

# 新北市109年度國中小科技輔助自主學習實施計畫

## 「教育雲」 創新教案設計

|             |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 服務學校        | 新北市立江翠國民中學                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                             | 設計者  | 鄭鎮寬                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 領域/科目       | 自然科學領域（生物科）                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                             | 實施年級 | 七年級                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 單元名稱        | 光能「浮」水艇－光合作用的探究活動                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                             | 總節數  | 共 2 節，90 分鐘                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 行動載具作業系統    | <input type="checkbox"/> Android 系統 <input type="checkbox"/> Chrome 系統 <input checked="" type="checkbox"/> iOS 系統 <input type="checkbox"/> Windows 系統 |                                                                                                                                                                                                             |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 設計依據        |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                             |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 學習重點        | 學習表現                                                                                                                                                  | tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。<br>pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。<br>pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊及數學等方法，整理資訊或數據。<br>ai-IV-2透過與同儕的討論，分享科學發現的樂趣。 | 核心素養 | 自-J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。<br>自-J-B1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊及數學運算等方法，整理自然科學資訊或數據，並利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現與成果、價值和限制等。<br>自-J-C2 透過合作學習，發展與同儕溝通、共同參與、共同執行及共同發掘科學相關知識與問題解決的能力。 |
|             | 學習內容                                                                                                                                                  | Bc-IV-4 日光、二氧化碳和水分等因素會影響光合作用的進行，這些因素的影響可經由探究實驗來證實。                                                                                                                                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 與其他領域/科目的連結 |                                                                                                                                                       | 數學領域：<br><br>學習重點<br>能理解統計與機率的意義，並認識基本的統計方法。<br><br>學習表現<br>d-IV-1 理解常用統計圖表，並能運用簡單統計量分析資料的特性及使用統計軟體的資訊表徵，與人溝通。                                                                                              |      |                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教材來源                                                                                                                                                                                                                                | 國民中學自然科學(一上) 翰林出版事業股份有限公司                                                                                                                                           |
| 教學設備/資源                                                                                                                                                                                                                             | iPad (或以智慧型手機替代)、智慧電視、無線網路教室、碳酸氫鈉水溶液、打孔器、塑膠針筒 (25mL)、植物葉片、方格紙。                                                                                                      |
| 使用軟體、數位資源或 APP 內容                                                                                                                                                                                                                   | <p>數位資源</p> <p>教育部教育雲：教育大市集、教育媒體影音</p> <p>新北市親師生平台：谷歌應用教育服務入口、微軟雲端應用服務入口</p> <p>youtube：葉錠實驗示範影片</p> <p>APP</p> <p>phyphox、Microsoft Excel、備忘錄、Google Classroom</p> |
| 學習目標                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                     |
| <p>1、 學生能利用所習得的光合作用知識檢核並回應實驗限制，並提出可能的解決方法。</p> <p>2、 學生能正確安全操作實驗器材及科技設備，進行客觀的數值量測與詳實記錄。</p> <p>3、 學生能將所習得的光合作用知識正確地連結到所觀察到的現象及實驗數據，並推論出其中的關聯。</p> <p>4、 學生能分析歸納、製作科學圖表、使用資訊及數學方法整理實驗數據。</p> <p>5、 學生透過葉錠實驗的實作探究與同儕討論，分享科學發現的樂趣。</p> |                                                                                                                                                                     |

