

2023 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：呂建興、楊文心
課程領域：
<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input checked="" type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input type="checkbox"/> 其他
教案題目：
「演化」，「史」。
授課時數：
300 分鐘(3 週，每週 2 節，每節 50 分鐘)
教案設計理念與動機：
<p>學生學習科學時，常對科學史與演化單元覺得無聊且枯燥，108 課綱對於建立學生科學史歷程的觀念特別的注重(章節前都針對該該主題科學歷程發展與建立詳細介紹)。在進行演化章節課程時，特別將演化相關的科學史與其他三個相關單主題的科學史相互連結，並設計以有趣的秀方法呈現，讓學習科學史有"趣"、有"笑"更有"效"！藉由科學史卡牌引入演化單元主軸，先由預習的演化小短片讓學生先了解演化相關主題與議題，再藉由討論引發疑問，並接續到達爾文小獵犬號旅程：「達爾文確的逆境～我要活下去」實驗(類桌遊)，讓學生體會棲地變化對不同鳥嘴(遺傳到的性狀)適應性取食差異的影響。最後在演化證據章節中，透過實物(化石標本)與台灣本土化石的連結讓學生將古化石與現今生物骨骼標本與模型進行比對以建立學生對古今生物的親緣連結即在地層序中的關聯性，而達到對科學史與生物演化有效且深入的學習。</p>

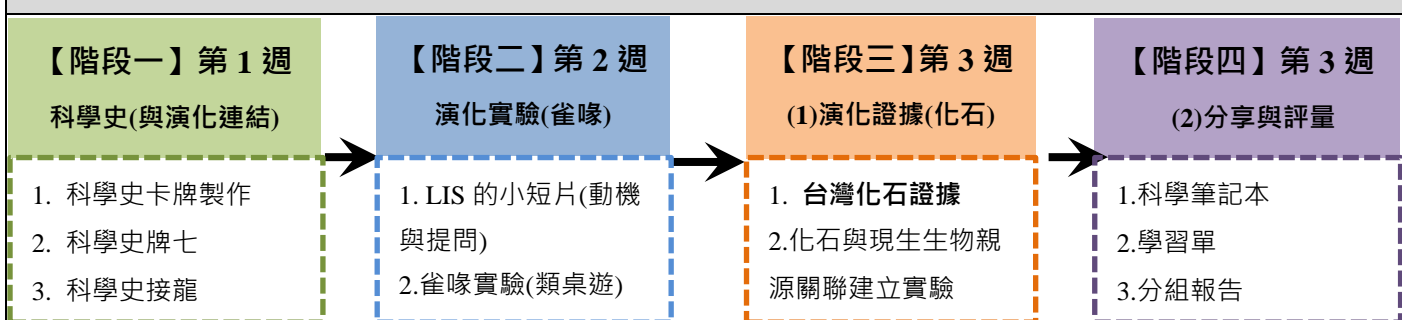
教學目標：

1. 學生透過教師引導，了解經歷科學事件發展歷程時間序及其重要性。
2. 串聯科學史及時間序，更了解生物科學發展歷程及演化進程的關聯性。
3. 讓學生體會環境變異(不同棲地毀滅)在不同組別篩選留下不同鳥嘴性狀，而最終是哪種性狀續命存活、適應增長或是滅絕的命運)，而體會達爾文的天擇篩選。
4. 探討佐證演化的相關證據：檢視相關證據→釐清生物親緣→新證據發現而重建分類與演化歷程。

教育對象：

108 課綱高級中學一年級學生

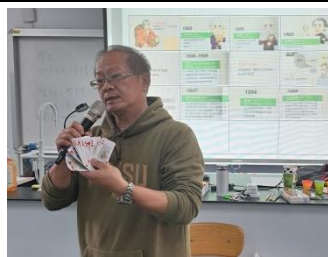
課程設計 (方法與步驟)：



【階段一】科學史

週次	主題	內容綱要	
第 1 週	科學史	<p>讓學生透過玩撲克牌(單一單元科學史分不同花色撲克牌牌七)和混合四單元撲克牌一發生時間序以接龍方式進行，結合原本撲克牌玩法，並融入相關科學史的知識與相關連結，跳脫出科學史枯燥無聊的框架，並連結到演化單元主軸。</p> <p>【階段一】卡牌製作與科學史年代序建立</p> <p>讓學生利用課餘時間(非課堂時間)先選定要製作科學史的主題(演化、遺傳、細胞與生命起源)，從課本中或相關文獻與主題相關的科學史(每個主題選出具有代表性的 13 個年序及事件：符合一個撲克牌花色 13 張牌)：製作時即依照撲克牌卡牌 A~K，一事件時序由小到大排列黏貼在卡牌上，同時了解該主題的發展年序與事件，建立相關知識與連結。</p>	
			
