

竹塹好學

—科學FUN城市

Science Family

Fun, Active, Make, Interest, Learn, Ya!



市長序

隨著時代迅速變遷，教育所扮演的角色已不僅限於知識傳遞，更在於培養孩子們面對未來生活挑戰的核心素養。

108課綱的實施強調了真實情境問題探究，並通過實作體驗和多元評量，厚植孩子們創新思考、理性思辨和問題解決能力，以應對未來世界的種種挑戰。在108課綱的背景下，新竹市政府團隊致力於推動「新竹好學」教育願景，全力營造優質的教育環境，推動「一校一特色」、「一生一閱讀」、「一生一專長」、「一師一載具」、「一生一運動」、「一校e智慧」的「五個一+e」策略，著力於改善校園環境、提升教育軟硬體設備，並積極進行教師培訓和教學動能的積累。

新竹市政府團隊希望通過創新教學和多元學習，激發孩子們的潛能，讓新竹市的孩子們成為具備全球視野的未來之星，「讓新竹的孩子做世界的孩子」。

臣遠要感謝所有參與編輯和出版工作的團員們，夥伴們的努力和執著精神讓這本專輯得以順利完成。期待未來透過輔導團的力量，開發更多優質的課程示例，造福更多教育現場的教師和學生。

讓我們共同期待，這本專輯能成為推動自然科學教育改革的重要資源，為新竹市孩子們的未來奠定堅實的基礎。

新竹市政府 代理市長 邱臣遠

A handwritten signature in black ink, reading '邱臣遠' (Chu Chen-yuan), positioned below the title.

處長序

在課程教學方面，新竹市課程與教學發展中心的輔導團夥伴們不遺餘力地推動課程創新與研發。今年度，我們非常高興地向大家介紹《竹塹好學-科學FUN城市》自然科學教學方案成果專輯。這本專輯的編纂，旨在展示如何將自然科學知識與生活情境結合，通過創新且富有趣味的方式，引導孩子們進行深度學習。

《竹塹好學-科學FUN城市》專輯的核心理念圍繞「Family」——Fun, Active, Make, Interest, Learn, Ya! 我們期望通過以學生為中心的課程設計，讓每一位學生在探索和實作的過程中，發現學習科學的樂趣和興趣。每個課程示例都經過精心選擇，涵蓋生物、物理、化學和地球科學等多個領域，並採用了科學表徵、科學論證、問題解決等多樣的教學方法。

例如，《動物桌遊霸——如何進行動物分類？》通過遊戲化教學，不僅提升了孩子們的學習動機，也在愉快的遊戲過程中培養了他們的系統思考和問題解決能力。另一篇《臺灣新移民——是否支持開放引進外來種生物？》則以社會性科學議題為切入點，引導孩子們思考外來種生物對生態環境的影響，並透過論證與討論，培養了孩子們的科學思維和公民意識。這種教學方式擴展了孩子們的視野，也幫助他們深入理解科學與社會的關聯。

新竹市素以科技與創新聞名，本市也積極推動以學生為中心的教學改革，強調實踐與應用的學習。本專輯不僅旨在引導孩子們從不同角度理解自然，更希望能為從事自然領域教學的老師們提供更多的教學資源和創意激盪對話可能。希望教師們能夠通過這些示例，不僅掌握新課綱自然科學領域的教學趨勢，也能在課堂上實踐創新教學理念，為孩子們帶來多元而豐富的學習體驗。

新竹市政府教育處 處長 林立生



自然真好

自然科學領域教學的核心為從生活經驗引發孩子們對於自然科學的好奇心與學習興趣；透過「探究與實作」提供孩子跨域統整的學習經驗；從中了解科學的核心概念與本質、培養探究思考解決問題的能力與涵養科學態度，進而成為具備科學素養的公民。

秉持培養孩子具備科學素養的理念，新竹市自然科學領域輔導團國小組夥伴們致力研發課程教案，透過共備觀議、專家指導以及孩子學習成效回饋、修正調整教學方案，希望提供自然領域教師更多教學資源，共同為自然科學教育盡力。

《竹塹好學-科學FUN城市》這本自然科學領域教學方案成果專輯，為112學年度自然科學領域輔導團國小組夥伴們的共同結晶，這些方案內容不僅包括自然科學知識概念，更重要的是，它們體現了如何在課堂中激發孩子的學習興趣，透過探究實作促進孩子們主動學習。各篇重點特色如下：

1. 《動物桌遊霸—如何進行動物分類？》

- 透過桌遊形式引導孩子學習動物分類知識。孩子在遊戲中探索動物的外型特徵，進行分類並加強系統思考與問題解決能力，達到寓教於樂的學習效果。

2. 《臺灣新移民—是否支持開放引進外來種生物？》

- 探討外來種生物對臺灣生態的影響，並通過論證教學模式，培養孩子批判性思維與解決問題的能力，以及用證據支持論點的科學思維能力。

3. 《旅遊企劃師—如何由天氣預報來規劃行程？》

- 孩子學習根據氣象資料規劃旅遊行程，強調系統思考與小組合作，製作旅遊企劃書，運用科學知識解決生活中的實際問題。

4. 《神鬼地質家—藍洞是如何形成的？》

- 運用科學文本閱讀與多元表徵方式，幫助孩子理解藍洞的形成過程，強調科學概念的可視化與合作學習，提升孩子對地質知識的理解與應用。

5.《百樂調音師—如何產生高低不同的聲音？》

- 以問題解決教學模式引導孩子設計簡易樂器，探究聲音的特性與樂器的原理，並在實際操作中加深對聲音科學的理解。

6.《斤斤計較小老闆—物體重量和彈簧的伸長量有什麼關係？》

- 透過實驗探討物體重量與彈簧伸長量的關係，孩子在分析數據與進行科學論證中，學習如何基於實驗結果形成合理的解釋。

7.《萬能水電工—哪些水溶液會導電？》

- 使用預測-觀察-解釋(POE)教學模式，孩子藉由實驗驗證水溶液的導電性，並結合酸鹼性質進行分析與總結，同時融入雙語教學，提升科學探究與語言表達能力。

8.《水溶液小偵探—如何分辨水溶液？》

- 採用「重視理解的課程設計」(UBD)模式，透過過科學問題解決活動，運用水溶液的溶解性、酸鹼性與導電性進行分類，增進對科學概念的理解與問題解決能力。

《竹塹好學-科學FUN城市》教學方案成果專輯能夠順利付梓，首要感謝張慧真主任、楊秋燕老師、胡淑貞老師、吳仁佑老師、甘可齊老師這五位輔導團夥伴們對於自然科學領域教學的專業、熱情與使命感；每一次扎實的課程共備、教學研討、觀課議課.....得以精煉出教學方案與成果；就連編輯、排版、美編、校稿也都不假他人之手，過程中的用心與堅持，令人佩服與感動！其次感謝專家學者的指導回饋，臺北市立大學葉興華教授、嘉義大學林樹聲教授、國立陽明交通大學陳聖昌教授、國立臺北教育大學何慧瑩教授、國立清華大學巫俊明教授、自然科學領域中央輔導團輔導員胡秀芳老師，提供專業回饋，讓教學方案更臻完善！

最後感謝新竹市教育處課程發展中心的支持與引領；期盼本專輯不僅提供自然領域教師教學參考，亦能激盪出不同的教學創意，促進更多交流機會，讓我們在自然科學教育的路途上，共同引領孩子探索與成長。

112學年度新竹市自然科學領域輔導團副召集人

陽光國小校長 謝佳暉

謝佳暉

《竹塹好學-科學FUN城市》的故事

108課綱的推動，乃臺灣近年來規模最大且最獲重視的課程改革。在《十二年國民基本教育課程綱要總綱》和自然科學領綱陸續公布實施後，如何實踐自然科學領綱中啟發科學探究的熱忱與潛能、建構科學素養、奠定持續學習科學與運用科技的基礎、培養社會關懷和守護自然之價值觀與行動力等目標；貫徹各學習階段「探究與實作」精神與方法，並期提供學生統整的學習經驗，藉由跨領域/科目間的整合，以綜合理解運用自然科學領域七項跨科概念，遂成為中央及各縣市自然科學領域輔導團努力之方向。

新竹市自然科學領域輔導團國小組，自105學年起，在歷任召集人及現任副召集人—陽光國小謝佳暉校長及全體團員的努力下，透過輔導團員的共同備課，研發符應自然科學領域新課綱期待之課程示例；再透過公開授課，一方面進行推廣，一方面蒐集回饋意見，做為修訂課程示例之參考。在這些年的努力下，團員們累積了不少課程示例，在多所考量與觀課教師的回饋下，精選了八件編輯為《竹塹好學-科學FUN城市》成果專輯。

《竹塹好學-科學FUN城市》的核心概念為「Family」—Fun, Active, Make, Interest, Learn, Ya !，亦即以學生為中心的課程設計出發，讓學生透過探究與實作的學習過程，獲得學習科學的興趣和樂趣！精選課程示例時，在學習內容上考量了生物、物理、化學、地球科學等性質；在教學進行上，搭配科學表徵、科學論證、問題解決、科學探究、POE等教學方式；學習結果上則選擇批判思辨、討論與傳達、計劃與執行、分析與發現等重要的學習表現。透過這些考量，希望協助教師在進行不同性質內容的課程設計時，懂得如何選擇合宜的教學方式，以培養對應的科學表現。

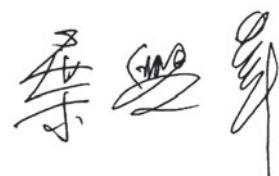
每一份課程示例編寫時，均闡明設計理念，讓教師可從中理解各種教學方式的意義和教學進行重點；在主題與單元架構中，介紹課程示例在教學單元中的地位，有助於教師了解所選擇教學方式及學習表現的緣由；設計依據及含括教學活動、流程和評量之教學設計與活動照片等，則希望有助於教師了解教學活動實際的操作情形；最後的觀課教師與專家回饋，則期展現課程示例的價值和操作的注意事項。此外，每份示例並提供聚焦於公開授課課堂之評定尺規，其不僅可作為評量之用，更有助於教師於授課中或是課後檢視學生學習結果。

本專輯不僅能提供國小自然科學教師了解自然科學新課綱教學趨勢，及其如何轉化為實際教學活動，對於團員本身而言也深具意義。慧真、淑貞、秋燕、仁佑、可齊等五位團員，不僅在共同備課時，反覆討論課程示例學習內容、教學方式和學習表現的選擇、組織及設計；更透過公開授課、專家回饋蒐集改進意見，最後修正定稿完成出版，此伴隨課程發展進行的課程評鑑歷程並不多見。因此歷程並非本專輯出版之主要目的，故未能記述於其中，而本人有幸陪伴他們經歷出版過程中最後一哩的評鑑歷程，實感幸運，深為團員們精益求精的課程研發精神所感動。

本專輯中各示例撰寫與精選時，各具不同的代表意義，教師運用時，務請詳閱每個示例，若對於示例中的課程內容不夠熟練時，可先嘗試依示例進行教學；熟悉後則可自行轉化運用，並嘗試將所介紹之教學方式和學習表現，運用於不同性質的課程內容中。相信教師在這些示例的示範和引領下，對於新課綱自然科學領域目標之實踐必能有效掌握。

最後，再次向佳曄校長和團員們對於本專輯編輯、出版所投入的心力，致上最高敬意；也期許團員們繼續努力，研發更多的課程示例，嘉惠更多的教師和學子。

臺北市立大學
學習與媒材設計學系 教授



2024.7.1



科學教學的理論基礎

林樹聲教授

國立嘉義大學 教育系數理教育碩士班

所謂「教學的理論基礎」(Rationale or Theoretical frameworks)是指「支持教學設計的一套說法」，亦可稱為「合理化教學設計的一套說明」。為什麼需要理論基礎呢？有學界共識的理論基礎作為依歸，教學設計才有所本，而免於只是憑藉個人的經驗或想像行事，這正是理論基礎的重要性。

有關科學教學的理論基礎相當的多，這次新竹市自然科學輔導團國小組進行的科學教學設計和實踐，基本上可從下列幾個理論基礎出發：

一、探究為導向的教與學

「探究式教學」反映著科學家探究自然的方法之一，是十二年國民教育自然科學領域相當強調的教學理念和一大教學方法，也是過去科學教育改革以來，一直被重視的部分。因為探究能力的培養，讓學生具備許多生活中可以帶著走的能力，尤其是講求證據、理性推理的解決問題。

基本上，探究由「發現問題」開始，接著經歷「提出假說(Hypothesis)對此問題的預設答案)、設計實驗、收集和分析資料」，之後再根據資料去「驗證假說、下結論」等。而這裡必須強調的是，之一，整個過程在敘述上看似線性，但實際執行上卻非如此。換言之，探究是動態、來來回回、循環的過程(National Research Council [NRC], 2000)。例如我們可能在分析資料後，發現少考慮了什麼因素，而回頭調整實驗設計或重新擬定問題。之二，「解讀資料、建構和評估解釋、與他人分享與溝通發現」亦是其中的重要環節(Wu & Hsieh, 2006)。畢竟知識的確認和定調是社會建構的，需要通過考驗並取得共識。之三，若要經歷整個探究過程，確實需要花費相當多的時間。除非是從事科展活動，否則在一般科學課室裡，很難每次教學都將探究從頭走到尾。也因此，分次、分段訓練學生認識和精熟不同的探究能力，反而在實際教學上較可行。例如教師在拋出問題後，引導學生提出假說，接著進入中央氣象局的網站，直接利用資料庫中的資料進行分析、解讀和驗證假說。

而隨著老師介入程度的高和低，探究式教學又可區分為「結構式、引導式、開放式」等不同的形式(Schwab, 1962)。就像光譜的兩端，愈走向結構那端，愈是教師為中心的教學；相對地，愈走向開放的那端，則愈是學生為中心的教學(NRC, 2000)。這表示根據學生的資質和學習狀況，教師可透過不同程度的介入去實踐此類教學。

二、問題解決導向的教與學

什麼是「解決問題」呢？從了解問題是什麼，到採取方法、策略和行動去解決，達成初始設定的目標或問題消失的過程，我們就稱為「問題解決」(Mayer, 2006)。例如發現腳踏車生鏽，進而想到如何除去腳踏車上的鏽，並防止它再度生鏽。再例如，發現飲用水有異味，就此展開計畫，調查異味從何而來、是什麼成份導致，最後找出策略和方法，防止再發生。

在這個過程中，問題解決者需要經歷一連串的認知活動，包括計畫、執行(包括實驗)、監控、評鑑、做決定等，而且會運用到自己的知識和經驗(Mayer, 2013)；也會因為問題的結構強弱，進而決定問題解決過程的難度和複雜度，因此在解決問題的過程中，允許學生試誤(trial and error)、並從試誤中學習是必要且重要的環節(Wood, 2004)。

基本上，問題解決是學校科學教與學的一大核心，它既是教學目標，也是學習工具和過程(Yerushalmi & Eylon, 2015)。而教師若採取「問題導向的學習」，即是所謂的「PBL」(Problem-Based Learning)，是學生為中心的一種教學。

Barrows (1986)指出PBL強調從問題出發，利用小組合作的方式，共同擬定計畫，並透過成員之間的對話和討論，集思廣義地去收集、分析和評估資料、找尋問題的答案，最後進行自我評鑑與同儕評鑑，了解自己的學習成效。基本上，學生自發性的「主動學習」相當重要，教師只是從旁引導、給予相關的協助和建議，讓他們經歷PBL的過程，直到問題解決。有關PBL的教與學，可進一步閱讀楊坤原與張賴妙理(2005)的論述和範例。

三、論證導向的教與學

不同主張的雙方，除了提出理由外，還會以證據支持自己的論點或是反駁別人的論點，這個互動的過程就是「論證」(Kuhn & Udell, 2003)。論證不全是辯

論，重點在於不同意見的兩方或多方進行口語或書寫上的溝通，了解對方的立場和想法，並於過程中補強自己或駁斥對方的論點，目的並非在於爭辯最後的輸贏。

Toulmin (1958)是最早提出論證組成的學者，他指出一個好的論證應該包括下列六個組成成份：主張、資料(事實、證據(量化數據或質性資料)、論據(連結主張和資料的理由)、支持(進一步支持主張的理由或原則)、條件限制(主張成立的前提)、反駁(讓主張不成立的理由或資料)。每個組成都有它的意義，詳細例子請見胡淑貞老師「台灣新移民」的教學理念和設計之說明。

作為論證的題材基本上有兩類：一類為「科學現象的解釋」，另一類為「社會性科學議題」。面對一個「科學現象」，學生可能會有不同的解釋。例如李佳生(2008)根據學生的迷思概念，針對「存放在冰箱裡的食物為什麼比較不容易變壞呢？」設計兩種解釋，解釋一是「因為低溫，細菌被凍死了」，解釋二是「細菌的作用因低溫而變慢」。學生可針對這兩種解釋提出自己的想法，進行論證。而由科技發展和應用所引發的社會問題，我們就稱此類問題為「社會性科學議題」，例如「高鐵的興建」(黃柏鴻，2006)、「鱈魚的捕撈與保育」(劉宜青，2014)、「石化工業的搬遷」(吳靜宜，2014)等，皆可根據主題，設計為「贊成或反對、同意或不同意」的選項，讓國小學生提出自己的論點而從事論證。

科學課堂中引入論證，主要是讓學生體驗知識的建構或解決方案的確立，是需要經過同儕之間，不同意見的闡述、論辯和溝通的，同時必須講求證據的支持與否，不能毫無依據。也因此，論證品質若要好，學生對於論證主題背後的知識就必須有所了解，甚至憑藉著資料的查找來建立想法，才不會只是流於經驗上的陳述，所以論證之前，教師針對主題協助學生建構相關知識就變得相當重要。

四、表徵為導向的教與學

「表徵」(representation)在科學教學中是指利用不同的型式說明想表達的概念或知識，例如以粒子代表原子或分子，教師用「畫圖」的方式，配合「口語」解釋化學反應的發生；再例如，教師使用「模型」，輔以「說明」心臟結構與血管的關係。換言之，「口語、書寫、圖像、照片、模型、模擬物、虛擬實境」等都是表徵的一種型式，它可以幫助學生理解和發展抽象的概念與知識，促進思考、推理想和溝通(Evagorou, Erduran, & Mäntylä, 2015)。再加上每位學生都有其善長

的學習媒介或風格，有人屬於視覺型的學習者，有人屬於聽覺型的學習者，因此在教師充分運用不同表徵進行教學的情況下，將有利於不同學習類型的學生進行科學的學習。

五、POE教學模式

「POE」是「Prediction、Operation、Explanation」的縮寫，由學者White與Gunstone (1992)提出，此法應用在引導學生進行科學實驗，因為具體而簡單的指示，不但能引起學生的學習動機，也能增加學生的參與和投入，並在過程之中建構起實驗對應的科學概念和知識。

此一教學模式共分三個階段：之一「預測」——寫下或說出實驗可能發生的現象或結果，並說明為什麼；之二「觀察」——教師演示實驗，引導學生做觀察；或者讓學生直接操作實驗，並觀察發生什麼事；之三「解釋」——解釋為什麼預測與觀察有或無差異；亦或是進行修正預測階段的解釋。

經歷上述三階段後，教師再根據學生的解釋做出最後的統整、歸納或修正，讓學生習得正確的科學概念和知識。因此，POE能促進學生動腦思考和更深入地進行科學學習。

參考文獻

- 吳靜宜(2014)。強調後設認知策略之科學教學對國小學生在社會性科學議題中做決定能力之影響。國立嘉義大學數理教育所碩士論文(未出版)。
- 李佳生(2008)。應用論證教學促進國小五年級學童科學論證能力之研究。國立嘉義大學科學教育所碩士論文(未出版)。
- 黃柏鴻(2006)。提升國小六年級學生論證能力之行動研究－以社會性科學議題為例。國立嘉義大學科學教育所碩士論文(未出版)。
- 楊坤原與張賴妙理(2005)。問題本位學習的理論基礎與教學歷程。中原學報，33(2)，215-235。
- 劉宜青(2014)。加強國小學生發展與權衡判準之科學教學對其在社會性科學議題中做決定能力之影響。國立嘉義大學數理教育所碩士論文(未出版)。
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.

- Evagorou, M., Erduran, S. & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 11.
- Mayer, R. E. (2013). Problem Solving. In D. Reisberg (ed.), *The Oxford Handbook of Cognitive Psychology* (pp. 769-778). Oxford: Oxford University Press.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (2nd ed., pp. 287-303). Routledge.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development* 74(5), 1245-1260
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as inquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Eds.), *The Teaching of Science* (pp. 3-103). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Toulmin, S. E. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: Falmer Press.
- Wood, E. J. (2004). Problem-based learning: Exploiting knowledge of how people learn to promote effective learning. *Bioscience Education*, 3(1), 1-12.
- Wu, H.-K. & Hsieh, C.-E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1289-1313.
- Yerushalmi, E. & Eylon, B. S. (2015). Problem solving in science learning. In Gunstone, R. (eds.). *Encyclopedia of Science Education* (pp. 786-790). Dordrecht: Springer.



目錄



市長序	邱臣遠代理市長
處長序	林立生處長
自然真好	謝佳曄校長
科學FUN城市的故事	葉興華教授
科學教學的理論基礎	林樹聲教授

中
年
級
生
物

1、動物桌遊霸--如何進行動物分類?

..... 楊秋燕 1

科學概念 動物分類
學習表現 批判思辯
教學方式 科學表徵



高
年
級
生
物

2、臺灣新移民--是否支持開放引進外來種生物?

..... 胡淑貞 11

科學概念 外來種與生態
學習表現 討論與傳達
教學方式 科學論證



中
年
級
地
科

3、旅遊企劃師--如何由天氣預報來規畫行程?

..... 楊秋燕 21

科學概念 天氣變化
學習表現 計畫與執行
教學方式 問題解決



高
年
級
地
科

4、神鬼地質家--藍洞是如何形成的?

..... 胡淑貞 31

科學概念 地表的變化
學習表現 討論與傳達
教學方式 科學表徵

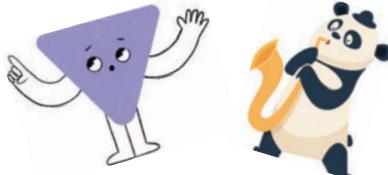




5、百樂調音師--如何產生高低不同的聲音?