| 教學活動設計                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教學活動內容及實施方式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 時間  | 使用軟體、數位資源或 APP 內容                                                                                                                                        |
| 第一堂課                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                                                                                                          |
| <p>一、準備活動 (引起動機)</p> <p>教師事前確認各項材料 (包含教學影片、資訊設備、學習單、實驗藥品與器材)。</p> <p>學生依自然能力異質分組，依小組位置就座。</p> <p>延續上一堂課本【實驗3-3 光與光合作用】，教師於課堂中展示並介紹生活中常見植物葉片的多元形式，包含顏色、質地、葉形等多元面向。引導學生思考：</p> <p>「課本的檢測方法雖然簡易，但也有不少限制，例如需要較長的實驗時間，貼紙或鋁箔容易脫落，結果較難量化……等等。有沒有更好的實驗設計或方法可以解決這些限制？」</p> <p>讓學生多元發散各式想法並與同儕分享【口頭評量】；教師提供科學史上其他相關的光合作用實驗，介紹並示範「光能浮水艇：葉錠實驗」。</p> | 5'  | <p>行動載具 (iPad)</p> <p>備忘錄 (利用 AirDrop 發送學習單)</p> <p>教育雲：<a href="#">光合作用的意義與過程</a></p>                                                                   |
| <p>二、發展活動</p> <p>教師提問：「除了光照的有無以外，還有哪些因素可能會使浮水艇(葉錠)更快浮上液面？」藉此讓學生思考影響還有哪些因素會影響光合作用的反應速率。【口頭評量】</p> <p>教師就學生提供的變因中進行簡易討論與分類，並從其中挑選一至二項因素聚焦進行深入討論與探究。學生依挑選的單一操作變因，在葉錠示範實驗的步驟基礎上，設計一項可行的探究實驗，並將設計的實驗架構或步驟流程紀錄在方格紙上。【實作評量】</p> <p>教師走動各組，了解並確認各組設計的實驗架構；學生依據自行設計的實驗架構，進行探究活動並蒐集數據，並將數據紀錄在方格紙上。【實作評量】</p>                                      | 8'  | <p>葉錠示範影片</p>  <p>教育雲：<a href="#">月鈴的講台   植物的白天與黑夜---氧還是二氧化碳?</a></p> |
| <p>三、總結活動</p> <p>教師確認各組實驗進度皆達 90% 以上後，進行活動總結，統整並再次提示本次各組學生所提出會影響光合作用的變因與實驗設計。</p> <p>學生利用行動載具將記錄在方格紙上的實驗設計與初步結果數據拍照，回傳給教師，並收拾器材、設備與整理教室。【實作評量】</p>                                                                                                                                                                                      | 1'  | <p>智慧電視</p> <p>教育大市集：<a href="#">Phyphox</a> (科學量測工具 APP，可測光度、磁場、大氣壓力等等)</p>                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5'  |                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18' |                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3'  | 智慧電視                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4'  | <p>行動載具 (iPad)</p> <p>相機 (拍照利用 AirDrop 接收學生紀錄)</p>                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>教師預告下節課程內容。</p> <p style="text-align: center;">第二堂課</p> <p>一、準備活動（引起動機）</p> <p>延續上節「光能浮水艇：葉錠實驗」活動，教師先請學生分享在前一節實驗活動中有注意到哪些特別的細節或是心得。【口頭評量】再來提示在科學方法流程中，接下來應該針對實驗結果進行分析、整理與呈現。</p> <p>二、發展活動</p> <p>教師請各組學生先討論：「何種圖表形式最能表達本實驗結果？」並進行分享討論結果。【小組發表】</p> <p>教師引入葉錠實驗中 <math>ET_{50}</math> 指數的統計方式，說明中位數在實驗統計中的用途。</p> <p>學生將上次實驗的組內數據進行整理，利用行動載具與相關統計處理軟體將結果以圖表方式呈現。教師走動巡視每位學生間，協助與指導學生處理分析數據。【實作評量】</p> <p>三、總結活動</p> <p>學生收拾器材設備。</p> <p>教師小結在剛才科學製圖中學生常遇到的困難與需修正處，並提醒課後作業繳交方式與時間（Google Classroom）。</p> <p>教師預告下堂課內容與準備事項。</p> | <p>1'</p> <p>5'</p> <p>3'</p> <p>5'</p> <p>20'</p> <p>5'</p> <p>6'</p> <p>1'</p>                                                                                                                                                                                                                                     | <p>智慧電視<br/>數位資源 <a href="#">The Floating Leaf Disk Assay for Investigating Photosynthesis</a></p> <p>新北市親師生平台：<a href="#">微軟雲端應用服務入口-EXCEL</a></p> <p>新北市親師生平台：<br/><a href="#">谷歌雲端應用服務入口-Google Classroom</a></p> |
| <p>教學成果</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>說明:教師利用 AirDrop 發送學習單與課程資料，進行葉錠示範實驗，並向學生介紹科學 APP (phyphox)與其使用方式。</p> |                                                                                                                                                                                                                      |