圖一、選定要製作的科學史主題	圖二、學生選出具有代表性的 13 個年序及事件	圖三、依照 A~K 及科學時序由小到大黏貼在卡牌上	圖四、結合原本撲克牌玩法，融入科學史的知識

週次	單元/ 主題	內容綱要			
第 1 週	科 學 史 （ 接 龍 與 排 七 ）	撲克牌 花色	科學史單元	撲克牌 花色	科學史單元
			演化單元		遺傳單元
			細胞單元		生命起源單元
		<p>【階段一】分主題科學史牌七： 遊戲規則：分四種花色(主題：演化、遺傳、細胞與生命起源)，每個主題 13 代表性科學事件與時序，遊戲規則與牌妻撲克牌玩法一樣，唯一的差別是記分時，若無牌可時選擇蓋牌時，蓋牌點數最多點勝出(因蓋牌點數愈少時，代表該主題在較早的時期就沒有發生該事件，科學史的發生因而將中斷，對蓋主題科學的影響較嚴重)，藉此牌分主題科學史排七撲克牌遊戲可讓學生更投入課程中，進而更深入料解釋件主題科學發展的歷程與時序。</p> <p>【階段二】混合主題科學史接龍： 遊戲規則：撲克牌一樣分四種花色(主題：演化、遺傳、細胞與生命起源)，遊戲規則與撲克牌牌一樣，遊戲時以混合花色的方式，學生一樣依序出牌，分成西元 1700 以前、西元 1700-1800、西元 1800-1900 及西元 1900 以後，從最小的時間序先出牌，出牌者可接續年代出牌或插入二年代事件出牌出牌均可(沒有蓋牌問題)，完成後再將各時間序的卡牌全部依照時間序先後相互連接成混合四個花色(主題)的時間序科學史接龍(時間由小到大排列)。</p> <p>【階段三】科學史表達與分享： 將科學史撲克牌牌七完成的該事件科學史紀錄置入學習單中，並進行表達與分享的分組報告，各組相互分享該組選定組別的科學史。</p>			



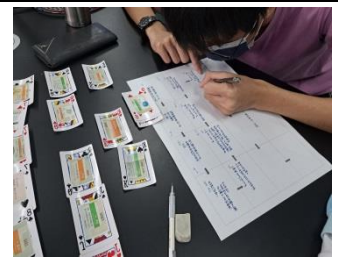
圖五、說明科學史撲克牌遊戲規則及相關致意事項



圖六、分主題科學史牌七，讓學生更投入課程中



圖七、混合主題撲克牌科學史接龍



圖八、科學史紀錄置入學習單中

【階段二】演化與雀喙實驗

【課前預習】以 LIS 的小短片引發學生對演化的動機：請學生於上課前在家中自行觀看情境科學教材的二段有關拉馬克和達爾文的小短片(免付費共享影片)



【課堂初探】學生從預習影片中討論並比較拉馬克和達爾文提出的生物演變觀點之異同，並舉出疑問？進而聚焦問題。

演化與雀喙實驗

第 2 週

	拉馬克	達爾文
相同點	1.(例如)生物會因環境而變化 2.	
相異點	學說	(例如：用進廢退)
	親緣(是否有相同祖先)	(例如：物種有個駙祖先不同源)
	變異來源	(例如)變異本來就存在
疑問	例如：1.加拉巴哥群島上的雀鳥鳥嘴是如何形成如此大的差異？ 2.	