..... 甘可齊 41

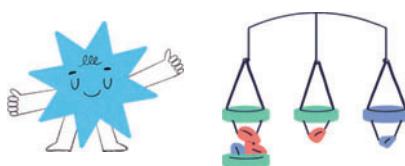
科學概念 聲音的高低
學習表現 計劃與執行
教學方式 問題解決



6、斤斤計較小老闆--物體重量和彈簧的伸長量有什麼關係？

..... 張慧真 51

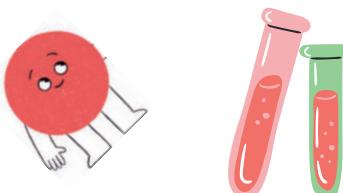
科學概念 虎克定律
學習表現 分析與發現
教學方式 科學探究



7、萬能水電工--哪些水溶液會導電？

..... 甘可齊 61

科學概念 水溶液的導電性
學習表現 分析與發現
教學方式 POE



8、水溶液小偵探--如何分辨水溶液？

..... 張慧真 71

科學概念 水溶液的特性
學習表現 計劃與執行
教學方式 問題解決



後記

We Are Family 81



中年級

動物桌遊霸

如何進行動物分類？

科學表徵 / 批判思辨

新竹市新竹國小
楊秋燕





一、教學設計理念



隨著素養導向教學與評量的新時代來臨，素養強調不只是學會知識，還要學會活用知識、能力和態度，解決生活中的問題。而解決問題的訓練，可以藉由近年來興起，受到眾多學生喜愛的桌遊來進行。

將桌遊這種透過桌上遊戲的媒介融入科學教育，以觸動孩子們愛玩的天性，點燃學習的熱忱，進而培養他們綜合多元的能力，活化遊戲化的教學活動，除了讓學生們思考如何將習得的知識運用在遊戲情境中以解決問題，又可以帶入探索知識的樂趣、增進學生主動參與學習的動機，真是寓教於樂。

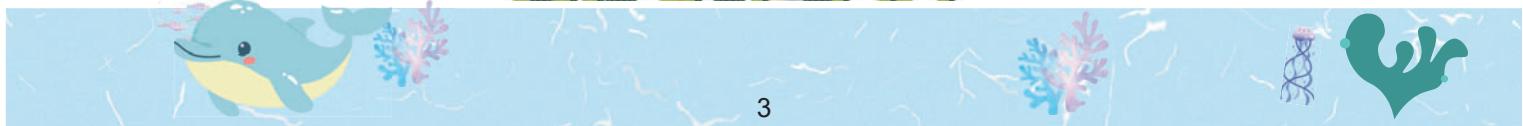
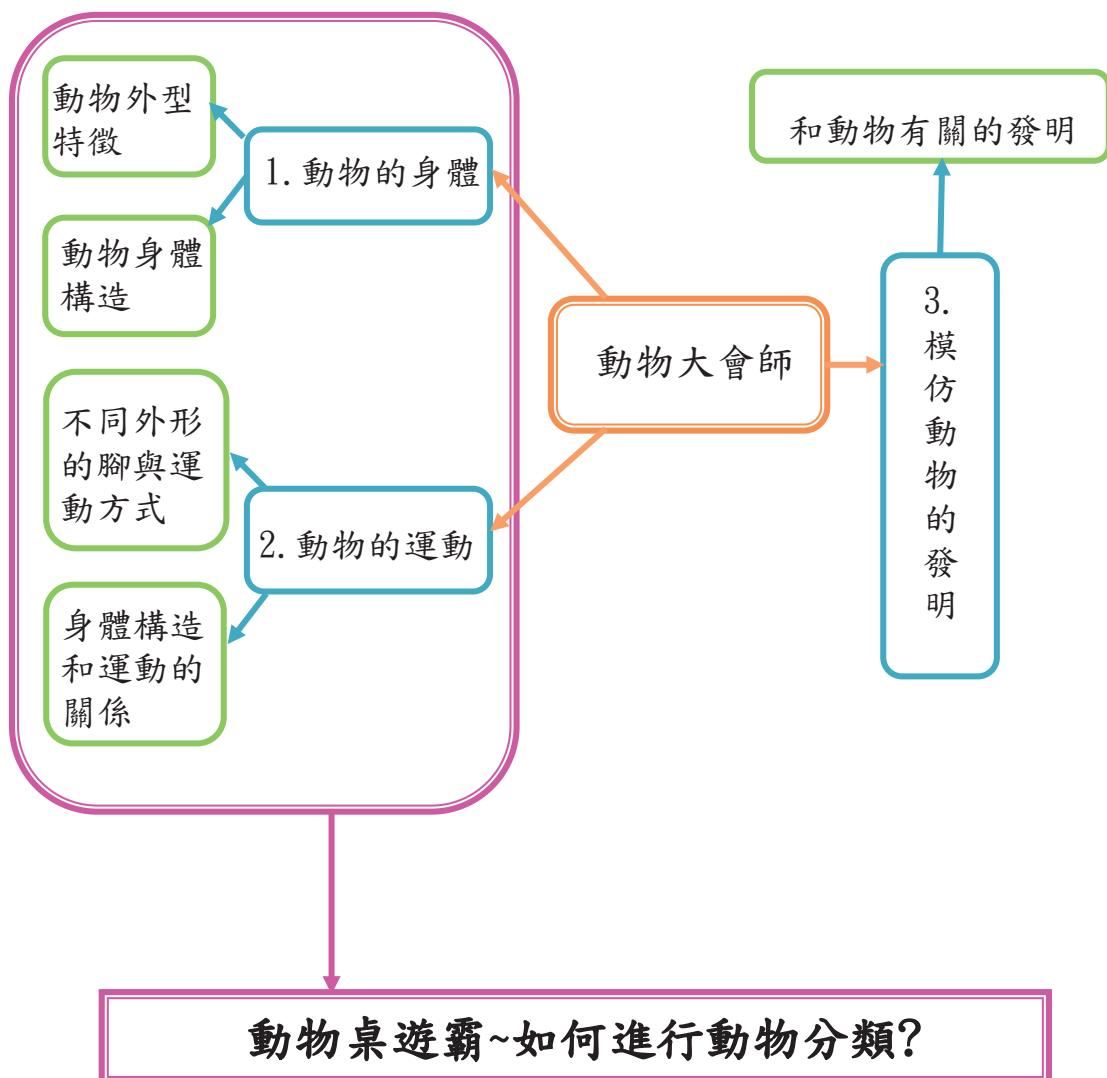
此素養導向遊戲化教學模式由國立臺灣科技大學侯惠澤教授迷你遊戲團隊提出，桌遊是由教學者設計製作完成再由學習者操作遊戲，而此課程為了增加學生動手做的樂趣，所以由學生自製。將桌遊融入動物單元，牌卡操作簡單，容易攜帶，遊戲人數不受限制，可以多人一起參與，享受遊戲樂趣。動物單元內容與學生生活經驗親近，學生平常就容易觀察身邊的生物並查詢相關的資料，能引起學生興趣和投入，因此選擇以此單元進行桌遊融入科學教學。

此課程設計主旨旨在讓學生依據觀察到的動物外型特徵，藉由遊戲進行分辨或分類，並透過有系統的分類與表達方式，與他人溝通自己的想法與發現。教師運用提問引導、卡片遊戲、簡報媒體與學習單，進行素養導向遊戲式教學，既有動物知識的建構，也有遊戲樂趣的體驗，同時能思考和提出解決動物面臨環境變遷生存問題的方法或策略。例如在遊戲中「動物事件卡」牌設計時，可以針對多種動物生存的問題情境，提出解決方法，而將此方法製作成一張卡牌，就成為遊戲中的加分卡。換言之，讓學生運用好奇心，從觀察、閱讀、思考所得的資訊，自己製作部分的動物卡牌，卡牌裡記錄著動物的外型特徵、特殊構造及其功能等，一方面增加學生的參與度，一方面也促進學生主動認識不同的動物。





二、主題與單元架構

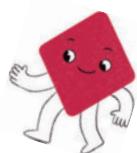
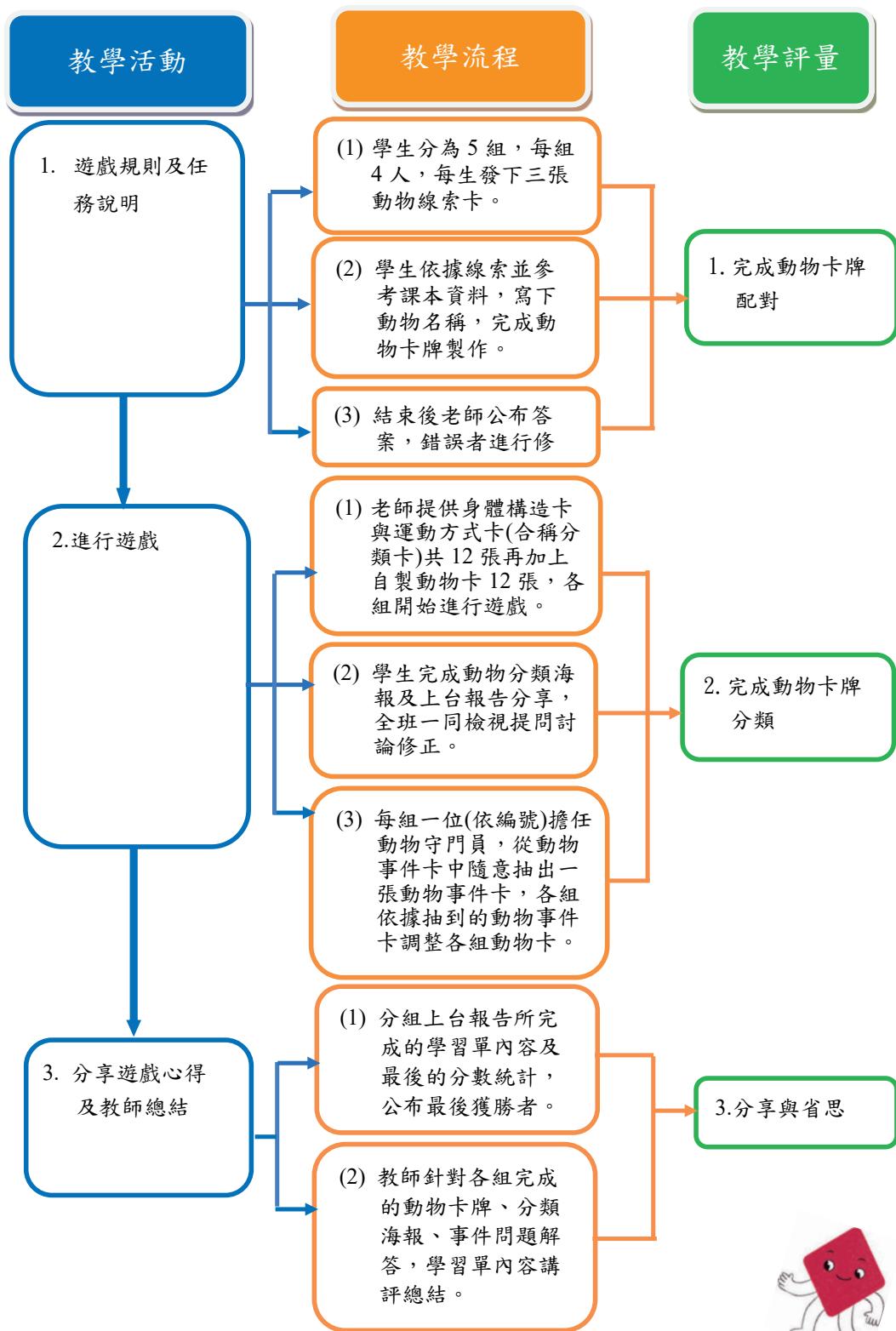




三、設計依據

年級/單元	中年級 動物大會師	節數	本單元共 12 節之第 10 節
教材來源	康軒版	教學設備資源	單槍、PPT、學習單、海報紙、 彩色筆、紙卡
主題名稱	動物桌遊霸—如何進行動物分類？		
設計依據			
總綱及領域核心素養	A2 系統思考	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。	
學習表現	◎探究能力 - 思考智能 (t) 批判思辨 (c)	tc-II-I 能簡單分辨或分類所觀察到的自然科學現象。	
	◎探究能力 - 問題解決 (p) 分析與發現(a) 討論與傳達 (c)	pc-II-2 能利用簡單形式的口語、文字、或圖畫等，表達探究之過程、發現。	
	◎科學的態度與本質 (a) - 養成應用科學思考與探究的習慣 (h)	ah-II-2 透過有系統的分類與表達方式，與他人溝通自己的想法與發現。	
學習內容	◎構造與功能 (INb)	INb-II-4 生物體的構造與功能是互相配合的。 INb-II-5 常見動物的外部形態主要分為頭、軀幹和四肢，但不同類別動物之各部位特徵和名稱有差異。	

四、教學設計



動物皇遊霸--如何進行動物分類？

五、教學活動照片



1.教師進行遊戲卡製作及任務說明



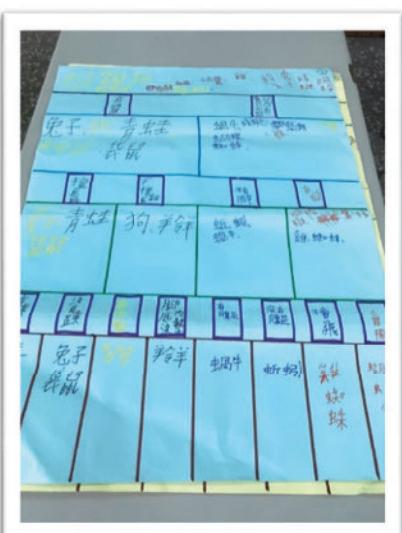
2.學生分組討論找線索完成遊戲卡製作



3.學生分組完成動物分類海報的過程



4.學生上台分享完成的動物分類海報



5.學生完成的動物分類海報



6.學生從課本找線索完成動物卡製作



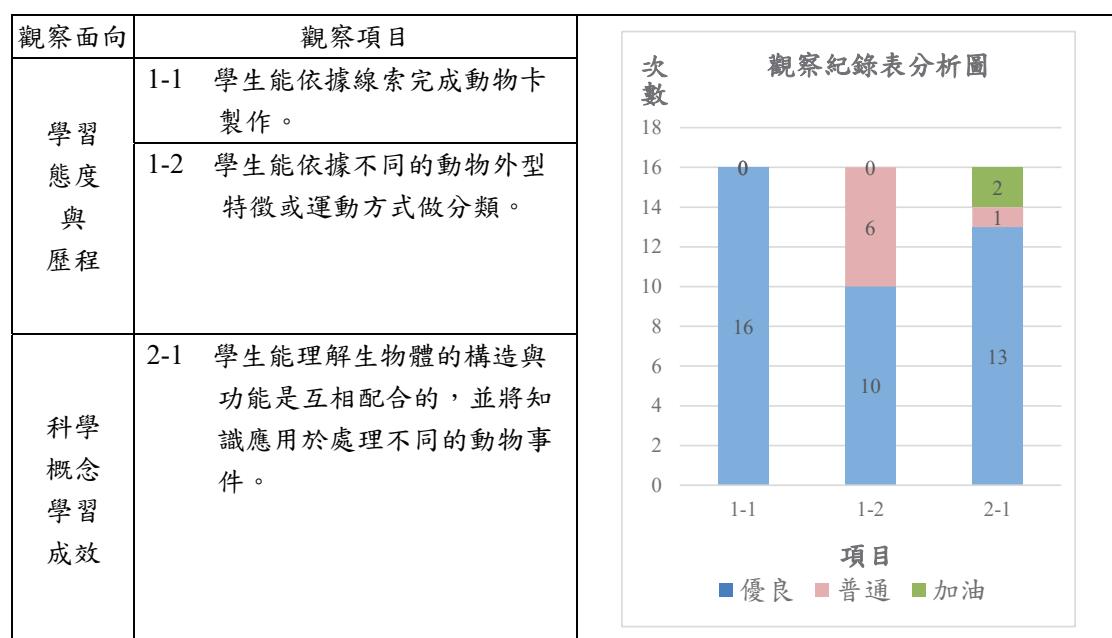
六、評量規準

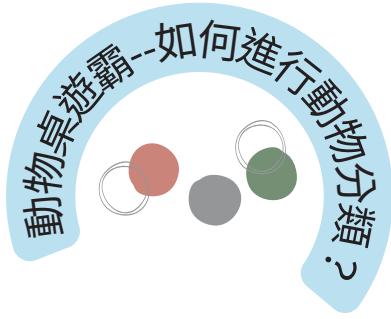
表現	優	良	可
1. 完成動物卡牌配對	能自行蒐集資料正確完成三張以上動物卡牌配對，並修正組員的錯誤。	能自行蒐集資料或和組員討論後正確完成三張動物卡牌配對。	能自行蒐集資料或和組員討論會後正確完成一張動物卡牌配對。
2. 完成動物卡牌分類	小組能正確完成三層或以上動物分類。	小組能正確分組完成兩層動物分類。	小組能正確完成一層動物分類。
3. 分享與省思	能與同學討論後完成學習單的問題一、二、三。	能與同學討論後完成學習單的問題一、二。	能與同學討論後完成學習單的問題一。

七、觀課教師回饋

參與本教學活動公開觀議課的教師們依據表列的項目進行觀察、記錄，並給予量化與質性的回饋。學生表現的結果分為「優良、普通、加油」三等級，16份觀察紀錄表分析結果如下圖所示。

參與觀課的教師們對於學生們的學習態度與歷程的表現大多給予肯定，但在學生能否依據不同的動物外型特徵或運動方式完成分類的表現上，認為有待努力。普遍認為海報的分類製作難度偏高，能全數完成的學生不多。





根據觀課老師綜合討論得以下幾點結論：

- (一) 遊戲式教學的課程設計豐富有趣，讓學生的學習更刺激有趣、樂在其中。
- (二) 學生主動學習的動機強，遇到問題時會主動翻閱課本或小組討論。
- (三) 學生的參與度很高、討論熱烈，沉浸在教學活動中。
- (四) 讓學生利用桌遊綜合複習並釐清所學的知識，是很好的教學策略。
- (五) 學生對遊戲規則不夠清楚，教師在遊戲前宜針對全班共同說明。
- (六) 學生對某些專有名詞有疑惑，教師宜再詳細說明。
- (七) 學生在配對和分類的遊戲中，沒有得到正確性的確認，教師宜在每個小活動後有確認、檢核的動作，並進行修正，避免影響後續活動的正確性。
- (八) 學生對於事件卡中，事件發生對動物生存的影響不是那麼清楚，教師宜適時補充說明或全班討論與判斷，或是在遊戲前讓學生設計事件卡。

八、專家回饋

「動物桌遊霸—如何進行動物分類？」為「動物大會師」單元課程中動物的身體及分類的總結性性活動。其目標之設定除了關注動物外形特徵與運動方式，及構造與功能的相互配對之初級目標外，更希望學生能達到依動物的外形特徵和運動學習分類的進階目標。其中，進階目標的分類學習屬於初級目標的學習應用；分類的能力在學習的過程中，可以促進知識學習的系統性，是各學科都需要的基礎能力，而本課程運用學生所熟悉且感興趣的「動物」作為進階目標的開展媒介，可以降低分類學習的難度，讓學生更專注於「分類」之學習。

此外，在教學活動的形式設計上採行之桌遊亦具特色。「競爭」是生物生存的重要法則，也是人類適應生活的潛質，適度的運用可以促進學習者有效學習。本節課程設計「動物桌遊霸—如何進行動物分類？」即將學習的內容轉換成為桌遊，從活動設計之製作動物牌卡、進行分類遊戲、上臺報告遊戲操作結果並分享心得。





學生在經過系列、縝密的學習設計中，不須過多的外在引導，便能不斷地被激發動機，進行深層的思考，既善用了人類競爭的潛質，也結合學童喜愛遊戲的天性，讓遊戲和學習融為一體，展現了最大的教學和學習效果。

(臺北市立大學 學習與媒材設計學系 葉興華教授)

九、教學省思與建議

- (一) 動物守門員活動中，事件卡可改成全班參與，非只是抽卡組別。
- (二) 此教學活動，可延長為兩節課的時間，以便確認每個小遊戲的結論，並增加學生分享的時間。
- (三) 各組學生完成遊戲的時間落差頗大，教師需注意個別學生的學習需求，並運用計時器以掌控時間。
- (四) 分類表的設計可與課本一致，可減少學生的困惑，並將各組海報張貼在黑板上，讓學生可以互相觀摩並檢核。
- (五) 建議使用資訊教學資源

- 1.資料蒐集:學生可以透過使用< iNaturalist Kids >網站，輸入名稱來搜尋自己的目標生物，甚至也可以上傳自己隨手拍得之生物照片，網站亦可協助判別生物名稱、分類。
- 2.學習展示:教師與學生皆可使用< Wordwall>網頁版設計生物名稱、生物特性、習性、外觀.....等等之配對小遊戲，讓不同組別同學一起來動動腦。

參考文獻

侯惠澤 (2016)。遊戲式學習：啟動自學X喜樂協作，一起玩中學！。親子天下。

蔡杏慧 (2020)。桌上遊戲融入自然科教學對國小學童外來種議題之學習成效研究（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學，臺北市。

儲祥怡、林樹聲 (2021)。國小自然科學桌遊教學研究之回顧與省思。科學教育月刊，442 期，14-27。

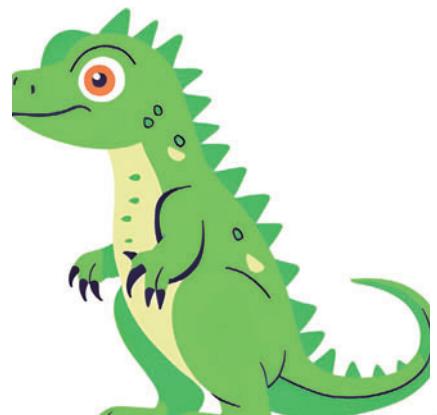
高年級

臺灣新移民

是否支持開放引進外來種生物？

科學論證 / 批判思辨

新竹市舊社國小
胡淑貞





一、教學設計理念



社會性科學議題(Socio-Scientific Issue, 簡稱SSI)代表的是因科技進步或應用所引起的社會議題，而這類議題經常具有爭議性與兩難的特性，一般人認為它沒有明確的解決方式，會受到個人立場、態度與道德等因素，以及所涉及的利益團體所持有的觀點不同，而對問題解決持有不同的觀點出現(Sadler, 2004)。但社會性科學議題除了從社會的層面加以討論之外，也應以議題相關的科學知識做為思辨的基礎，才能使議題的討論更為全面與完善。

「臺灣新移民——是否支持開放引進外來種生物？」這個主題是由高年級課程「生物、環境與自然資源」單元中延伸而來，內容主要呈現外來種生物對臺灣生態環境的負面影響。本課程希望透過SSI的探究，讓學生對其有更深入的認識與批判，進而發展問題解決和探究之能力。課程中設計的問題為：「是否支持開放引進外來種生物？」學生透過資料蒐集，了解外來種生物引進的時空背景與社會需求，以及後來對臺灣社會與生態環境的影響；學生以外來種生物相關的知識為依據，提出自己支持與否的論點，學習用證據說話的科學思維，透過互相分享、溝通與討論中釐清自己的想法。

在教學上，教師採用 Toulmin (1958) 的論證模式 (Toulmin Argumentation Pattern, TAP)，此模式指出論證的組成包括(Toulmin, 1958)：

- 1.資料(data): 支持主張的證據。
- 2.主張(claim): 根據資料或證據所提出的說法。
- 3.理由(warrant): 解釋資料和主張之間關係的說法。
- 4.條件(qualifiers): 促使主張成立的要求。
- 5.佐證(backing): 支持理由存在的原則或證據。
- 6.反駁(rebuttal): 利用數據、理由、支持或條件促使論點不成立。

