 學生講義的展現 | | | | | | |
| 教師手冊的展現 | | | | | | |

(3) 學生學習回饋

● 問卷前後測分析

前後測、學生訪談、問卷調查等，以獲取研究所需之資料，撰寫教學研究論文。計畫問卷前後測分析：

a. 學生對於課程內容與教材的看法與滿意程度

| 題目 | 平均數 | 標準差 |
|--------------------------------|------|------|
| 該堂課程的教材內容能因應時代需求而調整與更新。 | 4.07 | 0.73 |
| 該堂課程內容能符合我的能力與程度。 | 3.79 | 0.89 |
| 該堂課程內容與或活動能切合該堂課的教育目標。 | 3.79 | 0.89 |
| 該堂課程主題在學期安排有前後連貫的體系。 | 3.71 | 0.83 |
| 該堂課程內容能符合我的學習需求。 | 3.57 | 0.94 |
| 該堂課程內容能引起我的學習動機。 | 3.57 | 0.94 |
| 該堂課程的教材內容難易與份量適中包含教科書、講義、參考書等。 | 3.29 | 1.07 |

學生認為課程強調的學習面向

| 課程名稱 | 強調記憶 | 強調分析 | 強調綜合、統整 | 強調評價、判斷 | 強調應用 |
|---------------|------|------|---------|---------|------|
| 自然科學領域探究與實作專題 | 2.00 | 3.07 | 3.50 | 3.36 | 3.43 |

b. 探討學生在課堂上的學習經驗表現前後差異

○ 學習動機 (7 個面向)

| 題組 | 前/後測 | 樣本數 | 平均數 | 變異數 | t 統計量 | 顯著性 |
|----------------|------|-----|--------|--------|--------|--------|
| 我修讀本課程的原因有挑戰性 | 前測 | 14 | 3.6429 | 0.4011 | 0.9595 | 0.3548 |
| | 後測 | 14 | 3.2857 | 1.1429 | | |
| 若有挫折，但我會繼續堅持下去 | 前測 | 14 | 4 | 0.3077 | 0.8983 | 0.3854 |
| | 後測 | 14 | 3.7857 | 0.6429 | | |
| 學到知識才是最重要 | 前測 | 14 | 4.1429 | 0.2857 | 0.3661 | 0.7202 |
| | 後測 | 14 | 4.0714 | 0.6868 | | |
| 遇到我不喜內容仍會專心聽講 | 前測 | 14 | 4.0714 | 0.3791 | 2.8762 | 0.013* |
| | 後測 | 14 | 3.5714 | 0.4176 | | |
| 較喜歡能引起好奇心的授課內容 | 前測 | 14 | 4.2143 | 0.3352 | 0.7148 | 0.4874 |
| | 後測 | 14 | 4 | 0.4615 | | |
| 取得好成績是最有成就感的。 | 前測 | 14 | 3.0714 | 0.6868 | 0 | 1 |
| | 後測 | 14 | 3.0714 | 0.3791 | | |
| 真正學到比分數重要 | 前測 | 14 | 4.1429 | 0.5934 | 1 | 0.3356 |
| | 後測 | 14 | 3.8571 | 0.5934 | | |

○ 學習表現 (9 個面向)

| 題組 | 前/後測 | 樣本數 | 平均數 | 變異數 | t 統計量 | 顯著性 |
|-----------------|------|-----|--------|--------|---------|--------|
| 不會無故缺席也會準時上課 | 前測 | 14 | 4.4286 | 0.2637 | -0.2915 | 0.7753 |
| | 後測 | 14 | 4.5 | 0.4231 | | |
| 能如期完成老師規定的作業 | 前測 | 14 | 4.1429 | 0.5934 | -0.8983 | 0.3854 |
| | 後測 | 14 | 4.3571 | 0.5549 | | |
| 會積極在課堂上發言或參與討論 | 前測 | 14 | 3.8571 | 0.4396 | 0 | 1 |
| | 後測 | 14 | 3.8571 | 0.7473 | | |
| 有信心學會本課程所教的基本觀念 | 前測 | 14 | 4 | 0.3077 | 1 | 0.3356 |
| | 後測 | 14 | 3.8571 | 0.5934 | | |
| 有信心了解老師所教的複雜的內容 | 前測 | 14 | 3.8571 | 0.2857 | 0.4341 | 0.6714 |
| | 後測 | 14 | 3.7857 | 0.489 | | |
| 有信心在作業與考試表現優異 | 前測 | 14 | 3.6429 | 0.4011 | 1 | 0.3356 |
| | 後測 | 14 | 3.5 | 0.5769 | | |
| 有信心精通所教的技能或技巧 | 前測 | 14 | 3.7857 | 0.489 | 0.3225 | 0.7522 |
| | 後測 | 14 | 3.7143 | 0.5275 | | |
| 有信心得到優異成績 | 前測 | 14 | 3.6429 | 0.7088 | -1.1698 | 0.2631 |
| | 後測 | 14 | 3.9286 | 0.6868 | | |
| 我會或自認為表現良好 | 前測 | 14 | 3.6429 | 0.4011 | -1.7489 | 0.1039 |
| | 後測 | 14 | 3.9286 | 0.3791 | | |