【雀喙實驗：達爾文雀的逆境～我要活下去】學生在演化的觀念建立時，時常無法體會了解為什麼在加拉巴個群島上最後在不同島嶼會有各種不同的鳥喙，因此規畫進行「達爾文雀的逆境～我要活下去」的實驗，若學生實際感受環境變異(篩選壓力)所造成的壓力，是續命存活？適應增長？還是躲部過滅絕的命運呢？

模擬雀鳥在加拉巴哥群島各島嶼(不同組：不同實驗桌)，一開始都有各種鳥嘴的性狀(竹籤、鉗子、鑷子及燃燒勺)，隨機遺傳(得到甚麼性狀)抽籤決定，棲地(實驗桌上一開始都有各種食物：試管黏土、硬種子。蒟蒻絲及細碎種子棲息地)，實驗進







行在抽籤模擬棲地改變(例如硬種子棲地半毀、蒟蒻絲棲地全毀或細碎種子棲地倍增……等)

【遊戲規則】

★每組有四種模擬棲地與食物(黏土蟲、硬種子、小米、蒟蒻絲)

棲息地	食物種類	棲地環境(盛裝容器)
A	黏土蟲	玻璃試管內
B	硬種子	方形塑膠盒裝
C	小米(小鳥飼料)	錐形瓶
D	蒟蒻絲	方形塑膠盒裝(內裝水)

★每組有四種模擬的鳥喙性狀(形狀)

模擬	使用工具	鳥喙形狀	模擬
甲	細長竹籤		尖且細長
丙	然燒勺		琵琶型撈狀
乙	鉗子		強壯有力厚實 巨嘴
丁	鑷子		短尖型

★最低存活限制★

大顆粒(計數)食物(黏土蟲、)：超過 5 個食物 (< 5 個食物滅絕)

小顆粒(計量)食物(細碎食物：小米)：超過 7.5g (< 7.5g 食物滅絕)

食物增加

★族群變化：


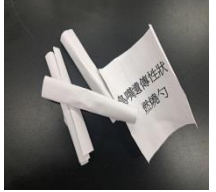
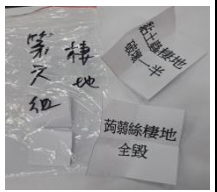

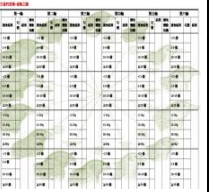
若捕食 6-14 個食物或細碎食物(小米)7.5-14.9g 則族群維持不變

若捕食 15-19 個食物或細碎食物(小米)15-29.9g 則族群增加 1 倍(得鳥命卡 1 張)

若捕食 ≥ 20 個食物或細碎食物(小米)30g 則群增加 2 倍(得鳥命卡 2 張)

棲地變動(破壞或增加)抽籤(食物減少)：

設定棲地變動籤，每完成一次取食活動(遊戲)後，進行棲地變動抽籤(包括四種棲地半毀、全毀或倍增)，若抽到某棲地半毀則移走一半該棲地食物(設置)，若抽到全毀則移走該食物(棲地)所有食物(設置)，而抽到棲地倍增則增加 1 倍該棲地(設置)。

				
各種模擬棲地	鳥喙性狀籤	棲地變化籤	鳥命卡	紀錄表格

第 2 週

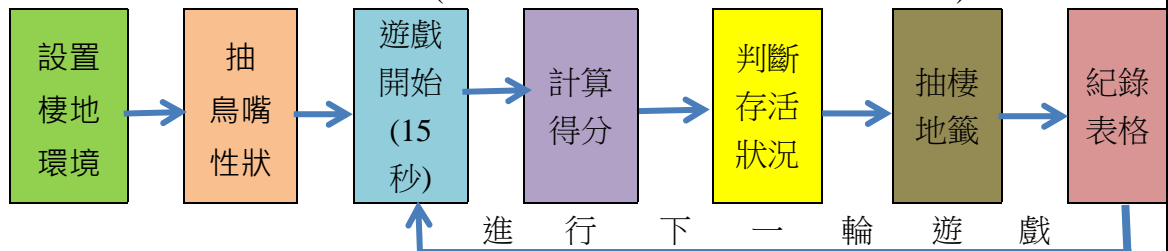
演化與雀喙實驗

在設置地籤中技巧性地在不同組中不放入特定棲地滅絕的籤(這樣遊戲到最後才會在不同組存活不同特定鳥嘴的性狀(達到預設目的：讓學生體會環境變異(不同棲地毀滅)在不同組別篩選留下不同鳥嘴性狀，而最終是哪種性狀續命存活、適應增長或是滅絕的命運)，而體會達爾文的天擇篩選。