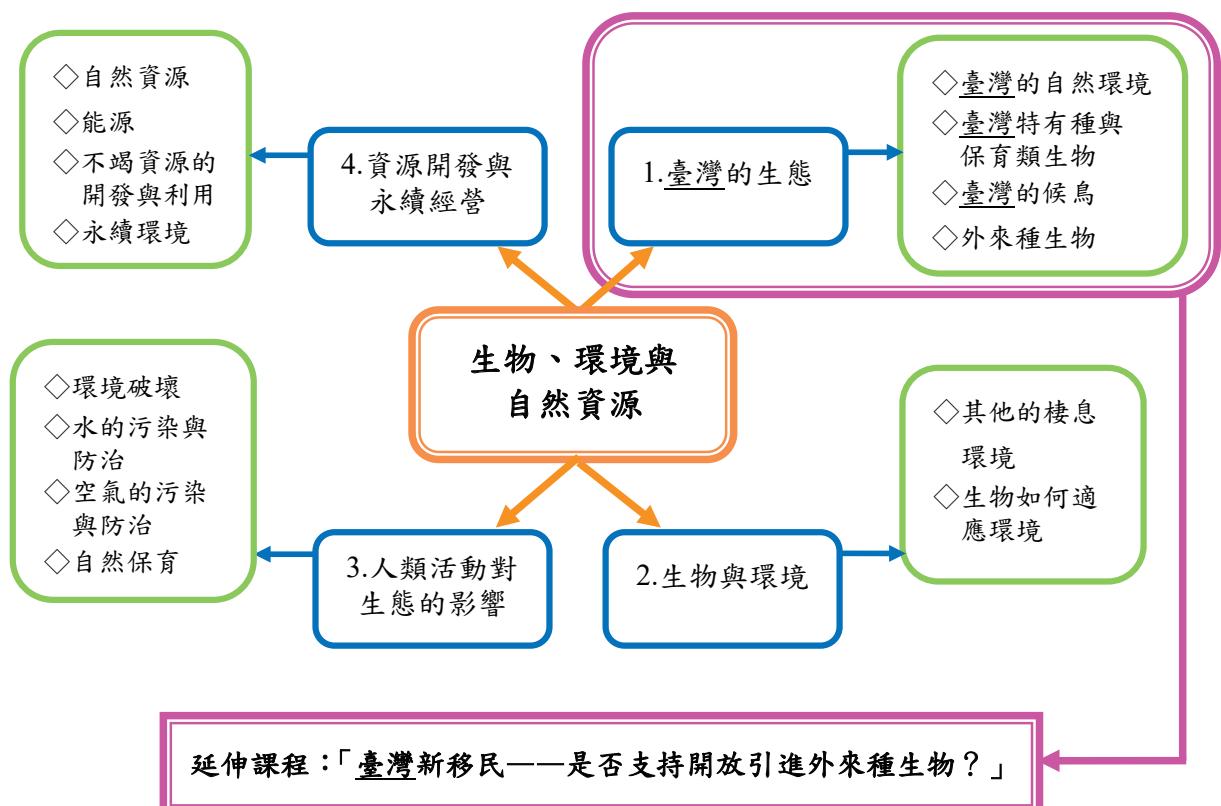
以綠鬣蜥的引進為例：1.資料：綠鬣蜥在2001年開放引進做為寵物飼養，後來價格崩盤、市場供過於求，綠鬣蜥成體過大遭棄養或繁殖場逃溢至野外，形成族群，在無天敵的情形下造成農作物損害；在2020年被列為有害的外來種，飼養者需登記，並開始進行野外個體的移除。2.主張：不支持開放外來種生物。





3.理由：綠蠟蜥在臺灣野外沒有天敵，容易大量繁殖造成農作物損害。4.條件：如果考慮棄養的問題，就應該限制綠蠟蜥的引進。5.佐證：綠蠟蜥氾濫造成嚴重問題，在野外危害生態、破壞設施、啃食農作物，2020年移除量達14536隻。6.反駁：綠蠟蜥是溫馴的素食動物，安靜不黏人，與貓狗一樣可馴化，應該像貓狗一樣可以引進做為寵物；只要登記列管，做好節育，就不會有大量繁殖的問題。教師說明上述論證的組成元素後，引導學生依這些元素，從事「該不該引進外來種生物」的思考，各組必須提出和寫下論證的內容並進行發表，之後接受他組的佐證支持或反駁的挑戰。

二、主題與單元架構

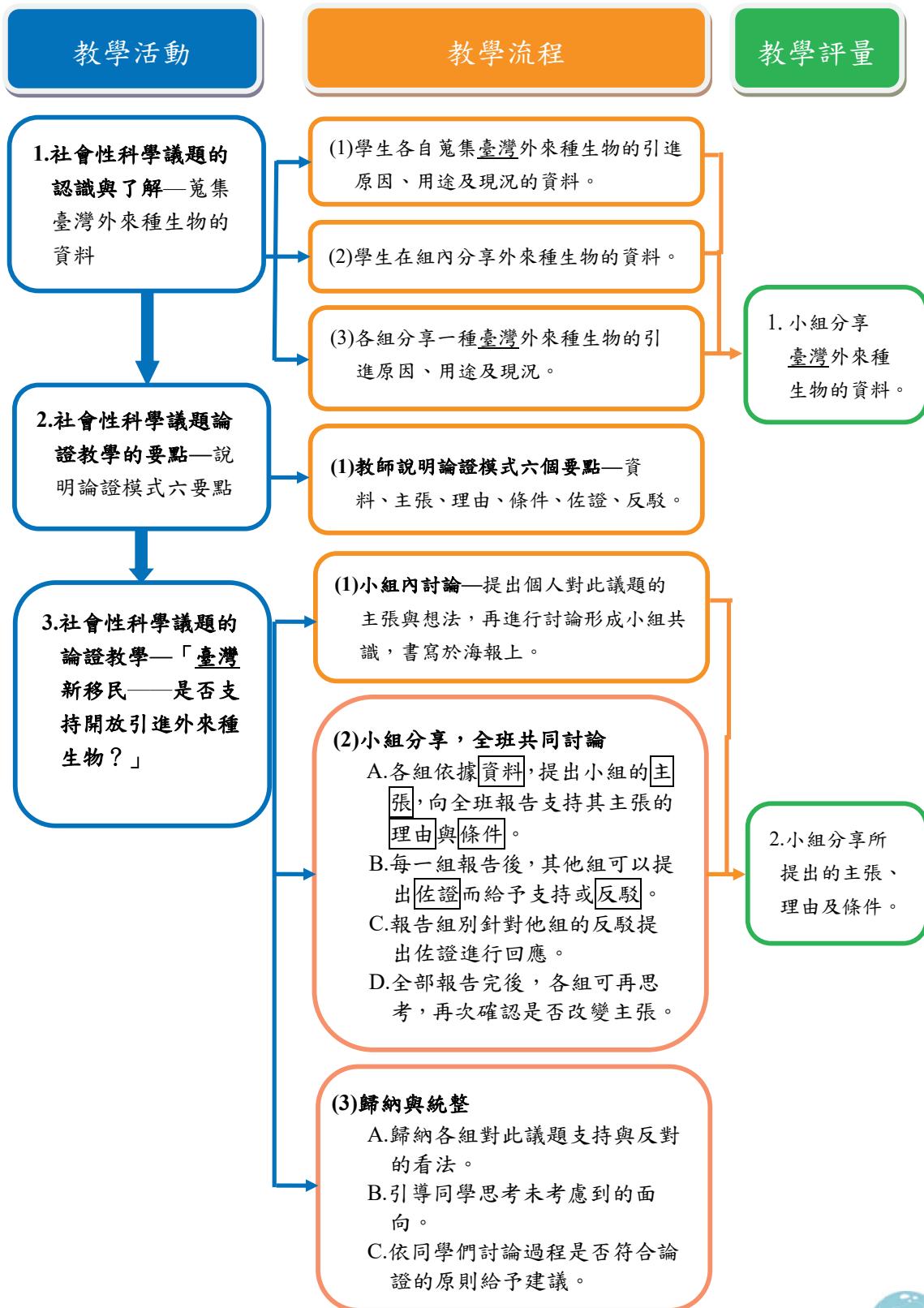




三、設計依據

年級/ 單元	高年級/生物、環境與自然資源		節數	本單元延伸課程 3 節
教材 來源	翰林版		教學資源	影片、學習單、海報紙、彩色筆
主題 名稱	「臺灣新移民——是否支持開放引進外來種生物？」			
設計依據				
總 綱 及 領 域 核 心 素 養	A2 系統思考與解決問題		社-E-A2 敏覺居住地方的社會、自然與人文環境變遷，關注生活問題及其影響，並思考解決方法。	
	C1 道德實踐與公民意識		自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。 社-E-C1 培養良好的生活習慣，理解並遵守社會規範，參與公共事務，養成社會責任感，尊重並維護自己和他人的人權，關懷自然環境與人類社會的永續發展。	
	C2 人際關係與團隊合作		自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。	
學 習 表 現 (自然 科學)	探究能力— 思考智能(t) 推理論證(r)		tr-III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己想法及知道與他人的差異。	
	探究能力— 思考智能(t) 批判思辨(c)		tc -III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。	
學 習 表 現 (社會)	1.理解及思辨 a.覺察說明 c.判斷創新		1a-III-2 舉例說明在個人生活或民主社會中對各項議題做選擇的理由及其影響。 1c-III-1 評論社會議題處理方案的優缺點，並提出個人的看法。	
	2.實作及參與 b.資料蒐整與應用 d.規劃執行		3b-III-1 透過適當的管道蒐集社會議題的相關資料，並兼顧不同觀點或意見。 3d-III-2 探究社會議題發生的原因與影響，評估與選擇合適的解決方案。	
學 習 內 容	◎資源與永續性(ING)		INg-III-2 人類活動與其他生物的活動會相互影響，不當引進外來物種可能造成經濟損失和生態破壞。 INg-III-2-2 人類因經濟活動從其他地區或國家引進外來物种，有些外來物种在自然生态环境中大量繁殖，並侵犯本地原生生物，而被列為外來入侵种。 INg-III-2-3 透過閱讀小花蔓澤蘭、吳郭魚、福壽螺、紅火蟻等外來入侵种的資料，察覺人們不當引進外來物种，會造成經濟損失和生態破壞。	

四、教學設計





五、教學活動照片



1.各組上台分享組內形成的共識。



2.各組分享後，同學提出問題及反駁。



3.教師協助報告組別與同學進行討論。



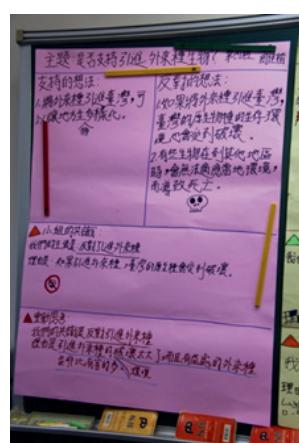
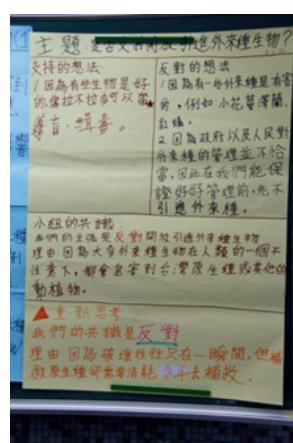
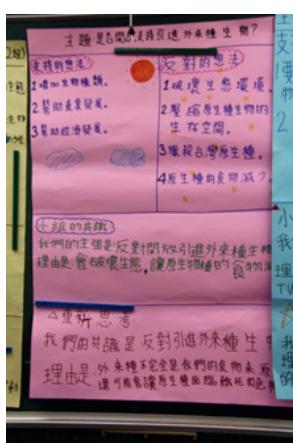
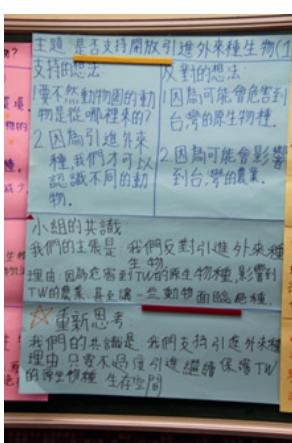
4.同學間以平和、理性的態度交流與回饋。



5.教師引導學生重新思考主張。



6.各組上台分享重新思考的主張。



7.各組完成討論的海報。



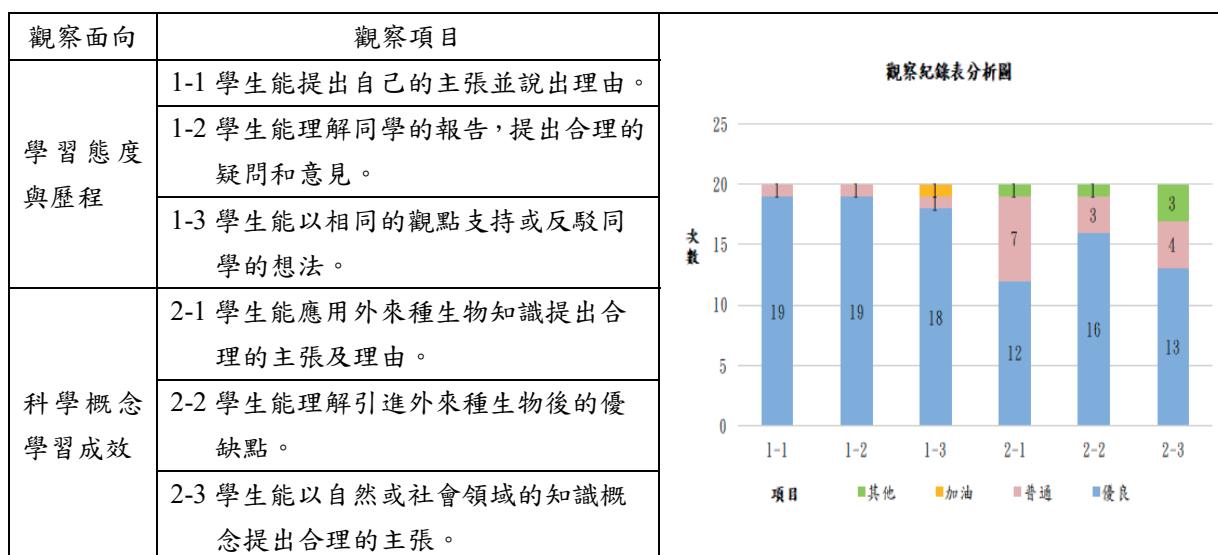
六、評量規準



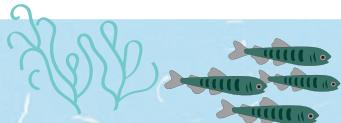
項目	優	良	可
1. 小組分享臺灣外來種生物的資料	能提出一種外來種生物的引進原因、用途、現況或是造成危害。	能提出一種臺灣外來種生物的引進原因、用途及現況。	能提出一種臺灣外來種生物的引進原因與用途。
2. 小組分享所提出的主張、理由及條件	能提出支持外來種生物的引進與否的主張、理由及條件，並在他組反駁時，能說明理由及提出佐證資料。	能提出支持外來種生物的引進與否的主張、理由及條件，並在他組反駁時能說明理由。	能提出支持外來種生物的引進與否的主張、理由及條件。

七、觀課教師回饋

觀課紀錄表的分析：參與觀課教師們依據表列的項目給予的回饋如下：



參與觀課的教師對於學生的學習態度與歷程的表現普遍給予肯定，但在科學概念學習成效的部分較有落差，以1-1和2-1來看，觀課教師們普遍認為學生能提出自己的主張並說明理由，但在面對他組的疑問時，卻不一定能應用外來種生物的資料，提出相關的證據來回應。





八、專家回饋

在課程設計中，教師能結合課本單元內容和議題，讓學生從事論證的學習，這是一種兼顧「論證需要具備與議題有關的知識」、「考量學生能力」的有效做法，因此學生才能展現較佳的論證品質。

教學規畫則利用Toulmin的論證元素作為鷹架，引導學生從事論證的建構，並藉由各組的發表，引發小組之間對論點的支持或反駁，展現論證教學的重點。而教師能適時鼓勵學生思考和發言，正增強學生的自信心，符合行為主義心理學派的教學原則。此外，論證教學和學習是耗時的，能在有限的時間裡，依據計畫完成教學演示，實屬難得，師生的努力都值得肯定。

最後，若學生對於Toulmin的論證元素不熟悉，教師則可考慮運用不同議題的舉例，加強學生對論證的認知基模，並提供機會讓學生多加練習。同時，在時間許可下，亦可考慮論證教學時間能延長一節課，並利用學習單做更多的引導，加強學生對於論證各個元素的練習，讓學生精熟論證過程，深化論證能力的培養。

(嘉義大學 教育系數理教育碩士班 林樹聲教授)

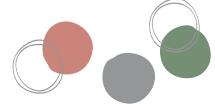
九、教學省思與建議

1.教學省思：

在經過教學者與觀課教師的分享與討論後，對此課程有以下的省思

- (1)此議題挑戰了課本的單一觀點，且結合了環境、生命、社會與自然等領域，使上課內容變得多元且有趣。
- (2)在資料蒐集時，可設計學習單並明列項目，讓學生對外來種生物進行有系統的整理。
- (3)進行討論時，可請學生將學習單及資料備齊，在回應他組問題或反駁時，以明確、具體的資料佐證。
- (4)論證教學的課程可以訓練學生依資料說之以理，不人云亦云，而最後的「重新思考」的階段更能協助學生歸納與反思。
- (5)教師在課程中主要是擔任橋樑的角色，不直接介入討論，適時協助澄清、聚焦論點，讓學生不離題，是論證教學中的關鍵角色。





2.教學建議：

(1)教學時需掌握並提醒學生的論證原則：

- A.論證不一定有正確的答案。
- B.不同立場有不同的觀點，所以會有不同的答案。
- C.論證不是辯論，不是要去壓倒別人，而是提出依據和意見來溝通。
- D.反駁時，要以經濟觀點去反駁經濟觀點的論述，若以教育觀點去反駁經濟觀點，會各說各話，會無法針對問題、形成對話。
- E.論證最後要有自己的想法，可能因為不同的觀點的交流而改變原來想法，也可能沒有改變。

(2)適合做為社會性科學議題論證教學的單元：

- A.四年級單元：水生生物與環境/活動三 如何愛護環境。
- B.四年級單元：自然資源與利用/活動三 開發自然資源會有什麼影響。
以上兩個單元，可延伸論證教學的主題為「大家來種電—埤塘種電對生態的衝擊」。

(3)建議使用資訊教學資源：

- A.在資料蒐集的部分，學生觀看外來種動物的影片時，建議教師可以使用「學習吧」平台，除了可以濾除Youtube廣告影片之外，更可以透過平台的時數蒐集，即時掌握學生觀看狀況。
- B.在小組分享時，學生可以使用「Padlet」展示他們的學習成果，例如：小組討論共識、創作作品、研究報告、圖片和影片等。教師和其他同學可以在Padlet上觀看和評論這些展示，從而鼓勵學生的學習和表現。

參考文獻

- Sadler, T. D. (2004) . Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Toulmin, S. (1958) . *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.



中年級

旅遊企劃師

如何由天氣預報來規劃行程？

問題解決 / 計畫與執行

新竹市新竹國小
楊秋燕





一、教學設計理念



「自主行動」之「系統思考與問題解決」、「規劃執行與創新應變」是十二年國民基本教育課程綱要總綱中的核心素養。就自然科學學習而言，引導學生運用習得的科學知識，透過系統思考與執行，解決生活問題，即是素養學習的展現。本課程以中年級「天氣特派員」之「氣象預報」為基礎，讓學生透過資訊工具，蒐集氣象資料；分析氣象預報中雨量、溫度、風向、風力、浪高、降雨機率、紫外線指數等資料所代表的意義，並正確解讀資料，以提供適切的旅遊建議，及規劃適當的旅遊路線感受自然之美；進而了解科學知識對於解決日常生活問題之重要性。而學習過程中，除了使用媒體和科技資訊外，教師亦指導學生透過小組合作，運用圖表呈現發現的成果，以完成學習任務。

本課程的教學主要是採用「問題解決」教學模式，教師以「如何運用氣象預報資料規劃旅遊行程」的問題為導向，引導學生在這堂課中經歷了解問題、尋求資料、解決問題的過程。在這個過程中，一方面建構與天氣相關的知識與概念，另一方面也試圖依氣象條件規劃出旅遊景點、路線和天數，最後擬定「旅遊企劃書」，藉此提高學生投入自然課的學習、增進學生解決問題的能力。

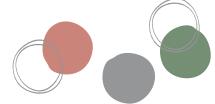
基本上，解決問題的具體階段包括以下三個階段(Foshay 和 Kirkley等人(1998)：

(一)了解問題：確認要達成的目標和要解決的問題、找出可能的困難、根據狀況運用(when、 who、 why、 what、 where、 how) 6W策略，找出相關資料與重要資訊。