○ 學習興趣 (3 個面向)

| 題組 | 前/後測 | 樣本數 | 平均數 | 變異數 | t 統計量 | 顯著性 |
|------------|------|-----|--------|--------|---------|--------|
| 對本課程感興趣的程度 | 前測 | 14 | 6.8571 | 3.5165 | 1.1448 | 0.2729 |
| | 後測 | 14 | 6.1429 | 7.0549 | | |
| 對本課程了解的程度 | 前測 | 14 | 6.5714 | 1.1868 | -0.7763 | 0.4515 |
| | 後測 | 14 | 7.0714 | 4.2253 | | |
| 對本課程學習動機程度 | 前測 | 14 | 6.7143 | 4.2198 | 0.3917 | 0.7017 |
| | 後測 | 14 | 6.4286 | 6.1099 | | |

c. 問卷前後測闡述發現

(一) 學生對於課程內容與教材的看法與滿意程度

學生對「自然科學領域探究與實作專題」課程的內容與教材看法與滿意程度表現上，顯示各題平均分數從 4.07 至 3.29，相當於非常同意與普通之間。

(二) 探討學生在課堂上的學習經驗表現前後差異

成對樣本 t 檢定中，分別檢視前後測「學習動機」、「學習表現」、「學習興趣」表現，其中「學習動機」僅學習動機 4 題組 $P < 0.05$ ，達顯著差異。「學習表現」、「學習興趣」每個題組皆沒有顯著差異 ($p > 0.05$)。

(三) 問卷前後測檢驗

使用獨立樣本 t 檢定來比較前測與後測的平均數是否有所差異。p 值為 0.0887，未達顯著水準，表示前後測兩組樣本的變異數並無顯著差異 ($p > 0.05$)。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

本計畫採專題導向學習法，以 STEM 教育作為一個跨學科的課程設計，以探究、實作教學發展自然科跨科跨領域的探究師資培育課程模組，並注意學科知識技能的應用。課程教學方法採分組合作學習，透過參與及行動模式，即互動、過程、體驗、反思之方式，施行引導式提問、小組討論、上台分享，與學生心對心的交流，讓學生積極主動參與、反思。藉由實作課程相互討論，將可培養學員之探究與實作的基本能力，在未來之教育現場發揮所學。經一學期教學，透過學生的前後測、問卷調查分析結果：

- (1) 本課程採專題導向學習法 PBL，以 STEM 教育作為一個跨學科跨領域的課程設計，培育自然科師資生。
- (2) 「自然科學領域探究與實作專題」課程的內容與教材看法與滿意程度表現上，顯示學生整體滿意度是偏高的，表示學生滿意整體課程的內容與教材。
- (3) 從問卷前後測表現結果顯示，學生「學習動機」表現上有顯著差異，但「學習表現」、「學習興趣」表現上並沒有顯著差異。
- (4) 從問卷分析，學生修課後，比較不願意花時間做專題研究。提高學習興趣是我和今後教學所應面對的課題。

二. 參考文獻(References)

1. 林佩璇 (2004)。學校本位課程發展與評鑑。台北：學富。
2. 陳美如、郭昭佑 (2003)。學校本位課程評鑑。台北：五南。
3. 黃政傑 (1993)。課程評鑑。台北：師大。
4. 黃嘉雄 (2004)。課程評鑑概念分析。教育資料集刊，29，209-224。
5. 黃鴻文、湯仁燕 (2005)。學生如何詮釋學校課程，教育研究集刊，51(2)，99-131。
6. 歐用生 (2004)。大學課程與教學的改革。載於淡江大學高等教育研究與評鑑中心主編，21世紀高等教育的挑戰與回應 (頁209-231)。台北：淡江大學出版中心。
7. 潘慧玲 (2004)。邁向下一代的教育評鑑：回顧與前瞻。載於國立台灣師範大學教育研究中心主辦，教育評鑑回顧與展望學術研討會論文集 (頁11-23)。台北：國立台灣師範大學。
8. Fetterman, D. M. (2001). *Foundations of empowerment evaluation*. Thousand Oaks, CA: Sage.
9. House, E. R. & Howe, K. R. (1999). *Values in evaluation and social research*. Thousand Oaks, CA: Sage.