捕食：計時 15 秒時間進行捕食實驗，捕食實驗時不能移動桌上的環境(容器)。

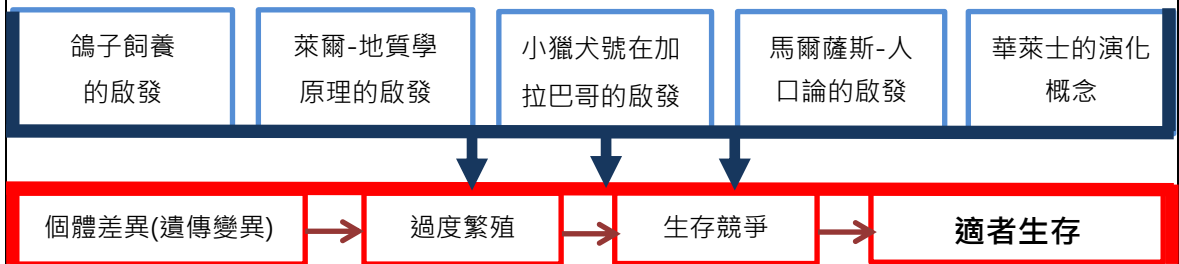
【遊戲規則】：

1. 遊戲時(實驗)先將設置準備好(將實驗材料器材放置在桌面指定的位置)：(1)蒟蒻絲放在方型塑膠盆，裝水半滿(2)小米裝入錐形瓶中(3)竹柏種子放在方型塑膠盆(4)搓製 20 個約直徑 0.8 公分左右的圓形黏土(像小湯圓)，分別放入 20 個玻璃試管中。
2. 抽籤決定所扮演的鳥嘴形狀(代表基因多樣性，看遺傳到甚麼性狀)。



3. 每人有 4 個裝食物的杯子(食物存放杯)，分別裝 4 種不同食物，不可混裝。
4. 準備計時器，每次遊戲時間計時 15 秒。
5. 遊戲開始：每個玩家依照自己抽到的扮演的鳥嘴形狀，在規定的時間內，以模擬的鳥嘴以夾、撈或刺等方式將食物取至食物杯中(避免將食物灑出至桌面)。
6. 遊戲結束後，計算食物的數量(蒟蒻絲、竹柏黏土蟲)及重量(小米)並記錄於表格，判定存活狀況，若低於最低存活標準則滅絕，續命的進行第二輪遊戲(實驗)，進行下一輪前要抽棲地變化籤，若抽到某種棲地(食物)半毀，則將該食物減少一半；若抽到該棲地(食物)全毀，則將食物移除。
7. 進行下一輪實驗，依次進行第二輪、第三輪.....

【天擇說歸納統整】：



圖九、實驗課程與遊戲規則說明



圖十、燃燒勺(琵琶型撈嘴)取食小米棲地



圖十一、鉗子(厚實巨嘴)取食硬種子(竹柏種子)。



圖十二、實驗進行(各種搶食.....)。

【階段三】演化的證據

週次	主題	內容綱要																														
第 3 週	演化的證據	<p>讓學生探討可以佐證演化的相關證據：</p> <p>檢視相關可能證據→釐清生物之間親緣關係→新證據發現而重建分類與演化歷程</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px;">生物地理 證據</div> <div style="background-color: #4F7942; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">化石證據</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px;">解剖學 證據</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px;">胚胎學 證據</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px;">生化及分子 生物學證據</div> </div> <p>學生大多覺得化石是博物館中才能看得到，且化石在野外更是難得一見，想觸碰化石都覺得困難。藉由介紹台灣化石出產地，讓學生去蒐集相關台灣古地層年代及代表性出土化石(澎湖海溝、左鎮地區、里龍山及恆春後溝等地區)</p> <p>【課前預習】：學生在課前先行查閱相關台灣化石出產地，讓學生去蒐集相關台灣古地層年代及代表性出土化石並完成下表：</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 40%;">台灣產常見化石(或是新聞有報導)</th> <th style="width: 30%;">大約年代</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">澎湖海溝</td> <td>(例如)古菱齒象、水牛及鹿等化石</td> <td style="text-align: center;">4 萬~1 萬年前</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">左鎮地區</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">里龍山</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">恆春後溝</td> <td>(例如)鯨魚化石(新聞報導)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>【化石實驗 1：化石標本觀察比對與查詢紀錄】 完成下表</p> <p>實驗課堂上讓學生實際觀看並分組查詢下表各種化石並將相關料紀錄：</p> <p>學生觀察並查詢各種化石的特徵、主要出產地與地層及其生存的大約年代，並將其記錄在地質年代表的學習單上。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 40%;">化石主要出產地與地層</th> <th style="width: 30%;">大約年代</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">巨齒鯊牙齒化石</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">菊石化石</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">三葉蟲化石</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">貴州龍化石</td> <td>(例如)最早在中國貴州西南部發現貴州龍化石.....</td> <td style="text-align: center;">三疊紀 (247-235 百萬年)</td> </tr> </tbody> </table>		台灣產常見化石(或是新聞有報導)	大約年代	澎湖海溝	(例如)古菱齒象、水牛及鹿等化石	4 萬~1 萬年前	左鎮地區			里龍山			恆春後溝	(例如)鯨魚化石(新聞報導)			化石主要出產地與地層	大約年代	巨齒鯊牙齒化石			菊石化石			三葉蟲化石			貴州龍化石	(例如)最早在中國貴州西南部發現貴州龍化石.....	三疊紀 (247-235 百萬年)
			台灣產常見化石(或是新聞有報導)	大約年代																												
澎湖海溝	(例如)古菱齒象、水牛及鹿等化石	4 萬~1 萬年前																														
左鎮地區																																
里龍山																																
恆春後溝	(例如)鯨魚化石(新聞報導)																															
	化石主要出產地與地層	大約年代																														
巨齒鯊牙齒化石																																
菊石化石																																
三葉蟲化石																																
貴州龍化石	(例如)最早在中國貴州西南部發現貴州龍化石.....	三疊紀 (247-235 百萬年)																														
																																