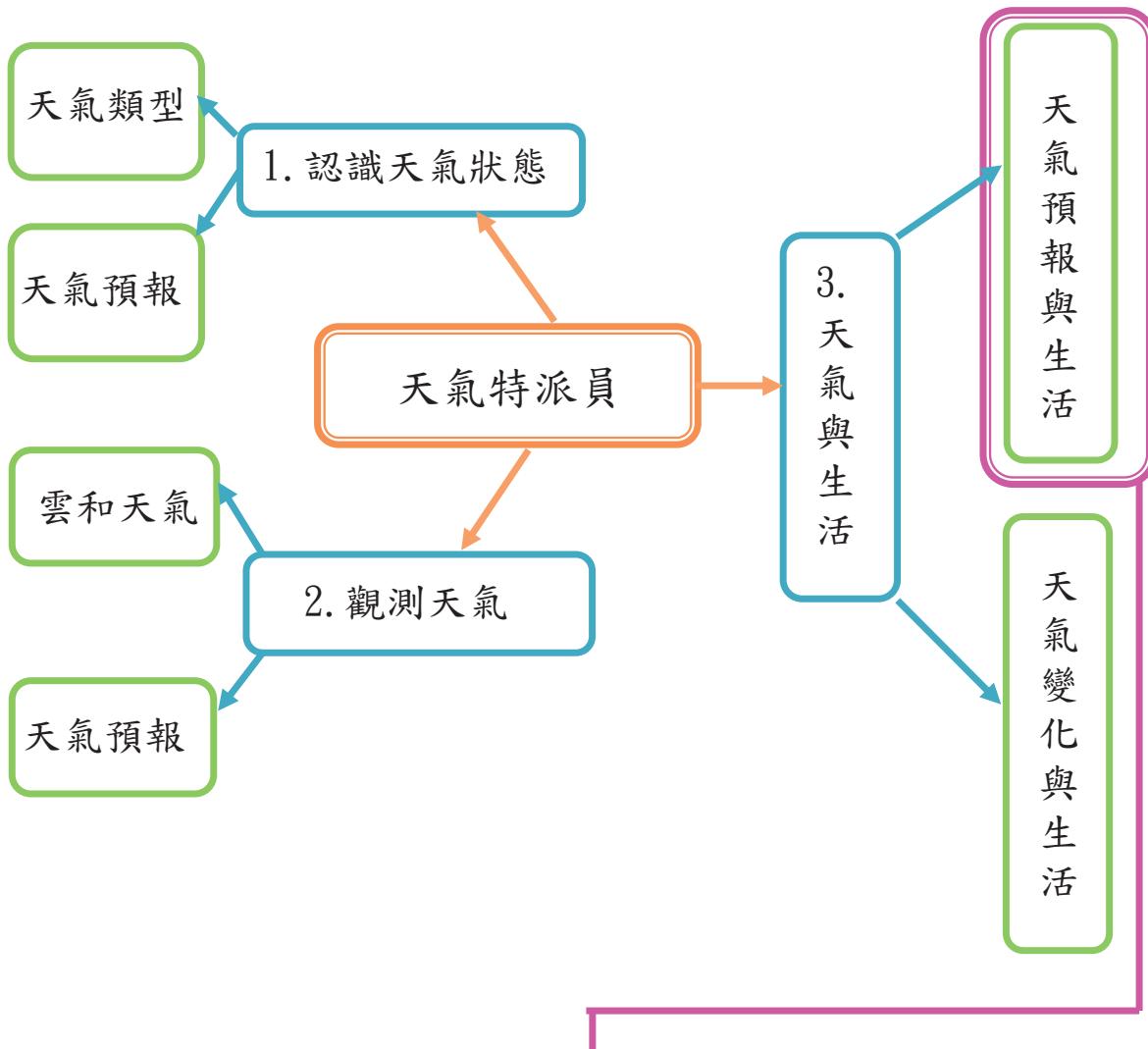
(二)產生想法：盡可能提出一些解決方案，至少兩個，後續才可能做比較和篩選。

(三)篩選行動計畫：先列出一些評估和篩選的標準(例如時間、天氣狀況)，根據標準挑選出較可行的方案，接著再做細部規劃。





二、主題與單元架構

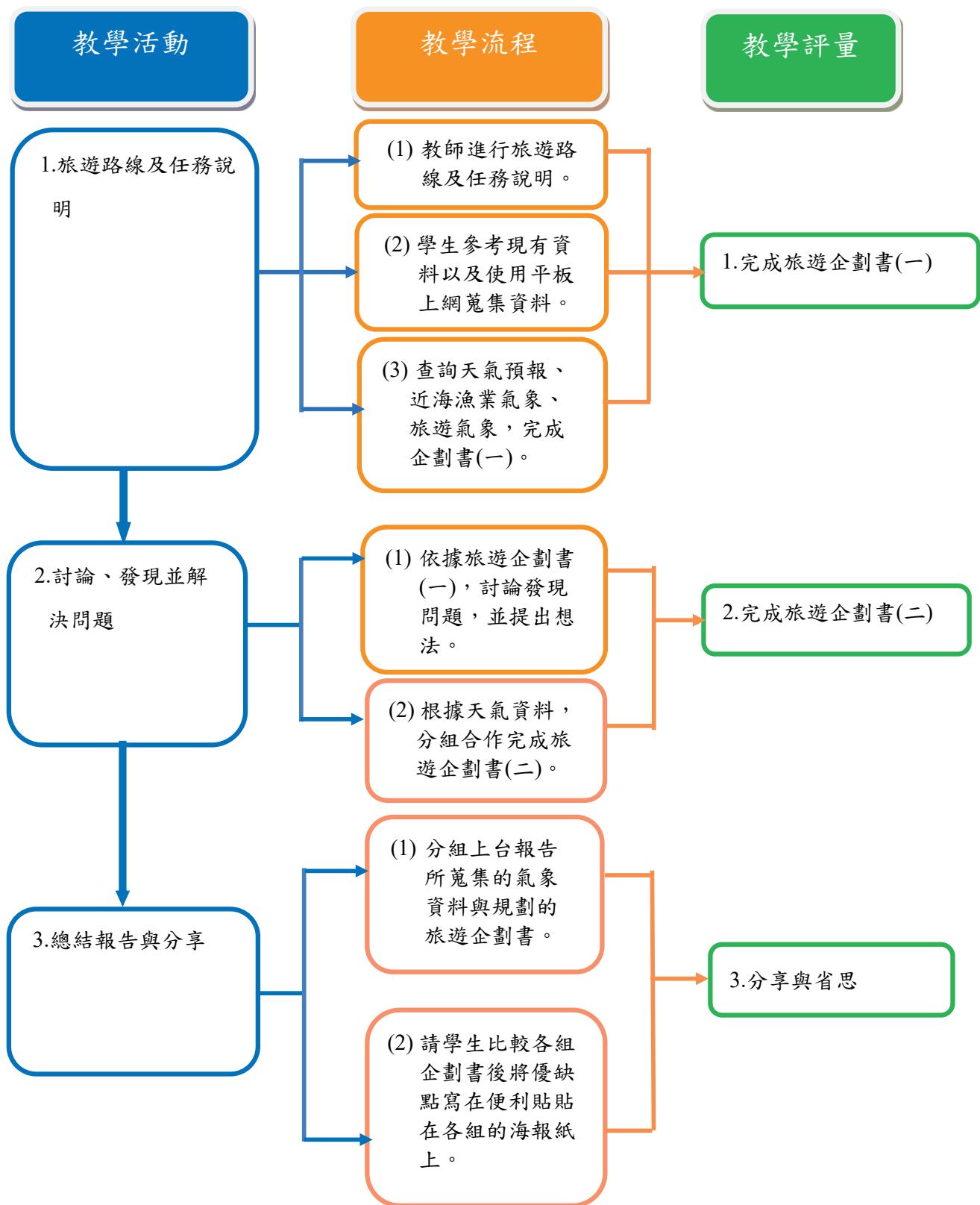




三、設計依據

年級/單元	中年級 天氣特派員	節數	本單元共 12 節之第 11 節
教材來源	南一版	教學設備資源	單槍、PPT、學習單、 平板電腦、海報紙、紙卡
主題名稱	旅遊企劃師~如何由天氣預報來規劃行程?		
設計依據			
總 綱 及 領 域 核 心 素 養	A2 系統思考	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。	
	B1 符號運用與溝通表達	自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。	
	C2 人際關係與團隊合作	自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。	
學 習 表 現	◎探究能力 - 思考智能 (t) 推理論證 (r)	tr-II-I 能知道觀察、紀錄所得自然現象的結果是有其原因的，並依據習得的知識，說明自己的想法。	
	◎探究能力 - 問題解決 (p) 分析與發現(a) 討論與傳達 (c)	pa-II-2 能從得到的資訊或數據，形成解釋、得到解答、解決問題。並能將自己探究的結果和他人的結果相比較，檢查是否相近。 pc -II-2 能利用簡單形式的口語、文字、或圖畫等，表達探究之過程、發現。	
	◎科學的態度與本質 (a) - 培養科學探究的興趣(i) 養成應用科學思考與探究的習慣 (h)	ai -II-3 透過動手實作，享受以成品來表現自己構想的樂趣。 ah -II-2 透過有系統的分類與表達方式，與他人溝通自己的想法與發現。	
學 習 內 容	◎系統與尺度 (INc) ◎改變與穩定 (INd) ◎科學與生活 (INf)	INc-II-2 生活中常見的測量單位與度量。 INd-II-6 一年四季氣溫會有所變化，天氣也會有所不同。氣象報告可以讓我們知道天氣的可能變化。 INd-II-7 天氣預報常用雨量、溫度、風向、風速等資料來表達天氣狀態，這些資料可以使用適當儀器測得。 INf-II-1 日常生活中常見的科技產品。	

四、教學設計





五、教學活動照片



1.教師進行旅遊路線及任務說明



2.教師提供參考資訊及搜尋路徑



3.蒐集資料以及解決問題的過程



4.學生分組討論時遇到困難提問



5.學生上台分享蒐集的氣象資訊(一)



6.學生上台分享蒐集的氣象資訊(二)



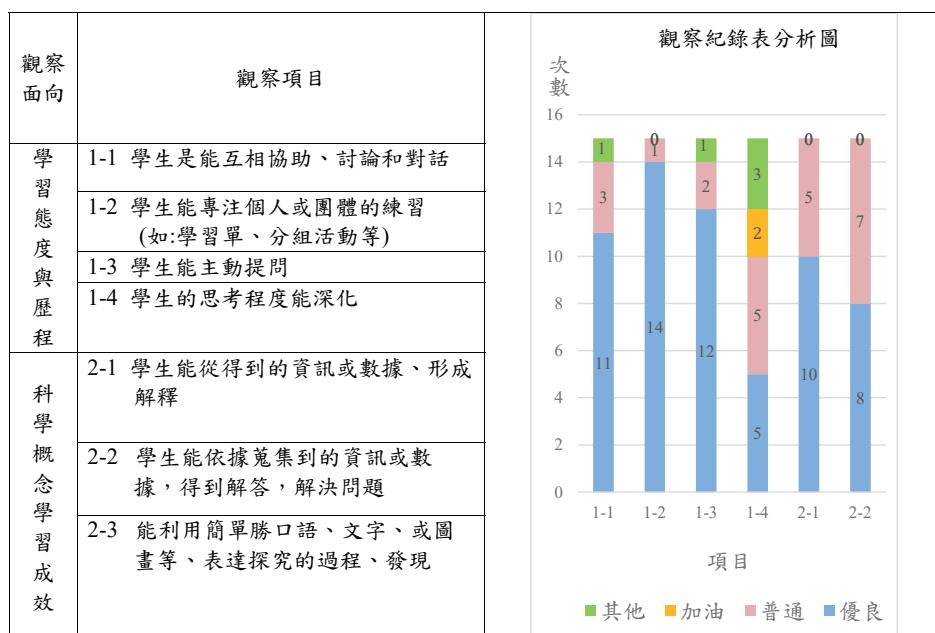
六、評量規準

項目	優	良	可
1. 上氣象局網站查詢未來天氣預報資料完成旅遊企劃書(一)。	小組能上氣象局網站查詢未來天氣預報資料，正確完成旅遊企劃書(一)全部氣象資料。	小組能上氣象局網站查詢未來天氣預報，正確完成旅遊企劃書(一)兩日氣象資料。	小組能上氣象局網站查詢未來天氣預報，正確完成旅遊企劃書(一)一日氣象資料。
2. 完成旅遊企劃書(二)的問題	小組能正確完成旅遊企劃書(二)的全部問題。	小組能正確完成旅遊企劃書(二)的2題問題。	小組能正確完成旅遊企劃書(二)的1題問題。
3. 分享與省思	能比較各組企劃書，寫出三項優缺點。	能比較各組企劃書，寫出二項優缺點。	能比較各組企劃書，寫出一項優缺點。

七、觀課教師回饋

參與本教學活動公開觀議課的教師們依據表列的項目進行觀察、記錄，並給予量化與質性的回饋。學生表現的結果分為「優良、普通、加油」三等級，15份觀察紀錄表分析結果如下圖所示。

參與觀課的教師們對於學生們的學習態度與歷程的表現給予高度肯定，但在學生的思考程度是否深化方面則稍嫌不足，科學概念學習成效的部分普遍有達到學習成效。





觀課教師分組進行討論與分享後，以下是大家的看法與建議：

- (一) 佈題結合孩子生活情境與課程發展，能引起學習動機與問題解決能力。能運用智慧科技活化自然科教學，進行多元、跨領域統整，課室學習氣氛活潑。建議指示與指令開放化以促進思考，任務簡化適時檢討統整。
- (二) 課程精彩豐富，老師勇於嘗試。老師的課前訓練、班級常規，平板操作教學都十分精準。建議教學時間可以調整為兩節課。也有老師針對學生的特殊性、人數、學生成熟度提出疑問。
- (三) 課間老師的提示單，使孩子能更進入討論情境，老師能及時回應學生疑問，給予引導，未給答案，使其更能獨立解決問題。建議做到氣溫預測表即可，時間才有餘裕。
- (四) 學生有明確的學習任務，比較聚焦，學生使用平板很熟練，建議在電腦課查資料，讓老師在自然課堂上有較多討論分析應用資料的時間，組員的分工若能更明確，會讓討論更有效率。
- (五) 學生對於資訊介面操作熟悉，網站的詞語與老師提供的資料不盡相同，學生口語討論解讀能力佳，但是書寫能力較弱，建議直接上台報告，老師提供的表格引導資料完整，但是學生先備知識稍嫌不足，是否能完全理解，有待商榷。
- (六) 前置表格設計清楚，能引導學生蒐集資料填寫數據，善用工具，落實以學生為學習主體的教學，建議以兩節課進行此課程教能呈現課程的完整性。





八、專家回饋

「在天氣特派員」單元中，計有三大主題12節課程，「旅遊企劃師～如何由天氣預報來規畫行程？」為第三主題「天氣與生活」中的一節課，也是12節課中的第11節，就整單元課程之進行而言，屬於收尾統整階段之性質，此課程在設計時充分掌握統整單元所學之特性。

課程目標之訂定以「認識天氣」、「觀測天氣」的學習為基礎，完成以天氣預報資料規畫行程的「旅遊企劃師」任務。學習內容上不僅應用前述兩主題所學，更加入運用資訊工具查詢資料，其中旅遊企劃書(一)中的天氣資訊蒐集；旅遊企劃書(二)的衣著、行程評估等，主要引導學生依照蒐集資料產生旅遊計畫之想法；旅遊企劃書(二)則以蒐集的資料進行攜帶衣物及行程的評估；最後判斷是否可出行，以完成教師所交付的學習任務。

本節課之學習任務，在一節課內一完成看似有難度，但旅遊企畫書(一)、(二)之學習單提供了鷹架，且本節課植基於前二主題所奠定的知識基礎，所以難度不如想像中的高。同時，最後的歸納統整階段，學生除了須進行自己組別的報告外，在聆聽他組報告之際，也同時將各組比較的結果紀錄在便條紙上。教師在課中可針對學生的討論海報和口頭報告進行評量；課後則針對學生的紀錄進行評量即可，對於師生而言真是既緊湊又充實的一節素養導向教學/學習課。

(臺北市立大學 學習與媒材設計學系 葉興華教授)

九、教學省思與建議

(一) 從觀課紀錄表的觀察面向分析發現，教學時宜須深化學生思考程度，適度引導，但是又不能限制學生的思考，如何幫助學生培養自己解決問題的能力，老師的引導與提問很重要。

(二) 學生使用平板的熟練度須加強，找資料花很多時間，利用電腦課查資料是比較省時間，自然課堂上學生只要專注於學習如何分析與應用資料於解決問題。





(三) 學生分組討論後要將結果書寫在海報上花很多時間，可以學習單的方式投影呈現，節省時間。分組討論時任務工作的分配，平時就要多練習，培養分工與討論的習慣。

(四) 運用時要注意事項

1. 時間分配要合宜，學生操作平板找資料的能力不一，需顧慮動作慢，學習緩慢的學生。
2. 表格的項目內容可依據教學時間及顧及學生個別差異而調整運用。

(五) 適合的單元或主題建議

1. 安排學習任務，以氣象小達人做氣象小主播的錄影或錄音強化運用天氣資訊的能力。
2. 可延伸為跨領域學習，規劃班級旅遊路線或家族海外旅遊計畫。

(六) 建議使用資訊教學資源

1. 資料整理：教師可以透過< Weje >網頁版指派任務給學生，讓學生使用< Weje >網頁版並以分組方式，同組成員以組內互學、合作共編方式從中央氣象局獲取之氣象資料，以利接下來之判讀與行程規劃。
2. 學習展示：教師可從< Weje >網頁版輕易彙整各組學生之資料規劃成果，讓各組學生輪流公開分享，達到組間互學之效果。

參考文獻

- 王美芬、熊召弟(2005)。國小階段自然與生活科技教材教法。臺北：心理。
- 蔡濠聰、賴慶三(2010)。問題解決模式融入國小自然與生活科技領域教學活動--以製作「螞蟻雄兵」為例。取自 <http://gg.gg/1bg0w3>
- Foshay, R. & Kirkley, J. (1998). Principles for teaching problem-solving. Edina, MN: TRO Learning, Inc.



高年級

神鬼地質家

藍洞是如何形成的？

科學表徵 / 討論與傳達

新竹市舊社國小
胡淑貞





一、教學設計理念



科學界長期以來運用各種表達形式呈現和解釋自然中的一些訊息稱為「科學表徵」，表徵的形成如文字、圖、表、數學公式、化學符號、結構式、模型等。隨著現代資訊科技的進步和改變，數位化的視覺表徵也大量用於科學教學和學習之中，例如：影片、動畫、AI製圖、擴增或虛擬實境等。因此，我們可以運用不同的表徵方式呈現科學，進而增進學生對科學知識的建構、理解，以及與科學過程的互動(吳心楷，2020)。

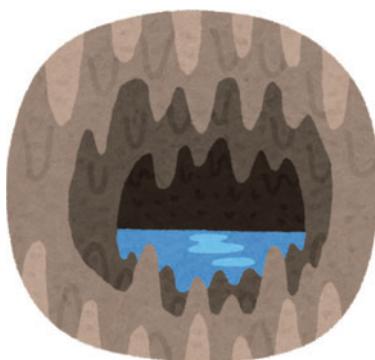
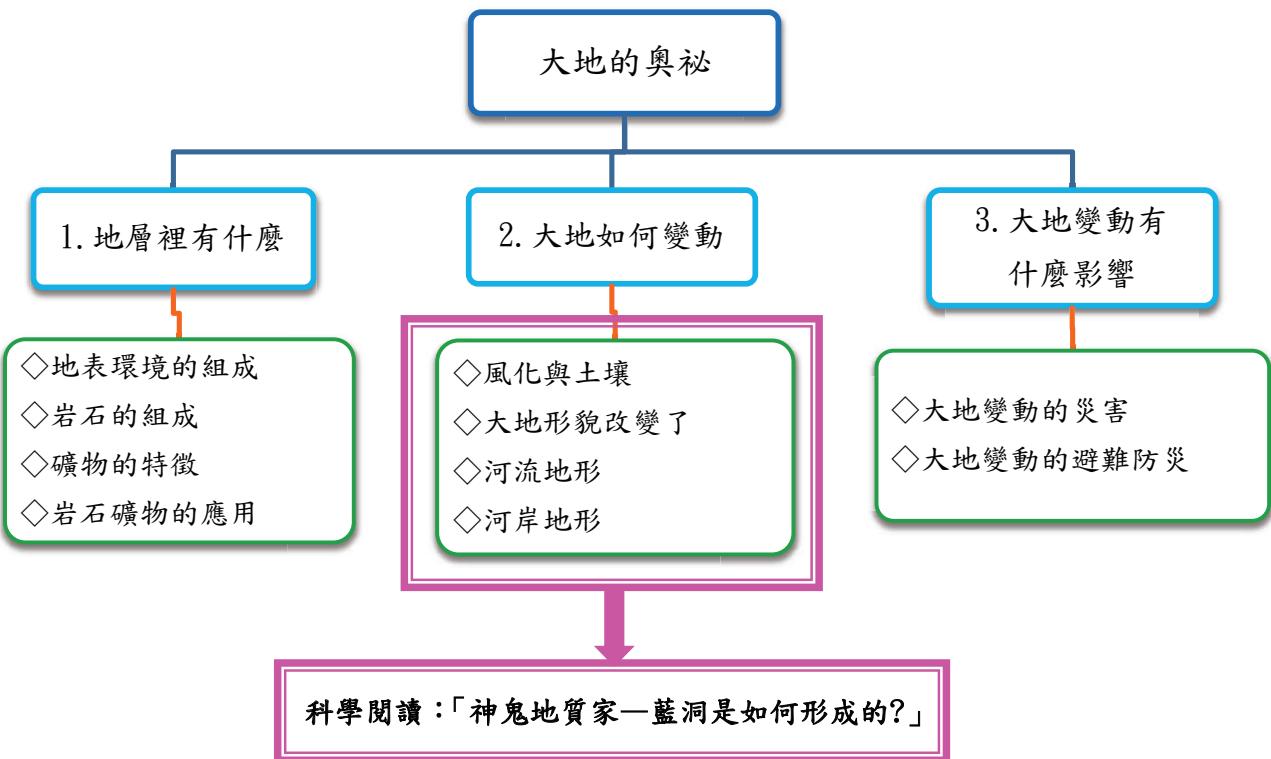
尤其在一些較為抽象的科學概念和知識的教學，教師除了使用口語鷹架、文字、圖示、影片……等多元的表徵方式，促進和引導學生發揮個人主動建構的能力；同時，也應配合社會建構的教學策略，例如師生、同儕互動(小組討論、合作學習)，創造有利於學生理解科學知識、內化科學學習的機會和活動，並鼓勵學生動手實際操作、勇於表達科學，與他人溝通。

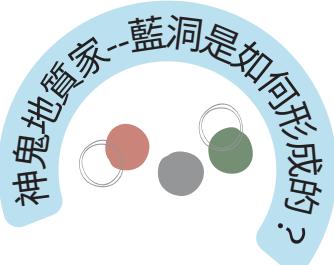
「神鬼地質家—藍洞是如何形成的？」這個主題是高年級課程「大地的奧祕」單元中所延伸的科學閱讀，內容主要以文字描述藍洞形成的原因，雖然課本呈現兩張藍洞的實景照片，但無法清楚表現出藍洞的地形結構。課程中教師設計任務讓學生使用流程圖表達藍洞的形成過程，同時也使用輕黏土製作藍洞模型，呈現其地形結構。此設計的目的是希望運用不同的表徵方式，搭配小組討論和口頭發表，促進學生對科學文本中藍洞的形成與地形結構的理解。





二、主題與單元架構





三、設計依據

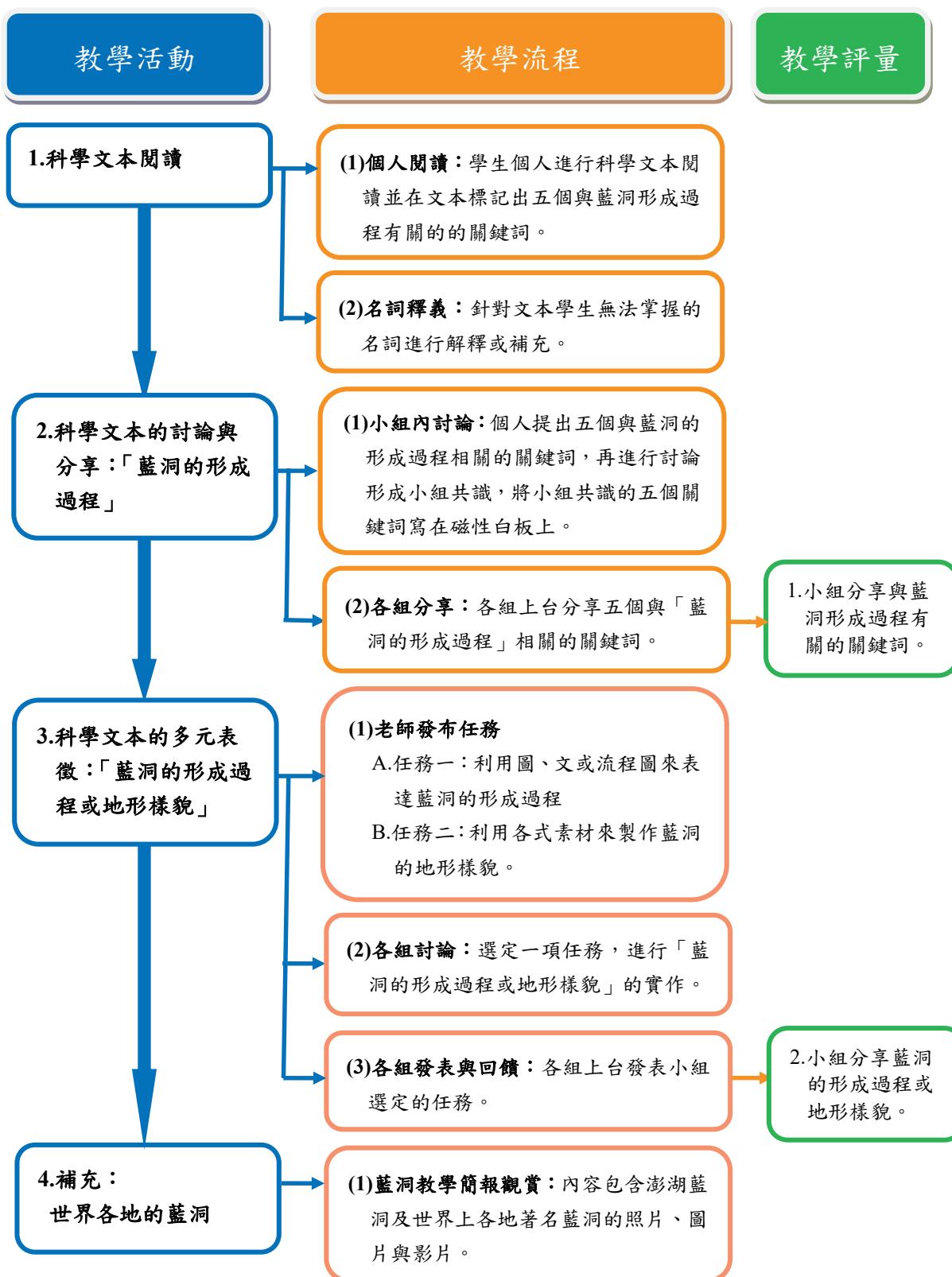
年級/ 單元	高年級/大地的奧祕	節數	1 節
教材 來源	康軒版	教學資源	圖片、圖畫紙、彩色筆、磁性白板、白板筆、輕黏土、手電筒、塑膠瓦楞板(藍色)
主題 名稱	「神鬼地質家—藍洞是如何形成的?」		