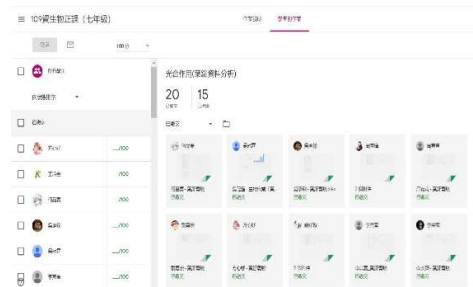
說明:學生經小組討論後決定要操弄的實驗變因，開始實作進行，包含選定材料、配製藥品、製作葉錠等步驟。



說明:各組學生利用行動載具搭配 APP (phyphox、計時器、手電筒) 進行光合作用的探究實驗，並將結果紀錄在方格紙上。



說明：教師利用智慧電視與 Google Classroom 等 APP 輔助，進行數據分析與科學製圖教學；學生使用行動載具 (iPad 或智慧型手機) 即時了解與實作練習。



說明：教師利用 Google Classroom 發送課後作業，學生使用行動載具完成作業後，進行線上繳交。

教學心得  
與省思

依據筆者過往教學經驗，課本原設計利用光照的有無當作操縱變因讓學生進行光合作用的食譜式實驗，教師常會遇見因天候、植物種類等變因會導致學生實驗結果不穩定或時間等待過長等限制。參考國內外發展的光合作用實驗設計，發現葉錠實驗可解決舊有實驗花費時間長，效果不穩定等限制，並能搭配多種變因轉換，讓學生有較多空間能操弄各項變因，思考設計實驗架構，進行完整科學方法的歷程學習，進而擺脫食譜式的既定實驗，更貼近探究式的科學學習經驗。

藉由葉錠實驗的教學改良，除了能使學生在課堂上進行更真實的實作探究以外，透過結合行動載具與教育雲、新北親師生平台的應用程式 APP 的使用，讓教學進行上達成了探究實驗的器材設備微型化、實驗變因精緻化，更能即時將紀錄的實驗結果轉換成圖表，進行統計分析，讓學生經歷以往較不易在生物課堂上出現的數據分析部分。

將光合作用實驗轉換成葉錠實驗的探究過程，教學設計上也呼應十二年國教數學領域課程綱要的調整，將國小先備的圖表類型知識，與國中七年級數學的基礎統計概念（平均數、中位數）融入自然科學的探究課程設計中，擺脫以往生物實驗活動多以定性的質性觀察（碘液滴定後的顏色變化）進行，少以定量的量化數據分析（光照強度、碳酸氫鈉水溶液濃度、葉錠浮起時間）的限制。

經過校內專業共備社群的討論與初步構思後，筆者進行實際教學，發現在發放講義、收改作業報告上，利用行動載具結合新北親師生平台的 Google Classroom，能更節省紙張與收發的時間，教學節奏也能更即時與流暢，擺脫以往大量紙本與作業簿的負擔。另外也發現在利用行動載具以及統計軟體 APP 時，若完全無紙教學，缺乏讓學生體驗由實際紙筆紀錄、科學作圖的歷程，直接使用 E 化取代，學生會產生思考與實作上的落差，對於科學圖表製作以及數據分析的基本認知內容表現較弱。因此在後來教學流程上，筆者將方格紙的科學紀錄添加在行動載具之前，讓學生實際操作得到數據後，先將數據與結果在書面紙本上進行紀錄與初步整理，再把書面資料放入至 E 化軟體進行數據 Key in 與作圖。在進行上述教學調整後，也發現學生在使用科技軟體進行數據分析表現上能更快掌握學習表現重點。