圖十三、實驗課程與遊戲規則說明	圖十四、化石標本觀察比對與查詢紀錄	圖十五、台灣恆春里龍山樹葉化石	圖十六、台灣澎湖海溝補入動物化石																													

第 3 週

演化的證據

【化石實驗 2：澎湖海溝陸相化石與現生生物骨骼比對與親緣關係建立練習】

學生利用澎湖海溝哺乳動物化石標本與現生哺乳動物骨骼標本及人體全身骨頭模型進行比對，練用相類似的動物骨骼比對出可能部位的骨骼，在與人體全身模型比對並查出對應的骨骼部位與名稱。

【化石實驗 3：化石年代與地質年代連結建立練習】

將澎湖海溝陸相化石及化石實驗 1(各種化石標本)的化石標本年代及出產地層資訊記錄在地質學習單中。



圖十七、練用相類似的動物骨骼比對出可能部位的骨骼



圖十八、與人體全身模型比對並查出對應的骨骼部位與名稱



圖十九、在學習單中繪出比對的化石對應的骨骼部位與名稱

表達分享與評量

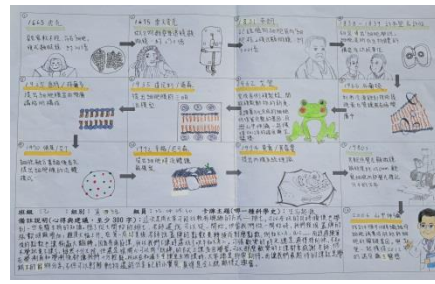
第 3 週

表達分享與評量

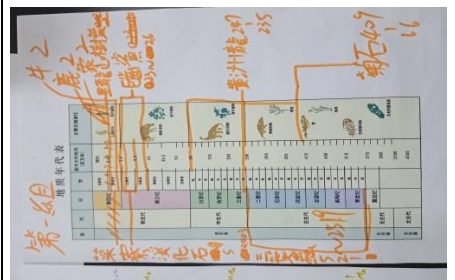
- 1.分組口頭報告：將科學史撲克牌牌七完成的該事件科學史紀錄置入學習單中，並進行表達與分享的分組報告，各組相互分享該組選定組別的科學史。
- 2.科學筆記本：將預習及課堂討論(LIS 的小短片及台灣化石出產地)的資料紀錄於科學筆記本中。
- 3.學習單：化石年代與地質年代連結建立、澎湖海溝陸相化石與現生生物骨骼比對與親緣關係建立及雀喙實驗學習單。



圖二十、科學史撲克牌牌七與接龍分組報告



圖二十一、科學史撲克牌牌七學習單與心得分享



圖二十二、化石年代與地質年代連結建立學習單。

參考資料：

- 1.趙大衛等(2022)，選修生物 IV 生態、演化與生物多樣性，翰林出版社。
- 2.台南左鎮化石園區，<https://fossil.tnc.gov.tw/>。
- 3.國立台灣博物館，<https://www.ntm.gov.tw/>。
- 4.環境資訊中心(2022)，台灣史上最最完整鯨魚化石出土，<https://e-info.org.tw/node/235622>