設計依據

總 綱 及 領 域 核 心 素 養	A2 系統思考與解決問題	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。
	B1 符號運用與溝通表達	自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。
	C2 人際關係與團隊合作	自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
學習 表現 (自然 科學)	探究能力-問題解決(p)	pa-III-2 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的資訊或數據。能從(所得的)資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果(例如：來自同學)比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。 pc-III-2 「獲得之證據」及「探究之發現」等之間的符應情形，進行檢核並提出優點和弱點。能利用簡單形式的口語、文字、影像(例如：攝影、錄影)、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。
	科學的態度與本質(a)	ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。
學習 內容	改變與穩定 (INd)	INd-III-9 流水、風和波浪對砂石和土壤產生侵蝕、風化、搬運及堆積等作用，河流是改變地表最重要的力量。



四、教學設計





五、教學活動照片



1.各組討論五個藍洞形成有關的關鍵詞。



2.各組分享討論的結果。



3.小組選定任務一：藍洞的形成過程說明。



4.小組選定任務二：利用各式素材來製作藍洞的地形樣貌。



5.小組上台發表所製作的藍洞地形樣貌。



6.小組成員利用手電筒模擬陽光照射藍洞的情形。



7.小組成員向同學說明藍洞的構造。



8.小組用海報說明藍洞的形成過程。

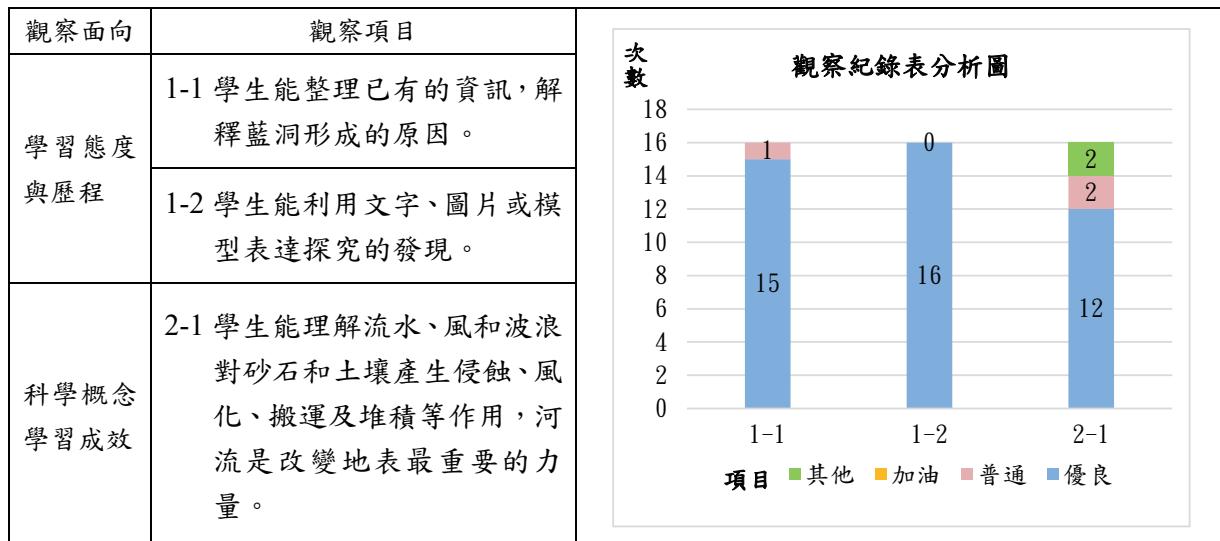


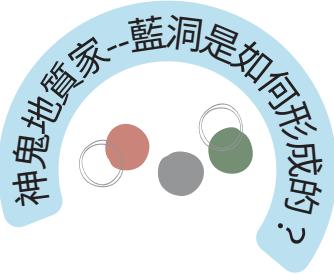
六、評量規準

項目	優	良	可
1.小組分享與藍洞形成過程有關的關鍵詞	可提出藍洞的岩石種類、形成、形狀、陽光照射及其他形成因素，共五個關鍵詞。	可提出藍洞的岩石形成、形狀、陽光照射及其他形成因素，共五個關鍵詞。	可提出藍洞的岩石形成、形狀及其他形成因素的關鍵詞。
2.小組分享藍洞的形成過程或地形樣貌	能正確說出藍洞是海蝕作用形成，並完整呈現藍洞的形成過程，或製作出藍洞的灶籠地形及說明與陽光照射角度的關係。	能正確說出藍洞是因海蝕作用形成及呈現藍洞的形成過程，或製作出藍洞的灶籠地形樣貌。	能說出藍洞是因海蝕作用形成及呈現藍洞的形成過程，或製作出藍洞的地形樣貌。

七、觀課教師回饋

觀課紀錄表的分析：參與觀課教師們依據表列的項目給予的回饋如下：





參與觀課的教師對於學生的學習態度與歷程的表現普遍給予肯定，但在科學概念學習成效的部分稍有落差，觀課老師進行綜合討論後的質性回饋如下：

- 1.本課程的教學活動設計很有創意，且結合了四年級光的反射單元。
- 2.課程設計提供了多元的呈現方式，模型的製作將抽象文字具體化，協助學生理解與表達，並有利學生概念的形成及後續的延伸學習。
- 3.關鍵詞的提取需再精簡，避免是一段話或是句子。
- 4.教學流程順暢、課室掌握優，小組成員沒有討論出共識或缺乏參與意願時，老師能適時引導提高學生的參與意願。
- 5.學生在小組討論及製作海報和模型的時間應該再增加，讓學生有充分的時間完成任務。
- 6.若時間充足，可每一組兩個任務都做，學習成效可能會更好。

八、專家回饋

本課程設計目標明確指向「藍洞的形成過程」與「地形樣貌」，並與學習表現和學習內容有所連結。課程內容貼近學生生活經驗，選用澎湖藍洞作為主題，有助於提升學習興趣。

教學方法採用多元教學策略，包含閱讀理解、小組合作學習、多元表徵、簡報分享等，有助於提升學生的學習興趣和參與度。評量方式則包括；口頭發表、關鍵詞彙整理、圖像表徵、模型製作等，這些都有助於評估學生在不同面向的學習成果。

總體而言，這是一堂設計用心、教學活潑的科學閱讀課。相信在教師的引導下，學生們能持續探索科學的奧秘，並培養出良好的科學素養。

(新北市樹林國小自然科學教師 胡秀芳老師)



九、教學省思與建議

(一)教學活動省思

1. 學生在個人閱讀科學文本後，可經由組內的分享來促進對文本的理解並建立信心，再進行全班的分享與討論。
2. 教學設計利用圖文、流程圖、模型等多元的表徵方式，讓學生將閱讀文本的文字具體化，有助於學生對科學文本的理解、溝通與表達。
3. 若能增加教學活動時間，讓學生有充分的討論與實作，對於提升教學成效會有幫助。

(二)資訊教學資源使用建議

1. 文本閱讀的補充資料部分，教師可以使用〈Canva〉平台，〈Canva〉提供了圖片編輯、設計功能，教師也可以很方便的嵌入Youtube影片，為學生提供更生動和直觀的學習體驗。
2. 小組分享的部分，〈Google Classroom〉是一個免費的線上課堂平台，可以讓教師創建課程、分享資源、設定作業等，學生可以通過〈Google Classroom〉提交小組討論的結果、參與討論和查看課程資源。

參考文獻

吳心楷（2020）。看見科學：視覺化表徵促進科學教育。取自
[https://rh.acad.ntnu.edu.tw/tw/article/content/33。](https://rh.acad.ntnu.edu.tw/tw/article/content/33)



高年級

百樂調音師

如何產生高低不同的聲音？

問題解決 / 計畫與執行

新竹市北門國小
甘可齊





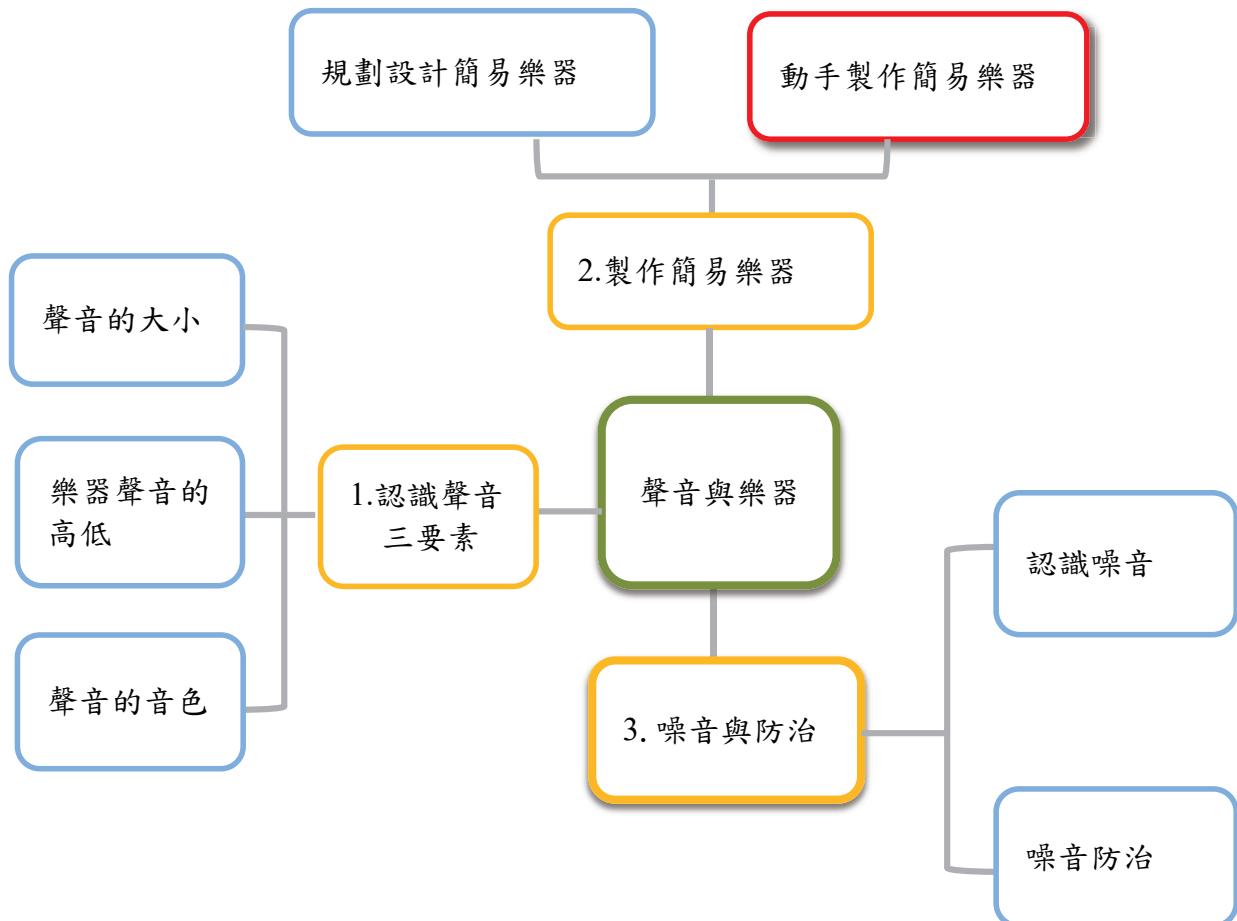
一、教學設計理念



問題解決教學是應用系統化的步驟，指導學生解決問題，以增進知識、啟發思想和應用所學的教學法。其目標在透過學習活動，引導學生針對問題，提出想法並擬定行動計畫以解決問題。Foshay 和 Kirkley等人(1998)認為其具體階段可如下：(一)了解問題：確認要達成的目標和要解決的問題、找出可能的困難、根據狀況運用(when、 who、 why、 what、 where、 how) 6W策略，找出相關資料與重要資訊。(二)產生想法：盡可能提出一些解決方案，至少兩個，接續才可做比較並篩選出可行的想法。(三)行動計畫：將篩選出可行的想法，進行行動細部規劃，並加以執行。

「百樂調音師」為高年級聲音與樂器單元內的活動，公開課進行前，學生已具備管樂器、絃樂器及打擊樂器在產生高低音時的知識。故此兩節教學活動，遂依據問題解決三階段進行，分別為：(一)了解問題：教師提供自製樂器學習單(附件一)讓各組了解需討論的相關內容。(二)產生想法：組員各自提出想法後進行討論，篩選出希望製作的樂器雛形，並構想其發聲原理、所需材料及製作步驟。(三)行動計畫：根據大家篩選出的樂器製作想法擬定計畫並加以執行。最後並嘗試演奏樂器的高低不同音調，並與全班分享其樂器製作時須注意的部分及可行性。

二、主題與單元架構

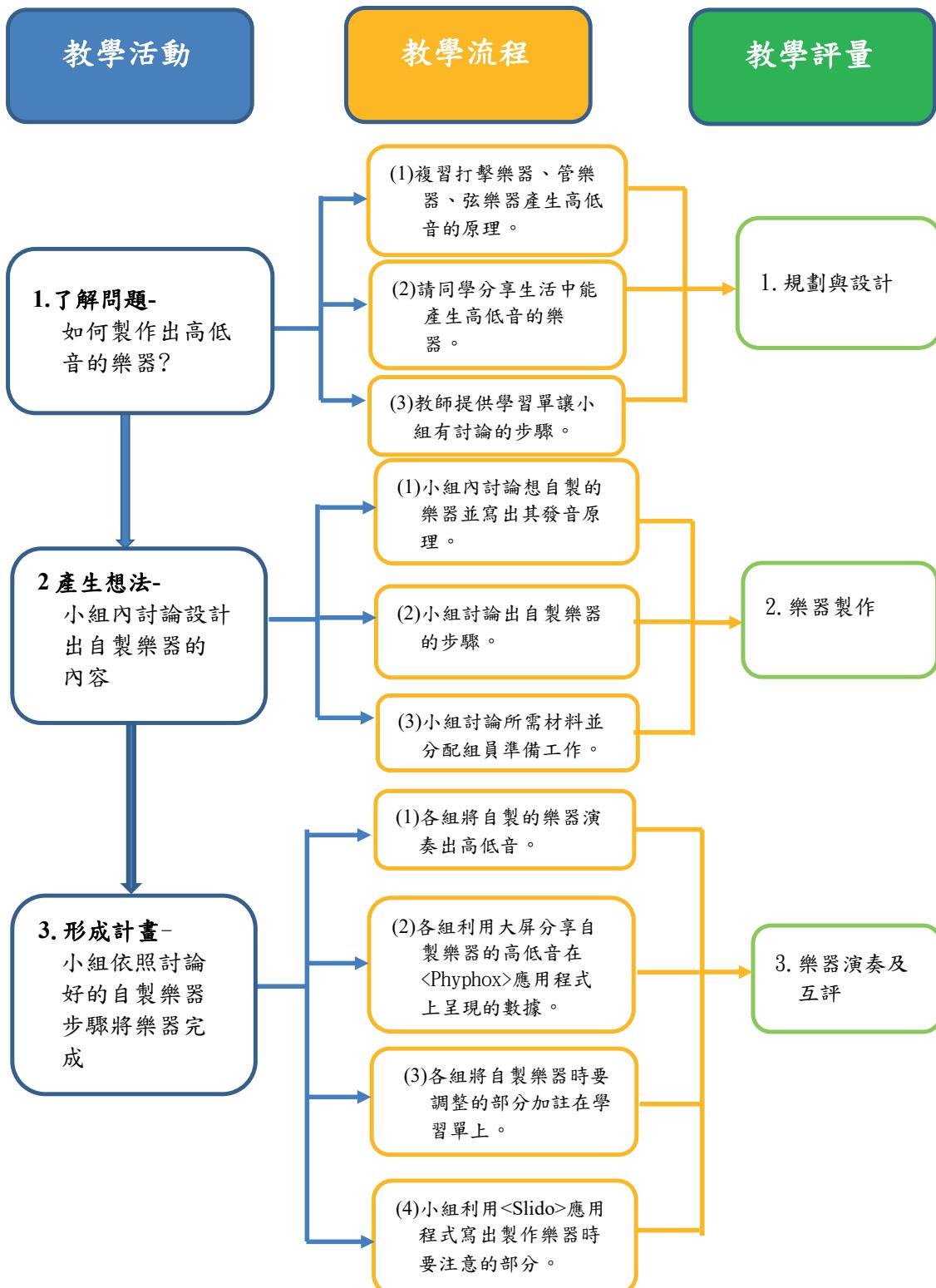




三、設計依據

年級/單元	高年級/動手製作簡易樂器	節數	本單元共 12 節之 9.10 節
教材來源	南一版	教學設備資源	學習單、觸屏、平板、腳架、各組自備材料
主題名稱	百樂調音師 -如何產生高低不同的聲音?		
總綱及領域核心素養	A2 系統思考與解決問題	自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。	
	B1 符號運用與溝通表達	自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。	
學習表現	探究能力- 思考智能 (t) 想像創造 (i)	ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。	
	探究能力- 問題解決(p) 計劃與執行(e)	pe-III-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。	
	探究能力- 問題解決(p) 討論與傳達(c)	pc-III-2 能利用簡單形式的口語、文字、影像（例如：攝影、錄影）、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。	
學習內容	改變與穩定(IND)	INd-III-2 人類可以控制各種因素來影響物質或自然現象的改變，改變前後的差異可以被觀察，改變的快慢可以被測量與了解。	
	交互作用 (INE)	INE-III-6 聲音有大小、高低與音色等不同性質，生活中聲音有樂音與噪音之分，噪音可以防治。	

四、教學設計

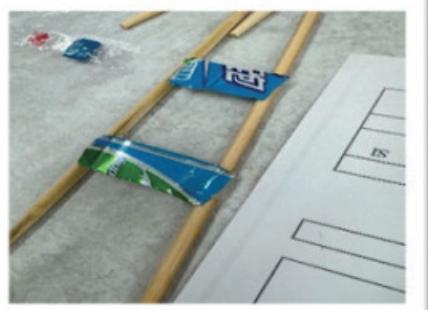




五、教學活動照片



1. 討論自製樂器所需材料及步驟。



2. 打擊樂器製作。



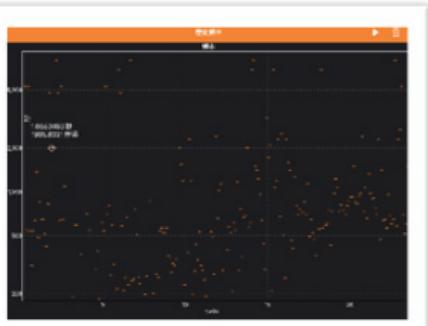
3. 弦樂器製作



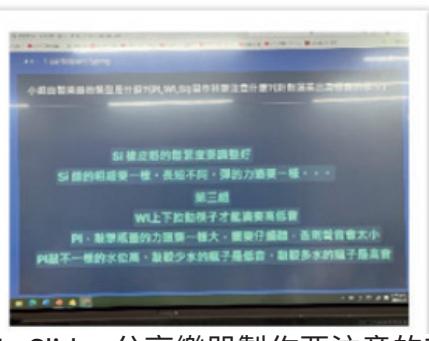
4. 小組演奏自製樂器的高低音。



5. 大屏呈現演奏方式。



6. <Phoyphox> 呈現音調數據。



7. <Slido> 分享樂器製作要注意的部分。



六、評量標準



表現	優	良	可
1. 規劃與設計	能正確說出小組要製作的樂器類型及發音原理。	能正確說出小組要製作的樂器類型，並在老師引導下說出正確的發音原理。	能正確說出小組樂器類型。
2. 樂器製作	小組能寫出樂器製作過程並完成製作。	小組能寫出製作過程，並在教師協助下完成樂器製作。	小組在老師協助下寫出製作過程及完成樂器製作。
3. 樂器演奏及互評	小組能自行演奏出樂器的高、低音並完成頻率測量。	小組能自行演奏出樂器的高、低音，並在教師協助下完成頻率測量。	小組需老師協助演奏出樂器的高、低音，及完成頻率測量。

七、專家回饋

培養問題解決能力，乃學校教育的重要目的之一；而108課綱亦將問題解決列為九項核心素養的一部分。本課程從科學探究學習方式出發，首先藉由學習單引導學生覺察問題、尋求資料，以確認本課程製作高低音樂器的問題關鍵後；接著以小組討論腦力激盪的方式構思、選擇適切的設計作為；最後，透過行動計畫製作出能演奏高低音的樂器，並演奏分享。

本份課程係單元課程之的八、九節，設計時透過引導的方式，讓學生以問題解決的系統步驟，運用一到七節所學的聲音原理，解決學習任務中的問題，完成高低音樂器的製作，此種以科學知識結合問題解決步驟的學習方式，充分展現了以學生為主體的素養導向課程教學設計精神。



此外，本課程亦為一跨領域的課程設計。課程內容結合自然科學與藝術領域中音樂的相關內容，在解決問題之外，更重視知識在生活中的運用，並鼓勵學生充分運用感官、動手操作，以培養問題解決及展現創新與實踐能力。學習過程中，不但啟迪了學生科學數理的邏輯思維，也關照藝術美感的學習，結合理性與感性，能有效幫助學生面對未來複雜的社會，解決不確定性的問題，是一種全人教育之實踐，更為現今科學教育中所強調之STEAM(Science、Technology、Engineering、Art、Mathematics)跨域學習，提供了值得參考之示例。

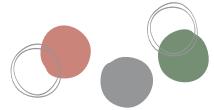
(臺北市立大學 學習與媒材設計學系 葉興華教授)

八、教學省思與建議

(一) 進行教學時，教學者提供討論的內容及表格，讓小組在討論時有清楚的方向較不易失焦，並在組間巡視確認各組討論的情況，包含樂器的發音原理、所需材料及製作步驟。

(二) 教學時步驟原則

- 1.了解問題:讓小組內討論察覺問題的所在，蒐集相關資料及確認問題。
- 2.產生想法:讓小組內討論想出各種方法、主意，最後選擇一個較適宜的方法。
- 3.篩選行動計畫:根據各組所選的方法，設計出可行的行動計畫。



(三)可延伸部分

- 1.透過學習活動，引導學生針對問題，擬定各種策略或方法加以解決。例如：氧氣與二氧化碳的特性中，氧氣的檢驗方式、空氣與生鏽的關係中，空氣對鋼棉生鏽的影響.....。
- 2.聲音偵測：教師可以利用<Phyphox>app讓學生透過ipad收集、分析聲音的相關數據—振幅(大小聲)、頻率(高低音)，將聲音轉換為可視化的波形圖，顯示聲音的振動模式。讓學生可以具體觀察聲音的波形特徵，例如振幅和周期。
- 3.學習展示：學生可以使用<Slido>app提供的互動式調查功能，即時回答問題或提供反饋，尤其是其文字雲功能，即時統整學生們的意見與看法。

參考文獻

Foshay, R. & Kirkley, J. (1998). Principles for teaching problem-solving. Edina, MN: TRO Learning, Inc.