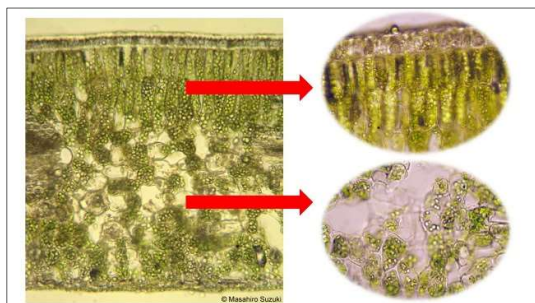
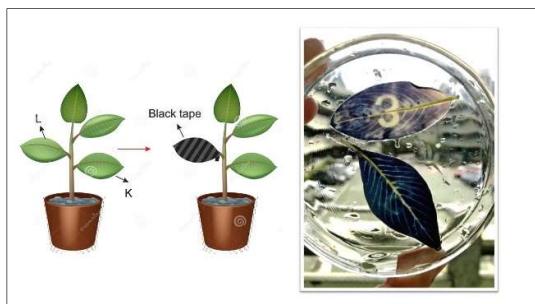
此教學單元在設計上除結合行動載具與科技 APP 達成智慧學習與輔助學生自主學習之外，在各教學段落也可依實際學生狀況進行區分性調整。例如，若欲將此課程運用在高能力學生群上，可在內容上加深，配合數學進行敘述與推論統計的基礎教學；配合資訊進行科學製圖細部實作。反之，若欲針對數理能力較為弱勢的學生簡化教學內容，建議可將第一堂課中的實驗設計調整為單一變因（光照有無）進行實驗組與對照組的探究操作，並將第二堂課的中位數刪除，只針對數據紀錄進行教學即可。上述教學調整並不是唯一的固定形式，教師在進行教學時，可視教學情境與學生情況，在各教學環節中自由調整與轉換。

綜合前述，改良傳統生物實驗教學設計，並配合行動載具與科技軟體，的確能協助教師充分利用有限的教學時間，並提升學生自主學習與探究實作的彈性空間，不再受限既有場地、器材、設備，而能更大限度地進行區分性且有效能、有效率的科學探究與實作。

## 參考資料

- 1、Steucek, Guy L. Robert J. Hill and Class/Summer 1982. 1985. Photosynthesis I: An Assay Utilizing Leaf Disks. The American Biology Teacher, 47(2):96-99
- 2、PHOTOSYNTHESIS :) WITH SPINACH :) .2020 年 9 月.28日，取自 <https://corinnelovesbio.weebly.com/photosynthesis-lab.html>
- 3、簡志祥 (2011)。用浮沈葉錠測量光合作用和呼吸作用。阿簡的生物筆記。2018 年 4 月 7 日，取自 [http://a-chien.blogspot.com/2011/10/blog-post\\_6314.html](http://a-chien.blogspot.com/2011/10/blog-post_6314.html)。
- 4、吳沛穎 (2018)。生物體內的化學反應－沉浮的葉子小艇。科學研習月刊，57-10，44-49

## 教師課堂教學使用之投影片（節錄）



### 觀察山茶葉片橫切面

- 比較【實際製作的切片標本】與【課本的模式圖】異同
- 思考各部構造型態在演化上的可能意義
  - 柵狀葉肉組織
  - 海綿狀葉肉組織
  - 下表皮氣孔

## 附錄

### 實驗設計 探討不同操作變因

- 提供實驗原型
- 提問可能影響結果的變因（發散、聚斂）
  - 碳源的濃度
  - 光強度
  - 葉錠大小、位置
  - 植物種類
  - 溫度
  - 光波長



### 執行實驗與數據分析

- 有些問題是要做了才會發現
- 處理數據，帶入基礎圖表與統計
- 轉換原始數據，帶入以反應時間倒數代表反應速率的概念

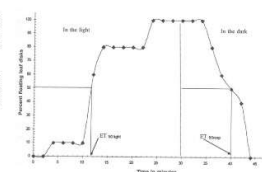


Figure 1: Percent floating leaf disks incubated in bicarbonate solution in the light and transferred to the dark at 20 minutes

## 學生課後作業示例（節錄）