高年級

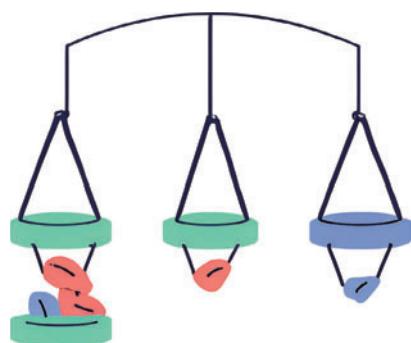
斤斤計較小老闆

物體重量如何影響彈簧伸長量？

科學探究 / 分析與發現

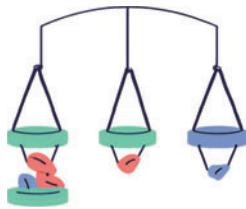
新竹市陽光國小

張慧真





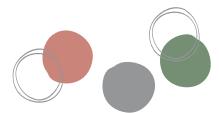
一、教學設計理念



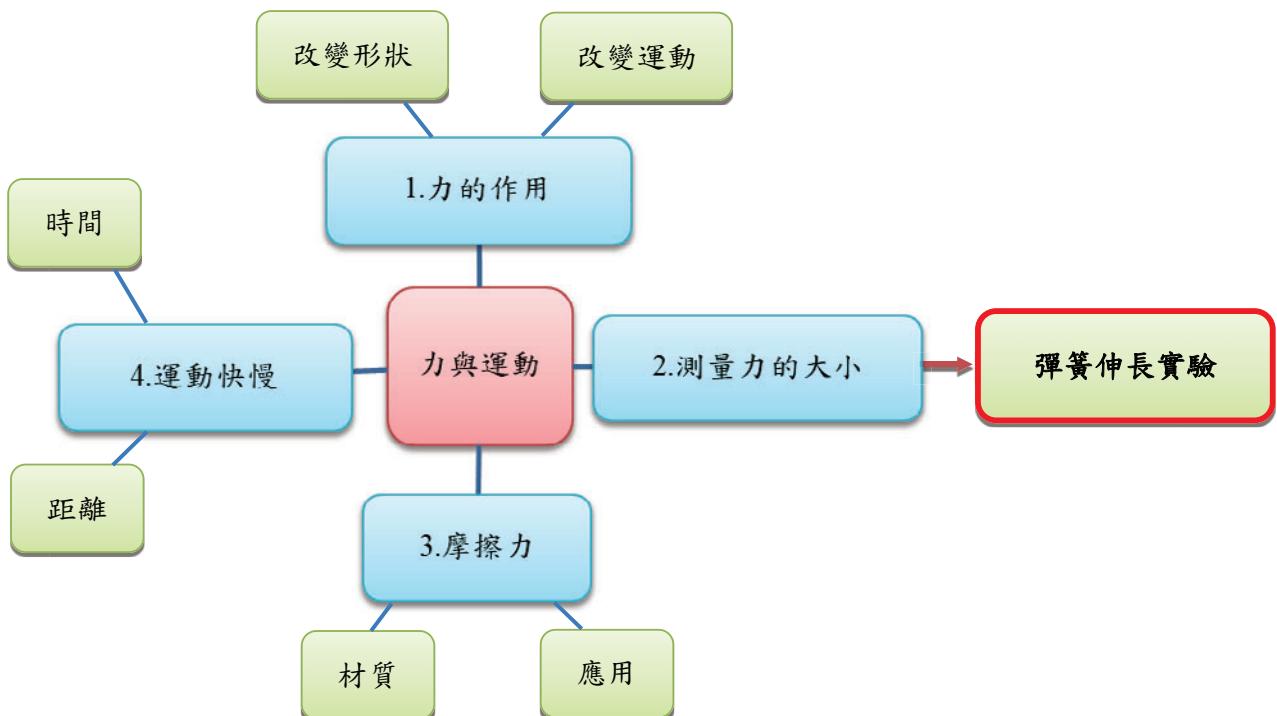
本教學設計以高年級「力與運動」單元之「力的作用」為教材，在符應《十二年國民教育課程綱要》精神及內涵下，聚焦於科學探究活動中「科學本質、科學論證」之學習，希望透過科學探究活動，協助學生了解科學知識的成立是基於真實的觀察、實驗下所得的證據，並理解針對科學現象的解釋，可能根據不同的證據而有不同說法，或是根據相同的證據，出現不同的解釋方式。

在一般自然科學教學中常常忽略科學本質、科學論證兩個面向。簡單地說，科學知識的成立是需要經過科學家之間，彼此以證據為基礎，進行想法上(解釋上)的討論、論辯和溝通，最後才會形成我們現在接受的知識。知道「這件事」、「這個過程」是科學發展中不可忽略的事實，就等於了解「科學本質」的一部分。而科學家針對某一自然現象的解釋(主張)，可能會有不同的說法和理由、不同的證據支持，就形成了各自提出的論點。而到底誰的論點才是對的呢？那就需要透過論辯來爭取對方的認同或反駁對方，這個過程就是「科學論證」。

教學活動進行時，學生須從所得的實驗結果形成解釋、發現新知，並學習判斷資料的合理性。為幫助學生完成「物體重量和彈簧的伸長量有什麼關係？」探究學習任務，教師透過學習單的運用，引導學生繪製折線圖、分析實驗結果、形成科學解釋。在這個過程中，教師可進行課室多元評量－畫折線圖、完成學習單、形成科學解釋等。整合這些評量結果，再加上教學最後階段的小組發表、組間提問，模擬科學論證的進行，不但展現了學生在活動中的具體學習表現，而且也達成形成性評量與教學活動的連結與統整 (learning as assessment)。



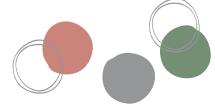
二、主題與單元架構



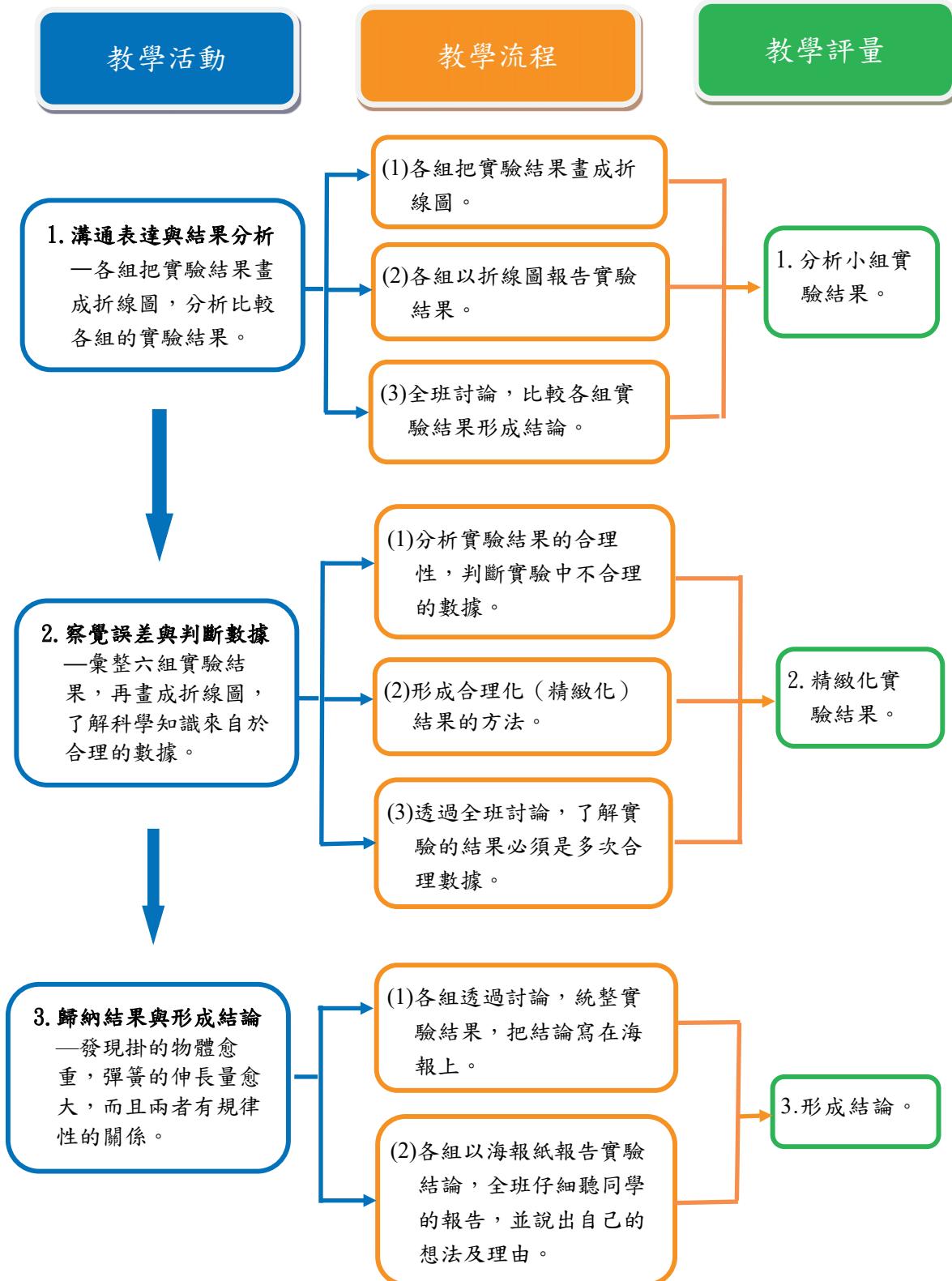


三、設計依據

年級/單元	高年級/力與運動	總節數	本單元共 12 節之第 6 節
教材來源	康軒版	教學設備資源	PPT、計算機、海報紙、彈簧、砝碼、塑膠尺、彩色筆
主題名稱	物體重量和彈簧的伸長量有什麼關係？		
設計依據			
總綱及領域核心素養	A2系統思考與解決問題	自-E-A2	能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。
	B1符號運用與溝通表達	自-E-B1	能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。
學習表現	◎探究能力-思考智能 (t) – 建立模型 (m)	tm-III-1	能經由提問、觀察及實驗等歷程，探索自然界現象之間的關係，建立簡單的概念模型，並理解到有不同模型的存在。
	◎探究能力-問題解決 (p) – 分析與發現 (a)	pa-III-1 pa-III-2	能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的資訊或數據。 能從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。
	◎科學的態度與本質 (a) – 認識科學本質 (n)	an-III-1	透過科學探究活動，了解科學知識的基礎是來自於真實的經驗和證據。
學習內容	◎系統與尺度 (INc)	INc-III-4 INc-III-4-1 INc-III-5 INc-III-5-2	對相同事物做多次測量，其結果間可能有差異，差異越大表示測量越不精確。 透過活動判斷實驗中不合理的數據。實驗的結果必須是多次合理數據的平均值。 力的大小可由物體的形變或運動狀態的改變程度得知。 可透過活動學習使用彈簧秤測量力的大小，並能以圖表記錄結果，發現所掛的物體愈重，彈簧的伸長量愈大。

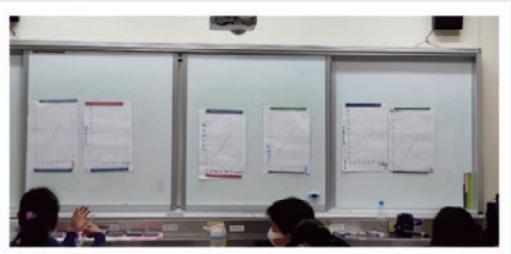


四、教學設計





五、教學活動照片



1.各組將實驗結果畫成折線圖，全班一起討論各組實驗相同或相異處。



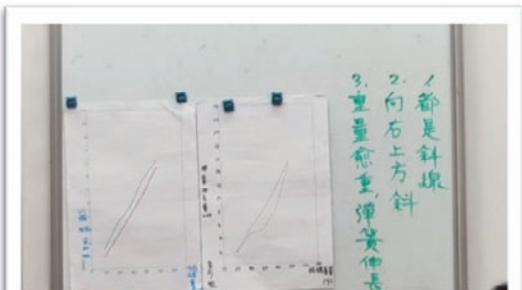
2.各組將實驗結果數據填寫到海報上，以利後續察覺差異及判斷數據。



3.全班決議捨去誤差最大的第2組數據，再求出其他五組數據的平均值。



4.各組以不同顏色將平均值折線圖畫在原折線圖上，學生發現平均值畫出的圖形(線)比較直，數據呈現規律。



5.透過統整及歸納，學生形成「所掛的物體愈重，彈簧的伸長量愈大。」科學概念。



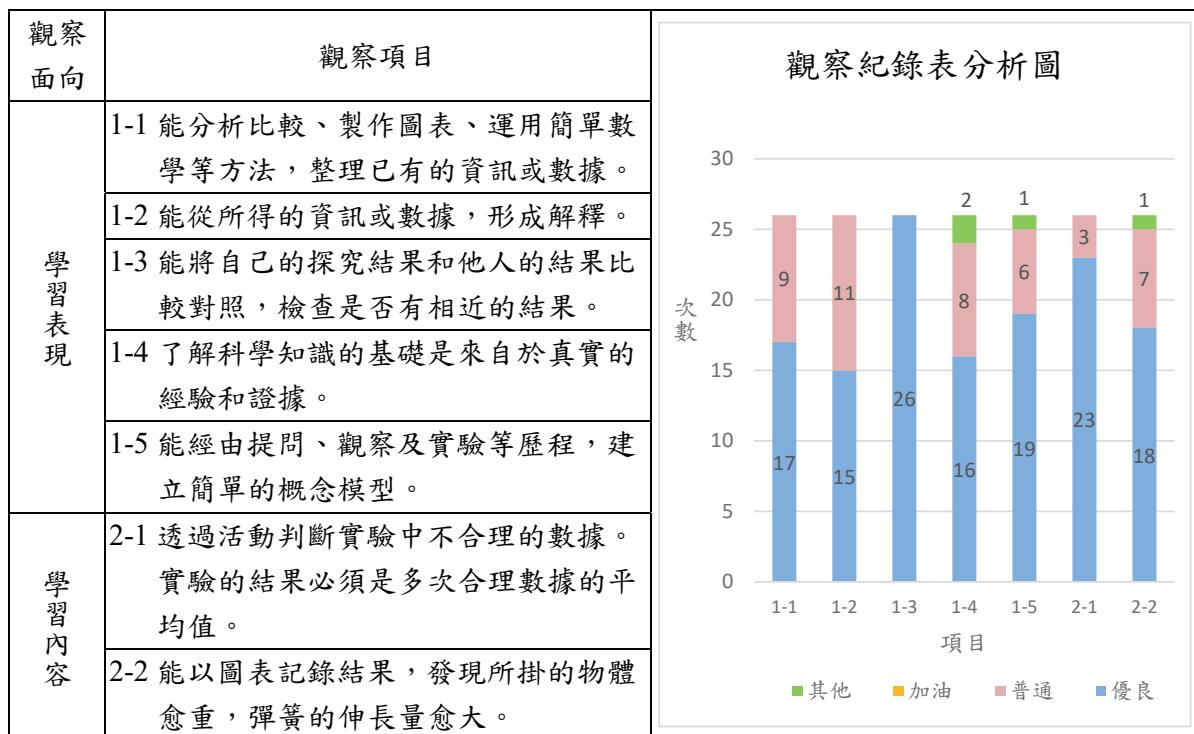
6.教師引導學生依據數據(證據)有條理的說出主張和理由，歸納及解釋實驗結果「物體愈重，彈簧的伸長量愈大。」

六、評量規準

項目	優	良	可
1.分析實驗結果	能依數據正確畫出折線圖，並正確解釋實驗結果。	能依數據畫出折線，並解釋實驗結果。	修正後能依數據解釋實驗結果。
2.精緻化實驗結果	能判斷不合理的數據，且能應用數學或科學的方法精緻化實驗結果。	能判斷不合理的數據。	修正後能判斷不合理的數據。
3.形成結論	能正確及完整的解釋科學概念—「所掛的物體愈重，彈簧的伸長量愈大。」	能正確的解釋科學概念—「所掛的物體愈重，彈簧的伸長量愈大。」	修正後能正確的解釋科學概念—「所掛的物體愈重，彈簧的伸長量愈大。」

七、觀課教師回饋

參與本教學活動公開觀議課的教師們依據表列的項目進行觀察、記錄，並給予量化與質性的回饋。學生表現的結果分為「優良、普通、加油」三等級，26份觀察紀錄表分析結果如下圖所示。





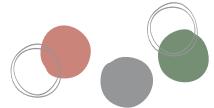
由觀察紀錄表分析發現學生們的學習態度與歷程的表現普遍給予高度肯定，但在整理數據及形成解釋約有六成學生表現優秀（1-1優良65%、1-2優良58%），可見仍需教師和學生共同努力。科學概念學習成效的部分則學生都能判斷實驗中不合理的數據，也能提出以平均數較接近彈簧真正的伸長量。最後，學生在經過整理資料、繪製圖表、判斷數據及求出平均數之後，是否能將一連串的活動總結得出實驗結論提出科學解釋，甚至是否學會探究的方法流程，都是需要再檢核。

八、專家回饋

本課程設計目標明確，同時內容與活動融入科學本質與論證的學習，這是一大特色。目前，評量規準在考量一節公開授課，並希望能融入科學本質與論證學習的教學演示目的下，僅從探究能力中的分析與發現進行擬定，對於其他學習表現，例如建立模型和科學本質，則未予關照。若是整單元課程評量規準之研訂時，評量方式與評量標準則需要逐項對應到學生學習表現的各項能力，如此方能確認學生在科學本質與論證學習外，其他目標的學習情形。

實驗過程出現誤差是常見的情形，需要建立嚴謹的過程來處理誤差的問題。以小學階段，建議可以做更多組的測量值，計算其平均值；此作法可讓學生觀察到，有更多組的數值會得到一個較穩定的結果。此外，實驗操作時，也要提醒學生儘量保持一樣的操作方法與條件，讓誤差值保持在一定的範圍。如要採行刪除數值之作法時，則可先求所有數據的平均值，再依據事先設定比較明確且客觀的條件進行刪除。

(國立陽明交通大學教育研究所 陳聖昌教授)



九、教學省思與建議

(一)應用時要注意的事

- 1.學生需具備科學探究技能，才能較順利進行本案「結果分析」、「形成結論」。
- 2.學生需具備科學論證及課堂討論(對話)的能力，語言及圖表溝通表達能力。
- 3.學生需具備相關數學概念，如平均數、中位數、極端值、折線圖繪製。

(二)可延伸的教學活動：可請學生應用所學以思考創造一設計並製作秤重工具。

(三)建議使用資訊教學資源

- 1.數據整理：建議教師將學生的數據輸入到<Numbers>試算表中，或開啟共編功能，讓學生們可以一起進行數據整理，<Numbers>提供了豐富的圖表和圖形功能，以視覺化方式展示數據和統計結果，幫助學生理解力與伸長量的相對關係。
- 2.學習展示：教師可以利用<loilonote>創建新的課程，透過學生名單或邀請碼等方式添加學生到課程中，並提交成果到「<loilonote>繳交盒中，讓學生進行互動，例如：回答問題、討論課題、提供回饋等。學生也可以在平台上發問或參與討論。

參考文獻

- Anderson, R. (2002). "Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry." *Journal of Science Teacher Education*, 13, 1-12.
- Barrow, L. H. (2006). "A Brief History Of Inquiry: From Dewey To Standards." *Journal of Science Teacher Education*, 17, 265-278.
- Bybee, R. W. (2006). "Scientific Inquiry And Science Teaching ". In Flick,.L.B. & Lederman.N.G (eds.) ,*Scientific Inquiry And Nature Of Science* (pp.1-14) .Netherlands.

高年級

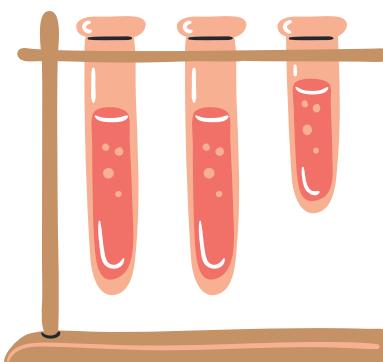
萬能水電工

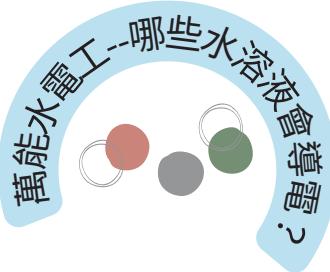
哪些水溶液會導電？

PoE / 分析與發現

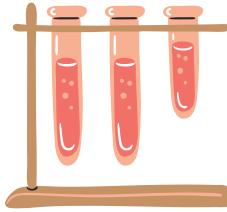
新竹市北門國小

甘可齊





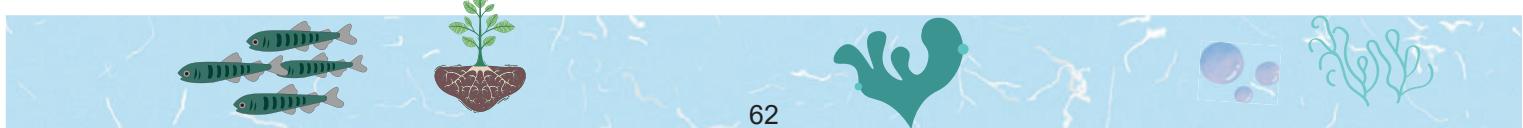
一、教學設計理念



國小自然科學之教學和學習，常從生活中取材，此種方式的優點在於貼近日常生活，也容易引起學生學習共鳴，但也因為學生起點行為、先備知識和經驗的不同，再加上老師的引導方式不夠具體時，學生就很容易產生學習失焦的情況。因此，教師採用具體且明確的教學策略是必要的。而眾多教學模式中，「預測-觀察-解釋」(Predict-Observe-Explain,簡稱 POE)即是科學教學中常常採用者。

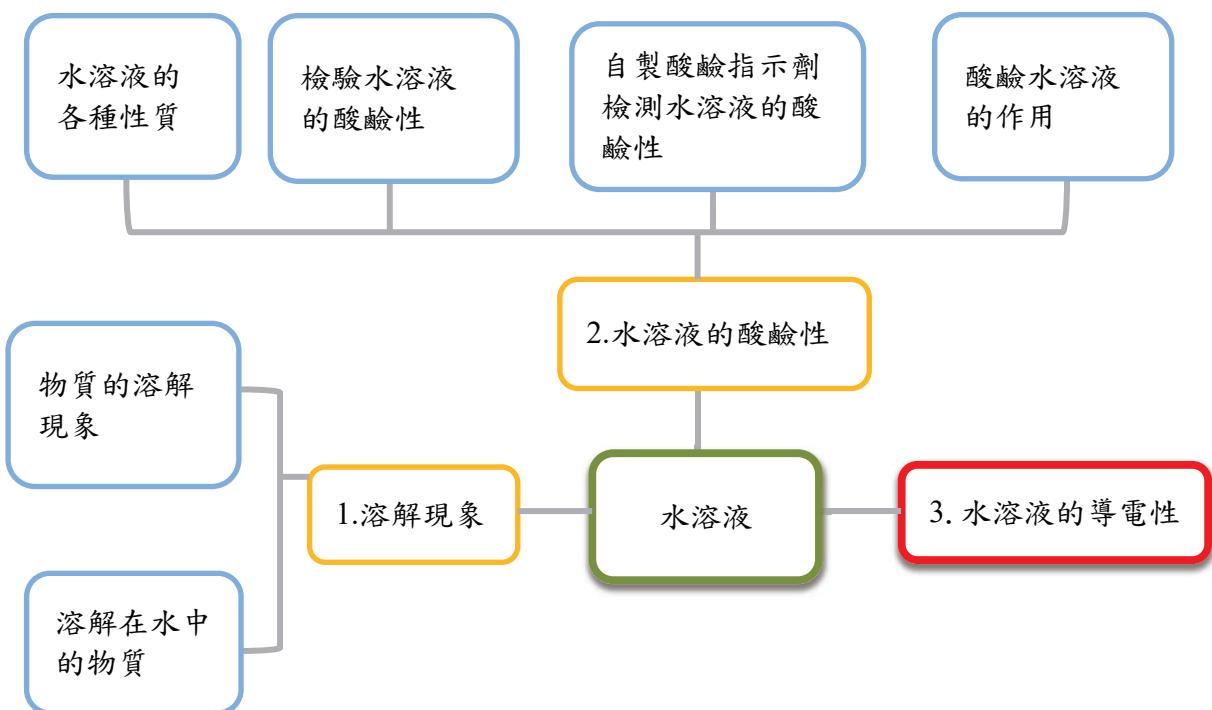
POE教學模式多數應用在進行科學實驗時，教師透過提問的方式，依循「預測—觀察—解釋」的步驟，引導學生聚焦於實驗的過程和任務。從尋找線索，運用原有認知基模，嘗試對問題的答案提出預測(P)；再透過實驗觀察(O)、操作和記錄、收集資料和分析結果；最後針對實驗結果進行科學解釋(E)和歸納，進而協助學生建構出該實驗希望學生學習到的科學概念、知識和原則。

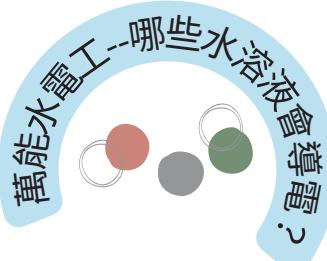
本課程以高年級[水溶液]單元之活動三[水溶液的導電性]為例，進行POE和雙語結合的教學設計。首先，教師提問：「哪些水溶液會導電？」引導學生進行水溶液導電性的預測；接著，透過「鹽水、小蘇打水、糖水、醋酸、純水、檸檬酸水」六種水溶液的導電性電路實驗操作及觀察，讓學生紀錄各個溶液導電與否；之後，小組再以口頭發表的方式，解釋水溶液與導電性的關聯；最後，自行歸納或透過教師引導，發現溶液導電性與酸鹼性的關聯。整個教過程中，亦培養學生概念組織、溝通技巧、邏輯思考等能力；並讓學生嘗試以英語"Because _____ can/cannot light up the LED, we think that _____ can/cannot conduct electricity."說出各組的結論。





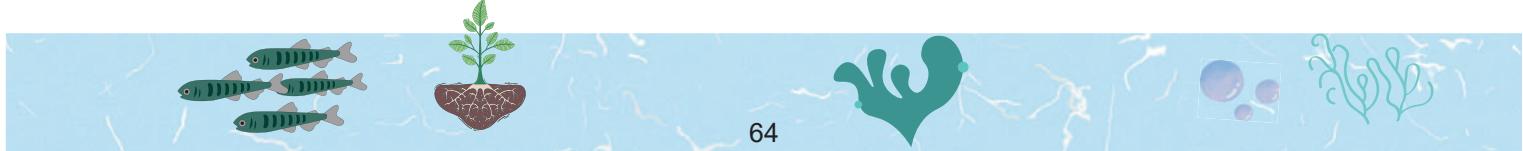
二、主題與單元架構





三、設計依據

年級/單元	高年級/水溶液的導電性	節數	本單元共 12 節之 12 節	
教材來源	南一版	教學設備資源	雙槽電池座、電池、發光二極體、燒杯、各種水溶液、學習單、觸屏、平板	
主題名稱	萬能水電工 - 哪些水溶液會導電？			
總 綱 及 領 域 核 心 素 養	A2 系統思考與解決問題	自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。		
	B1 符號運用與溝通表達	自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。		
學習表現 (自然科學)	探究能力 - 問題解決(p) 計劃與執行(e)	pe-III-1 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性資源（設備等）的有無等因素，規劃簡單的探究活動。		
	探究能力 - 問題解決(p) 分析與發現(a)	pa-III-2 能從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果（例如：來自同學）比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。		
	探究能力 - 問題解決(p) 討論與傳達(c)	pc-III-2 能利用簡單形式的口語、文字、影像（例如：攝影、錄影）、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。		
學習表現 (英語)	第三學習階段(聽說讀)	1-III-6 能聽懂課堂中所學的字詞。 1-III-7 能聽懂簡易的教室用語。 2-III-2 能說出課堂中所學的字詞。 3-III-4 能看懂課堂中所學的句子。		
學習內容 (自然科學)	◎交互作用 (INe)	INe-III-5 常用酸鹼物質的特性，水溶液的酸鹼性質及其生活上的運用。		

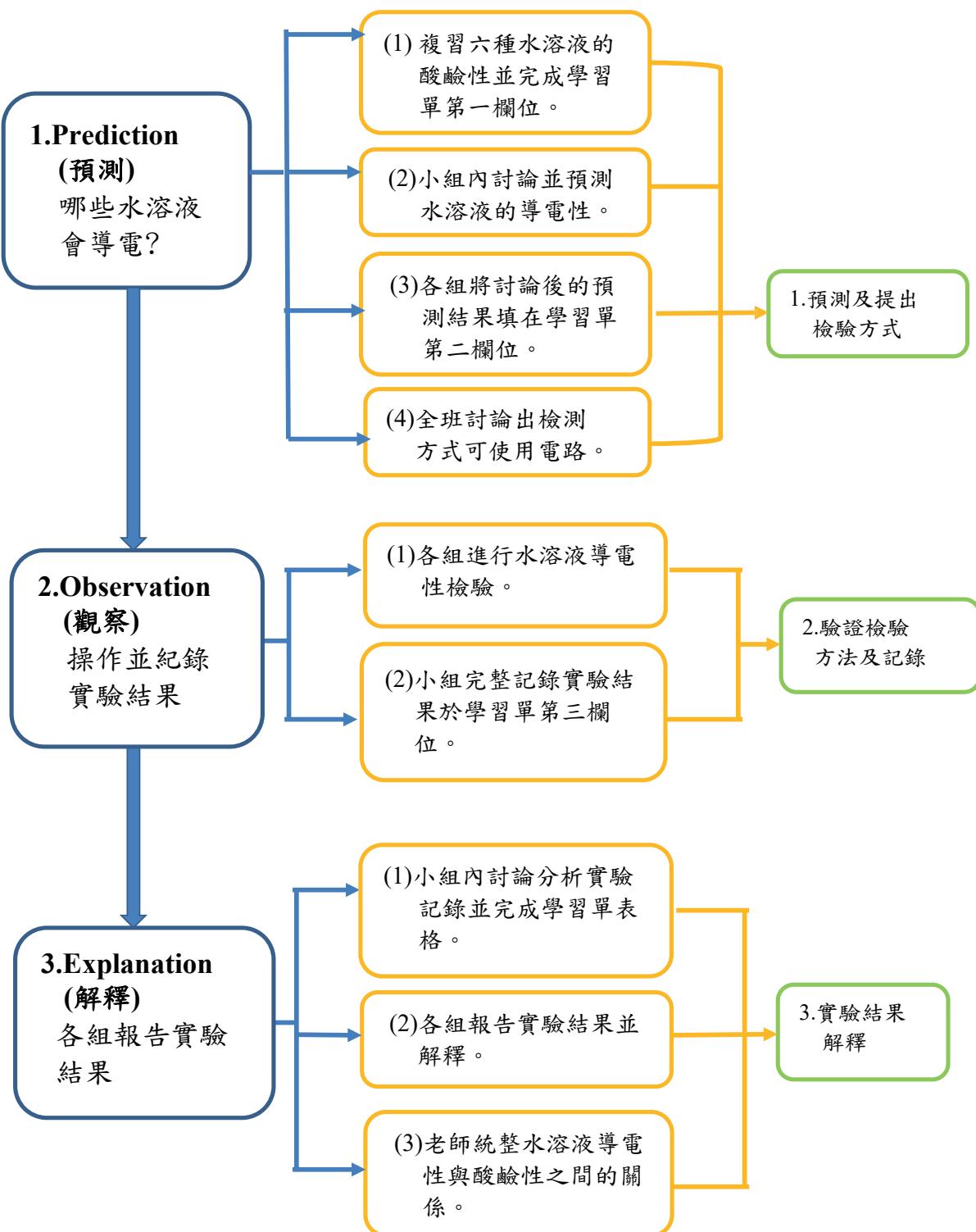


四、教學設計

教學活動

教學流程

教學評量



五、教學活動照片



1.預測內容說明。



2.組間巡視預測結果。



3.各組進行實驗紀錄。



4.組間進行英語口說。



5.解釋部分說明。



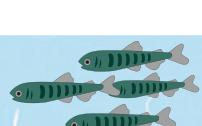
6.各組上台報告實驗結果。

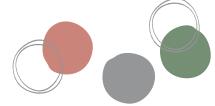


7.水溶液檢驗材料。



8.使用平板拍下學習單內容。



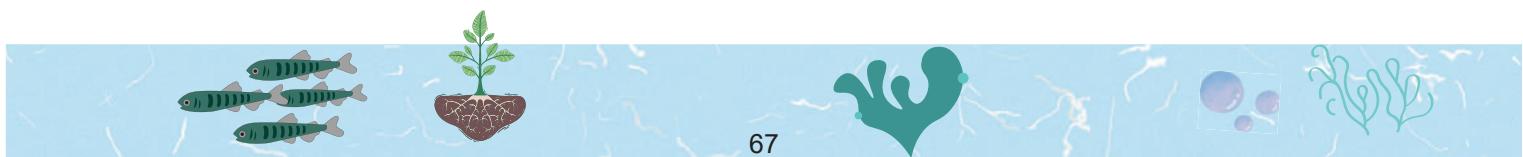
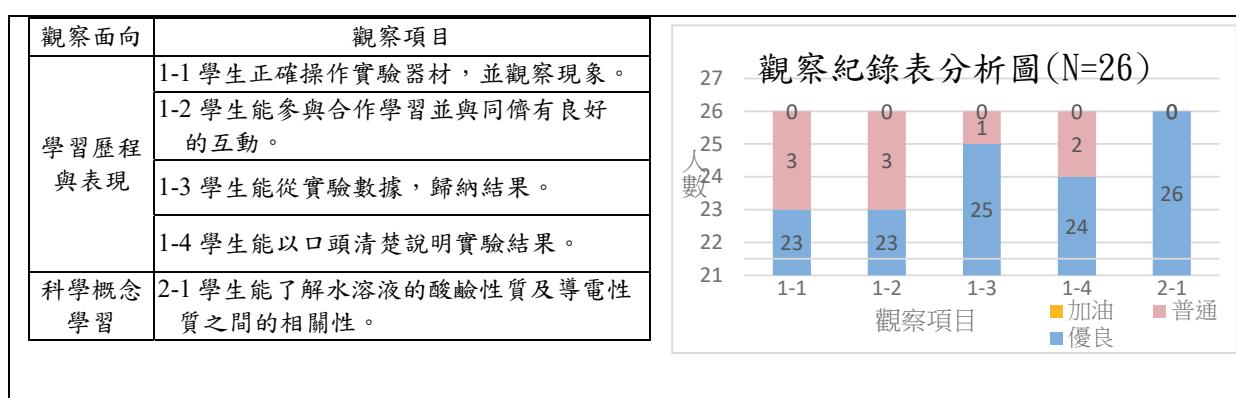


六、評量規準

項目	優	良	可
1.預測及提出檢驗方式	小組能依舊經驗預測水溶液導電性並說出合理的檢驗方式。	小組能依舊經驗預測水溶液導電性，並在教師協助下說出合理的檢驗方式。	小組能在教師協助依舊經驗預測水溶液導電性並說出合理的檢驗方式。
2.驗證檢驗方法及紀錄	小組能完成水溶液檢驗，並確實觀察與記錄實驗結果。	小組能完成水溶液檢驗，並觀察與記錄實驗結果。	小組能在教師協助下完成水溶液檢驗，並觀察與記錄實驗結果。
3.實驗結果解釋	小組能依實驗結果說出水溶液的酸鹼性與導電性的關聯，並能以提供的英語句型進行實驗總結。	小組能依實驗結果說出水溶液的酸鹼性與導電性的關聯，並能在教師協助下以提供的英語句型進行實驗總結。	小組能在教師協助下依實驗結果找出水溶液的酸鹼性與導電性的關聯，及嘗試以提供的英語句型進行實驗總結。

七、觀課教師回饋

參與觀課教師們依據表列的項目給予質性的回饋，總共有 26份紀錄表進行統計，結果如下：





觀課教師對於觀察到的組別學生，在學習歷程表現及科學概念學習大多持正面肯定，針對1-1學生操作實驗器材部分有建議小組內組員間可以互相觀察各種水溶液的實驗結果後，再進行學習單的記錄，可以減少操作錯誤的可能性；針對1-2學生合作學習及互動部分，實驗過程中較少看到組員間互動的情形而無法評分；針對1-4口表達方面，建議學生放大音量較能讓全班聽到各組的發現及結論。

八、專家回饋

本課程設計完整，在自然科學教學和英語語句的運用上都經過深思熟慮，從教師觀課後的回饋，便足以證實本教案可做為典範，合適做為有志進行雙語自然教學設計教師的參考。

本課程之內容包含自然科學領域的酸鹼溶液與英語領域的對話。自然科學之教學目標在透過POE教學策略，引導學生歸納實驗數據後，再依據歸納結果提出結論，學習的內容能促進五年級學童的高階認知發展。在英語領域的教學目標則是學生能依照證據提出結論的英語語句鷹架回應教師的提問。

在教學方法上，充分運用學生的舊經驗，例如：預測(P)階段的曾學過的六種水溶液、觀察(O)階段的驗證導電方式等；教學時更適切運用英語進行教學，並引導學生表達；最後的解釋(E)階段則透過學習單上的連連看，歸納實驗數據，讓學生發現酸性和鹼性溶液都能導電，中性則是不一定後，再以提供之英語句型書寫總結。在評量上，教師則從透過學生學習單的紀錄和課堂上的口語回答，以即時掌握學生的學習狀況。

(國立臺北教育大學 自然科學教育學系 何慧瑩教授)



九、教學省思與建議



(一) 在進行POE教學方式時，教學者若能設計好提問的內容，提供學生一個思考的方向較不易失焦，在進行觀察活動時也容易聚焦可以觀察，乃至解釋活動時也較易形成共識並建構科學概念。

(二) 雙語融入教學活動，除了課室英語外，自然科學學科的英語可從活動一開始呈現，讓學生認識，到活動三時便可讓學生在進行解釋活動時，依教師提供的句型以口語方式練習表達，完成雙語學習的成果。

(三) 教學時步驟原則

- 1.預測:經由事實的提問引導至新知識讓學生能與舊經驗作連結，並接受學生間的討論對話。
- 2.觀察：盡量於組間走動適時提醒學生應該觀察的部分，而非抄寫組員的答案。
- 3.解釋:鼓勵學員間互相討論出大家認同的結論，並以正確的詞句表達。

(四) 可延伸部分

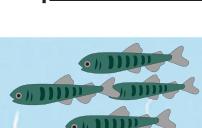
- 1.可鼓勵學生找到生活中常見水溶液進行實驗，驗證其導電性。
- 2.只要是操作型且可以做比較的實驗單元皆可以，如:力的單元中的摩擦力與彈簧秤的關係、植物水分運輸實驗裡有無染色的植物體相比較發現水分的運輸由根開始、光的折射實驗.....。

(五) 建議使用資訊教學資源：

- 1.電路模擬：教師可以利用<PHeT>app讓學生模擬、複習電池、導線、燈泡/LED 的接法，避免因為電路接法錯誤而導致實驗誤差。
- 2.學習展示：Lumio線上平台是一個可以跨設備使用的系統，讓學生即時上傳成果，再輪流公開發表，不需要事先安裝任何app。

參考文獻

許慧嫻、蕭世輝(2024/3/10)。以預測、觀察、解釋開啟科學實驗教學。取自
<https://www.ntsec.edu.tw/liveSupply/detail.aspx? a=6829&cat=6844&p=1&lid=16256&print=1>



高年級

水溶液小偵探

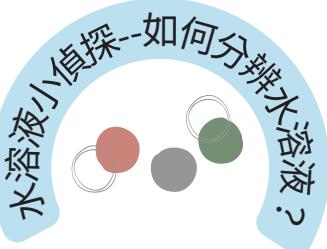
如何分辨水溶液？

問題解決 / 計畫與執行

新竹市陽光國小

張慧真





一、教學設計理念



本教學採用「重視理解的課程設計」(Understanding Based Design[UBD])模式及科學問題解決(scientific problem-solving)教學活動，以高年級水溶液單元為題材，進行課程的設計、規劃與實踐，主要目的在於協助學生建構與水溶液分辨相關的知識和技能，並培養學生系統性思考與解決問題之核心素養。

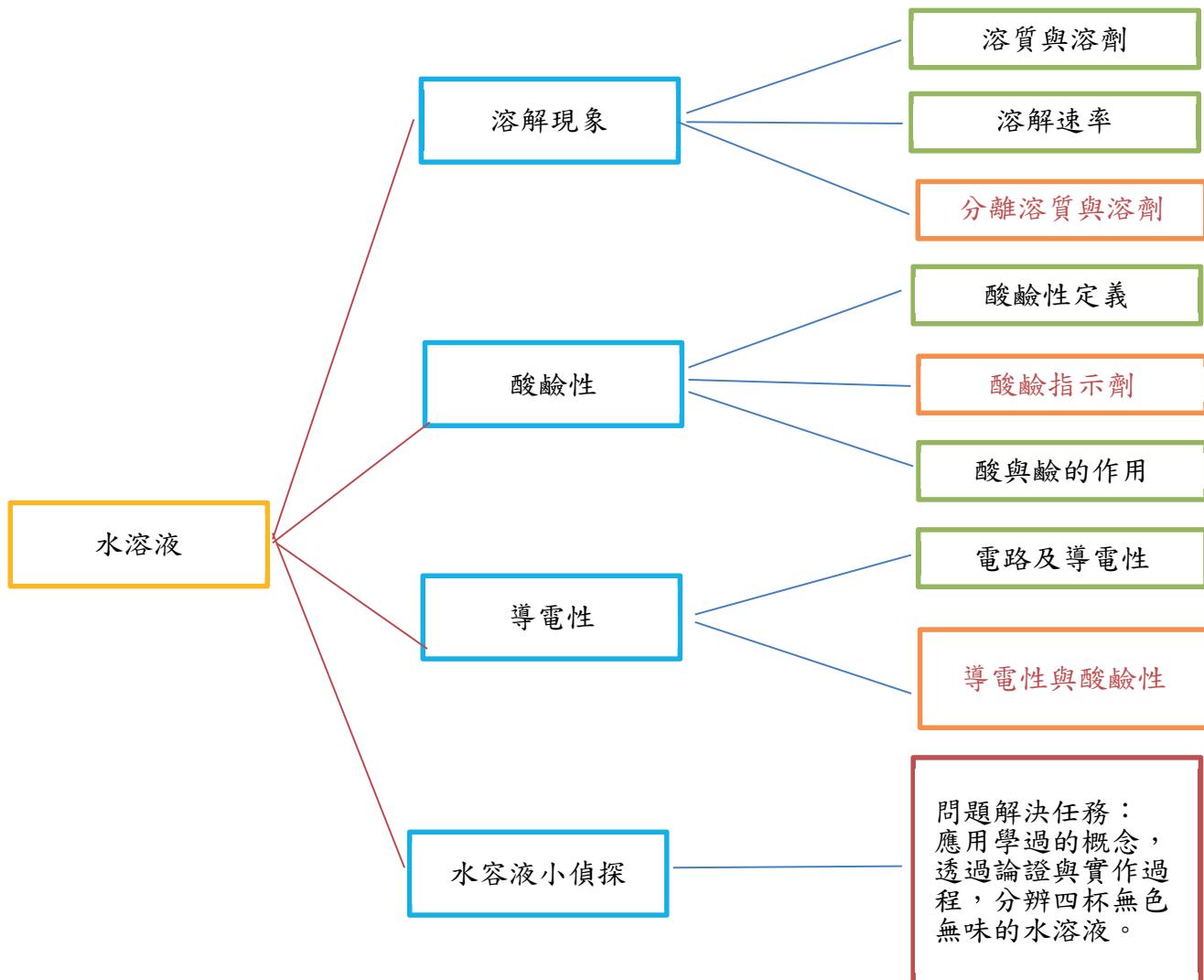
UBD強調課程設計可以先制定出學習目標，接著針對目標設計評量任務，之後再設計出以學生為中心的教學活動(Wiggins & McTighe, 2006)。所以本單元的課程設計先確認終極學習目標為「能應用水溶液特性自訂標準將水溶液分類」，此部分亦為評量任務；接著再發展出大概念「水溶液特性——溶解、酸鹼性、導電性」、關鍵知識和技能「自訂分類標準並將水溶液分類——運用檢驗特性辨識水溶液」，最後設計統整性實作任務「情境式科學問題解決任務——水溶液小偵探（分辨四種無色無味的水溶液）」。教學過程中，教師透過「科學論證、圖像表徵」引導學生完成任務並蒐集學習成效證據，將教學與評量融為一體。

在此單元之前，學生在中年級「廚房裡的科學」，以糖水與食鹽水建構了與水溶液相關的科學概念和知識，以此為基礎，學生在本單元中將學到溶解、酸鹼性、導電性等水溶液相關概念。相較於先前單元，本單元在科學概念和知識層次上更為複雜，而學生也已有一些水溶液的先備概念，所以非常適合發展成問題解決教學活動，讓學生統整學習概念與過程技能。

因此，設計者將課程設計轉化為情境式問題解決任務——「水溶液小偵探」統整學生的學習，讓學生能習得知識、規劃及操作實驗，最後解決科學問題。首先，學生在科學問題解決活動中「描述問題與分析問題」——確認問題內容及連結既有的知識，接著「建構解決方案與實作方案」——學生自主學習規劃實驗、進行實驗、收集資料，最後「修正方案與察覺問題解決思考歷程」——檢視小組問題解決歷程紀錄進行反思並歸納問題解決歷程步驟。在自主學習及獨立思考的課室和氛圍中，學生在問題解決過程中進行推理並實作檢驗自己的假設。當解決方法不可行時，學生會對自己原有知識進行修正，再次推理與實作直到問題獲得解決。學生透過情境脈絡蘊含的學習，較能真正理解概念的意義，並將其應用至真實情境中。



二、主題與單元架構





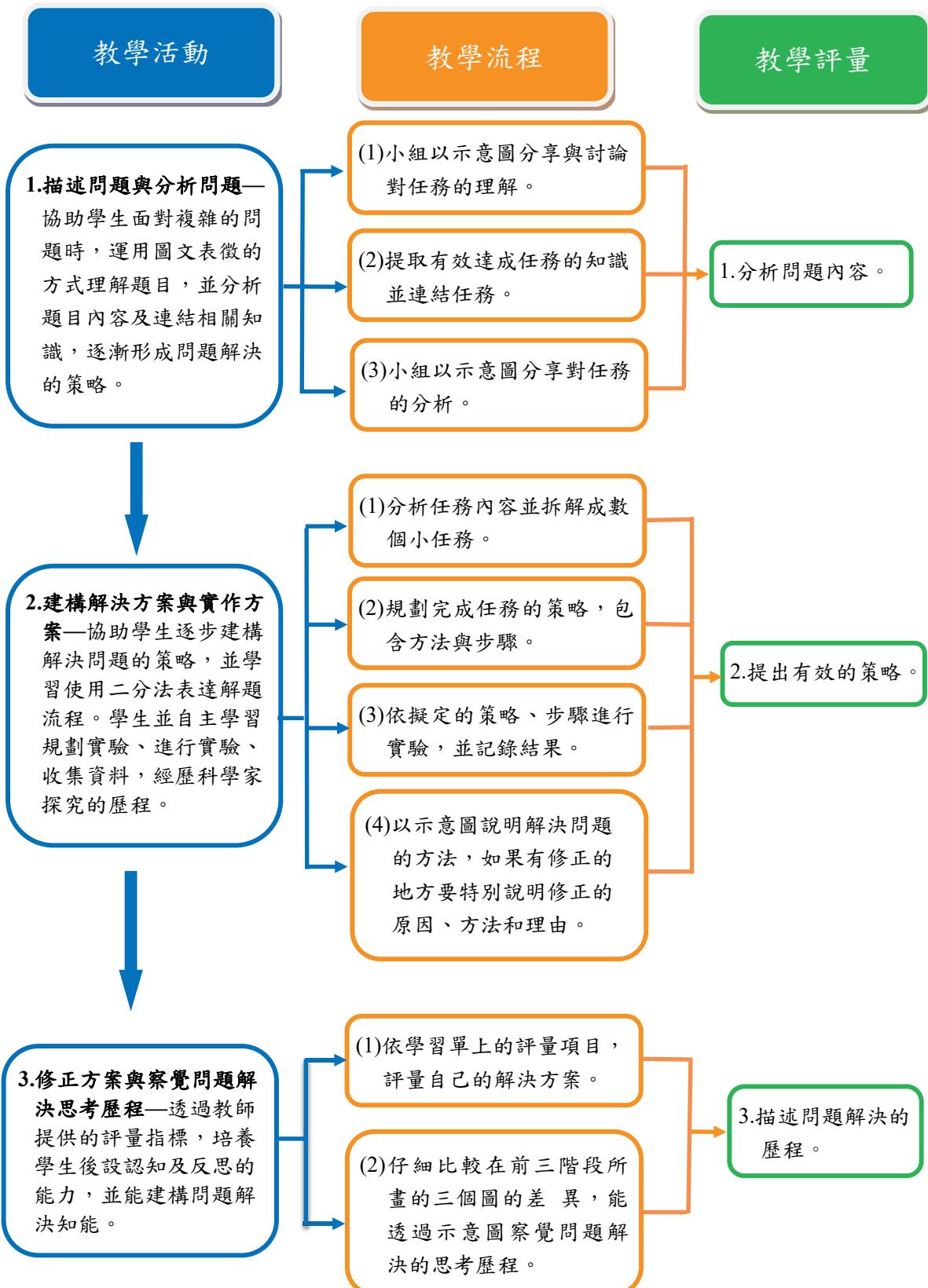
三、設計依據



年級/單元	高年級/水溶液	總節數	本單元共 12 節之第 10~12 節
教材來源	康軒版	教學設備資源	PPT、海報紙、水溶液、石蕊試紙、電路、彩色筆
主題名稱	水溶液小偵探—如何分辨水溶液？		

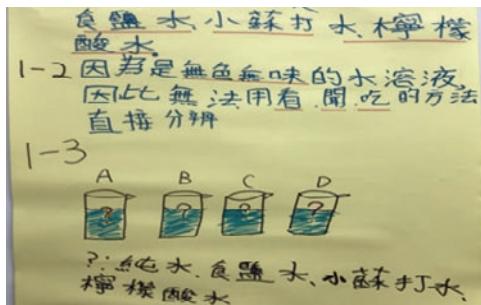
設計依據			
總綱及領域核心素養	A2系統思考與解決問題	自-E-A2	能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。
	A3規劃執行與創新應變	自-E-A3	具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。
	B1符號運用與溝通表達	自-E-B1	能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。
	C2人際關係與團隊合作	自-E-C2	透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
學習表現	◎探究能力-思考智能(t)-批判思辨(c)	tc-III-1	能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。
	◎探究能力-問題解決(p)-討論與傳達(c)	pc-III-1	能理解同學報告，提出合理的疑問或意見。並能對「所訂定的問題」、「探究方法」、「獲得之證據」及「探究之發現」等等之間的符應情形，進行檢核並提出優點和弱點。
	◎科學的態度與本質(a)-認識科學本質(n)	an-III-1	透過科學探究活動，了解科學知識的基礎是來自於真實的經驗和證據。
學習內容	◎物質與能量(INa) ◎構造與功能 (INb) ◎交互作用 (INE)	INa-III-2-1 INb-III-2-1 INE-III-5-6	可對不同物質分析其各種屬性，依據結果，自訂分類標準並將物質分類，並歸納出分類的原則與結果。 可加熱混和物例如：鹽水等，藉蒸發、結晶等方法，分離物質。 可選用合適的常用酸鹼指示劑（含花、菜汁等），測定各種水溶液（含混和溶液）的酸鹼性常用酸鹼物質的特性，水溶液的酸鹼性質及其生活上的運用。

四、教學設計

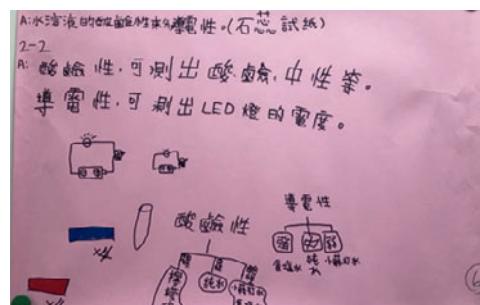




五、教學活動照片



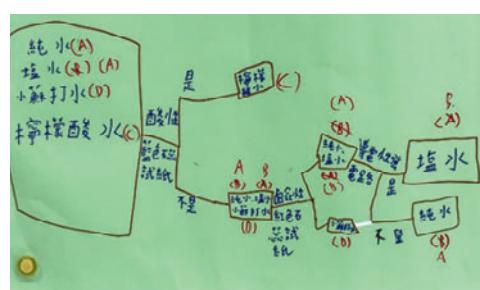
1.各組以示意圖描述複雜的問題，表達對問題的理解，並透過全班分享觀摩學習。



2.各組透過討論提取可用的知識，並以示意圖具體化知識與策略。



3.運用二分法模式規劃完成任務的策略，包含方法與步驟。



4.教師引導學生練習科學論證，有條理的說出主張和理由，培養邏輯思考能力。



5.各組依擬定的方法、步驟進行實驗並記錄結果。



6.各組實驗過程中，如果有修正的地方要紀錄下來，並特別說明修正的原因、方法和理由。



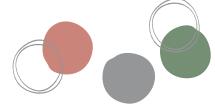
7.全市公開觀議課研習活動，巫俊明教授針對本次教學活動進行指導及回饋。



8.輔導團員透過學習歷程紀錄，討論學生在科學論證及科學問題解決的學習表現。



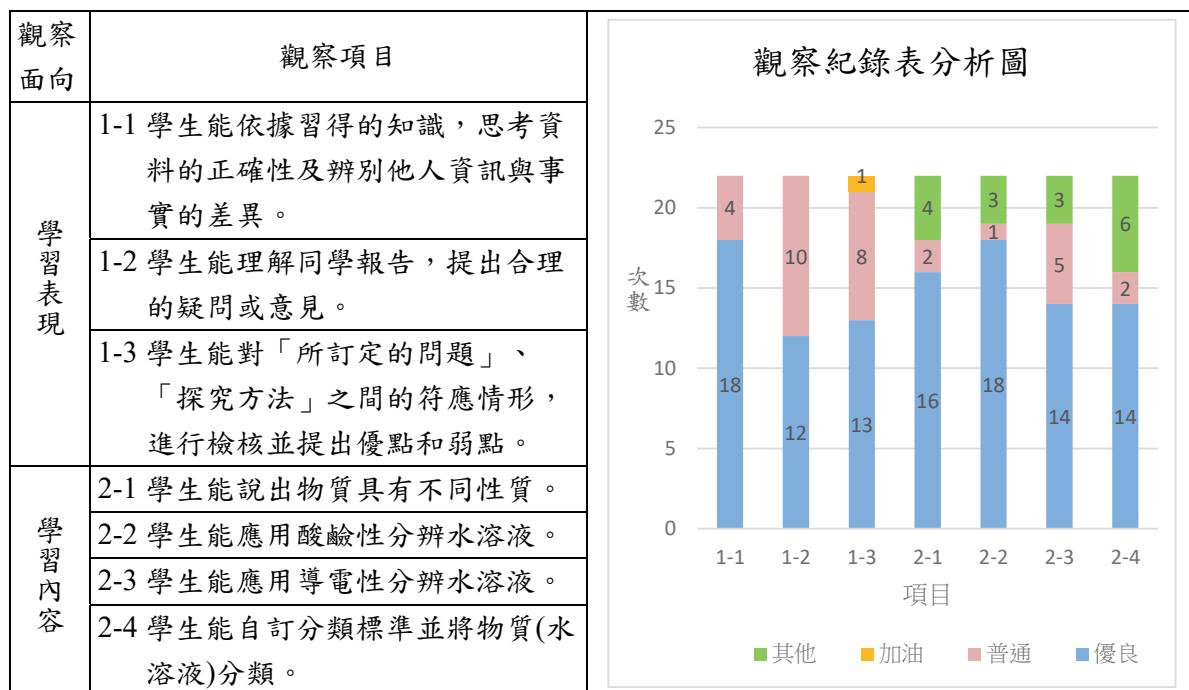
六、評量規準



項目	優	良	可
1.分析問題內容	清楚描述問題目標，並正確分析問題內容。	清楚描述問題目標。	修正後能清楚描述問題目標。
2.提出有效的策略	提出一種有效的方法，並規劃合宜的步驟。	提出一種有效的方法。	修正後能提出一種有效的方法。
3.描述問題解決的歷程	完整且依序描述「描述問題、分析問題、建構解決方案、實作、修正方案」之問題解決歷程。	完整描述包括「描述問題、分析問題、建構解決方案、實作、修正方案」之問題解決歷程。	修正後能完整描述問題解決歷程。

七、觀課教師回饋

參與本教學活動公開觀議課的教師們依據表列的項目進行觀察、記錄，並給予量化與質性的回饋。學生表現的結果分為「優良、普通、加油」三等級，22份觀察紀錄表分析結果如下圖所示。





由觀課紀錄表分析發現學生們的學習態度與歷程的表現普遍給予高度肯定，但學生在科學論證及檢核邏輯性表現優良的比例較低（1-2優良54%、1-3優良60%），可見仍需教師和學生共同努力。科學概念學習成效的部分，學生能應用酸鹼性分辨水溶液表現最佳，大部分學生都能應用導電性及自訂分類標準（優良63%）。最後，雖然學生第一次進行科學問題解決活動，但是透過系統性的引導一定義問題、分析問題、擬定策略、規劃執行及檢核修正等歷程，以及具挑戰性的問題情境，還有科學論證理性的表達及溝通方式，學生都非常投入學習，可見統整性的學習任務能提升學生的學習成效。

八、專家回饋

(一) 回饋一

「論證與建模」是108課綱(自然科學領域)強調的探究能力之一，但目前國小自然科學的實際教學，讓學生透過科學論證來進行科學知識的社會建構之機會並不多，本教學活動以五年級水溶液單元為題材，將科學論證融入實際科學問題解決情境的統整活動中，有助提升學生「推理論證」、「建立模型」、「分析與發現」、「討論與傳達」等能力，可作為國小自然教師進行科學探究教學的參考。

「水溶液小偵探」採用UBD的理念來設計所有的論證與問題解決教學活動，從實際的觀課過程與學生的實作評量結果(三個階段的海報示意圖)可知，本教學活動確實可以增進學生對於水溶液相關核心概念的理解，同時也有助培養學生「發現與理解問題」、「規畫與執行」、「論證與建模」、「表達與分享」等探究技能與科學的態度，因此是國小自然教師設計科學素養導向教學的很好範例。

「認識科學本質」是108課綱(自然科學領域)強調的科學素養要素之一。「水溶液小偵探」雖涵蓋了科學本質的目標與內容，但多數學生很難從探究活動中正確推論隱含其中的科學本質內涵，因此建議教師在運用此課程進行教學時，可視需





要採行「明示」教學，引導學生思考與討論探究活動所蘊含的科學本質要素，如此學生才容易「看見」探究活動背後所蘊含的科學本質觀。

(國立清華大學數理教育研究所 巫俊明教授)

(二) 回饋二

本課程試圖結合UBD逆向設計模式及科學問題解決進行教學設計，並且利用科學論證、圖像表徵進行豐富且多元的探究活動，這是很好的想法與嘗試。目前，評量規準在考量一節公開授課，並希望能運用問題解決中的討論與傳達的教學演示目的下，僅關注問題解決中的討論與傳達；其他學習表現，例如批判思辨和科學本質則未予關照。故，教師擬定整單元的評量規準時，需再要逐項對應到學生學習表現的各項能力。此外，108課綱自然科學領綱中之學習表現有「科學認知」的部分，建議可以依布魯姆的分類方式，建構概念知識的評量，讓學生學習表現的評量更為完整。

(國立陽明交通大學教育研究所 陳聖昌教授)

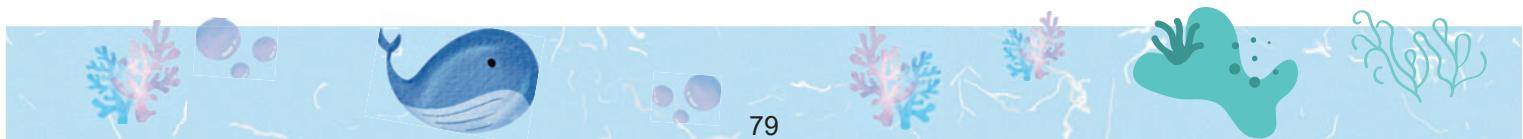
九、教學省思與建議

(一) 應用本教學設計之注意事項

- 1.教師扮演引導者及支持者的角色，配合學生的學習節奏給予學生充分的時間進行小組討論及科學論證。
- 2.教師可視學生的需求給予鷹架，協助學生在問題解決過程中獲得推裡思考的經驗並學習科學家的思考認知歷程，還有獲得探索問題的樂趣與解決問題的成就感，對學生的科學學習與問題解決能力應有很大的助益與提升。
- 3.學生採異質性分組，在小組學習過程中培養溝通表達與協商的素養。

(二) 可延伸的教學活動

可請學生應用所學進行問題解決－設計並製作保冰盒。





(三) 建議使用資訊教學資源

1. 電路模擬：教師可以利用<PHeT>app讓學生模擬、複習電池、導線、燈泡/LED的接法，避免因為電路接法錯誤而導致實驗誤差。
2. 學習展示：學生可以使用<myViewBoard>的「白板」功能來創建和編輯文件，包括文字、圖片、圖表等。他們可以將這些文件保存在自己的帳戶中，也可以將文件上傳到自己的文件庫中，並繳交給老師，由老師分享給其他同學進行討論。

參考文獻

- Bodner, G. M., & Domin, D. S. (1995). The role of representation in problem solving in chemistry. In L. Derrick R (Ed.), *Toward a cognitive-science perspective for scientific problem solving*. NARST MONOGRAPH , NUMBER SIX (pp. 245-263). KANSAS: NARST.
- Hurs, R. W. t., & Milkent, M. M. (1996). Facilitating successful prediction problem solving in biology through application of skill theory. *Journal of Research In Science Teaching*, 33(5).
- Mualem, R., & Eylon, B. S. (2010). Junior high school physics: Using a qualitative strategy for successful problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1094-1115. doi: 10.1002/tea.20369
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Wang, Y. X., & Chiew, V. (2010). On the cognitive process of human problem solving. *Cognitive Systems Research*, 11(1), 81-92. doi: 10.1016/j.cogsys.2008.08.003
- Wheatley, G. H. (1995). Problem solving from a constructivist perspective. In D. R. Lavoie. (Ed.), *Toward a cognitive-science perspective for scientific problem solving*. NARST MONOGRAPH , NUMBER SIX (pp. 1-22). KANSAS: NARST.

We Are Family

我們非常開心有機會透過「跨越與跨域」計畫重新檢視我們歷年研發的課程及教案，也非常期待能集結成冊分享給全市教育夥伴，於是我們開始了課程設計與評鑑的動態循環。首先，我們回到的起點，思考著「科學教育的核心是什麼？學生為什麼要學自然科學？教師如何進行自然科學教學？」我們再次討論著以前共備觀議課的教案，林樹聲教授耐心指導自然科學教學理論及教案設計，葉興華教授帶領我們嚴謹的檢視教案的邏輯性及完整性，我們的課程在發展中評鑑、在評鑑中發展，慢慢的跨越了以前的自己。最可貴的是激發我們的課程動能，讓我們對課程的認知更具深度與廣度，教學設計更具可行性與細膩度，我們自然而然變成了研究者與鑑賞者，在日常教學與對話中不斷的發現、嘗試、思考、實踐以累積我們的課程能量，不僅照亮自己也溫暖別人，自然領域大家庭一起共好、共享、共榮！

我特別感謝巫俊明教授指導科學論證教學「水溶液小偵探－如何分辨水溶液」之共備觀議課，陳聖昌教授指導科學解釋教學「斤斤計較小老闆－物體重量和彈簧伸長量有什麼關係？」之共備觀議課，為了這次教案修訂及發表，兩位教授特別撥空撰寫專家回饋意見，有助於大家對這兩則教案的理解與應用，不勝感激。再次感謝葉興華教授及林樹聲教授，即使教學及研究工作忙碌，仍不辭辛勞至新竹指導我們，以及逐字修訂我們的教案，讓這些教案順利發表出版。最後，希望《竹塹好學-科學FUN城市》能幫助自然領域教師精進教學，也讓學生享受探究的樂趣！

(主任輔導員 張慧真老師)

感謝夥伴們的陪伴，教授的指導，一同經歷備課觀課議課的過程，設計課程時有夥伴提供意見，共備修正，經驗分享，讓自己在教學的路上，精益求精，因著與夥伴一起討論教學，專業對話，專業成長更近一步。也感謝央團的胡秀芳老師這一路走來陪伴我們共同成長，給予我們很珍貴的建議與教學資源分享，透過不斷的教學相長，克服自己教學上的盲點與陳舊，能夠在不斷的腦力激盪下擦出創意嶄新的火花。感謝林樹聲教授，為我們檢視初稿，提供修正建議，以及理論基礎的文獻參考資料，獲益良多。特別感謝葉興華教授提供文稿上的校正協助，成果呈現上的建議修飾，以及教學與教案的回饋意見，能將過去的教學設計注入新的創意元素，以供未來教學的參考。於此，經歷長達一年的不斷修正，終於能將過去在輔導團共備的教學成果呈現付梓，雖然辛苦，卻收穫滿滿。

(輔導員 楊秋燕老師)

很開心能參與這次自然輔導團的課程設計與評鑑的任務，重新審視自己曾經進行的兩個全市公開觀課的課程設計。很感謝林樹聲教授幾年前就陸續指導我們課程設計，這一年又陪著我們檢視教學方法及理論基礎，讓課程設計的每個階段更為紮實，樹聲教授的寶貴建議與鼓勵，讓我對教學有更深入的看見與調整。感謝葉興華教授耐心的帶領我們，用一雙課程評鑑的眼光來看教學設計，反反覆覆的前後對照，讓教與學之間及教學與評量之間都有一致性，讓課程設計的內容更為細緻，更有系統性。感謝胡秀芳老師從全市公開觀課時就一路陪伴到現在，不僅提供許多科學閱讀的教學資源，並給予許多教學實務上的經驗回饋，讓我獲益良多。謝謝自然輔導團的謝佳曄校長、張慧真主任、秋燕、仁佑和可齊的陪伴，謝謝大家一起走這一段美好的旅程！

(輔導員 胡淑貞老師)

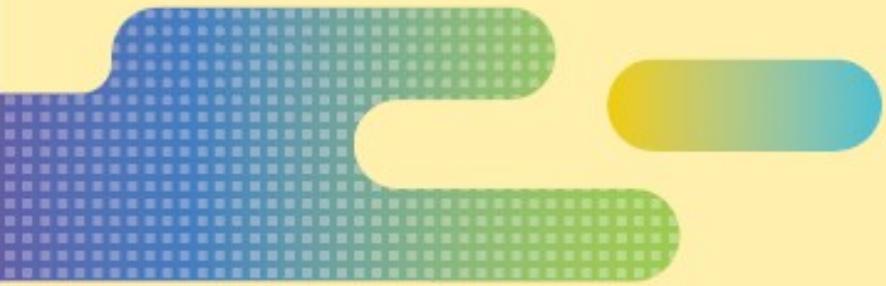
從事教學近20年，今年擔任自然輔導團團員，有幸參與《竹塹好學-科學FUN城市》教案成果集的撰寫。我負責的「萬能水電工」教案在何慧瑩教授的指導下完成，感謝何教授讓我學習到如何將雙語與自然科學相輔相成。過程中，與輔導團夥伴及教授共同討論、反覆修正教案，這種鑽研的精神讓我彷彿回到了寫畢業論文的時光，這次經驗十足珍貴。

(輔導員 甘可齊老師)

能夠與夥伴們完成這本自然教學方面的教案集，對我來說，是一個非常有意義的經驗，在這次的合作中，我們共同討論、研究、撰寫了許多教案，每個人都貢獻了自己的專業知識和經驗。過程中，我們互相學習、互相啟發，真正實現了團隊合作的力量，更從指導教授們那邊，挖到許多寶。這本教案集的完成不僅僅是一個成果，更是我們對自然教學的熱愛和努力的結晶。我們希望通過這些教案，能夠激發學生對自然科學的興趣和好奇心，引導他們主動探索和學習。最後，我要感謝夥伴們的支持和合作。沒有你們的努力和貢獻，這本教案集不可能完成。我們一起度過了許多忙碌的日子，也經歷了許多挑戰和困難，但最終我們成功地完成了這個目標。

(輔導員 吳仁佑老師)





書名 《竹塹好學-科學FUN城市》

發行單位 新竹市政府教育處

作者群 張慧真、楊秋燕、胡淑貞、吳仁佑、甘可齊

指導專家 葉興華、林樹聲

承辦單位 新竹市自然科學輔導團 國小組

領召校長 新竹市東區陽光國民小學 謝佳暉校長

出版年月 中華民國 113 年 9 月

