

The background features a light pink and white color palette. In the upper left, there are soft, white, cloud-like shapes. The right side and bottom are dominated by a network diagram consisting of thin, light pink lines connecting several solid pink circular nodes. The overall aesthetic is clean, modern, and educational.

新北市112年度

●混齡教學課程發展指引

12年課綱中年段自然學習領域適用

壹、編輯理念

自然科學領域之學習強調從兩個角度切入：一是激發學生對科學的好奇心；二是激發學生主動學習的意願。當學生的好奇心與主動學習的內在動機被激發，教師便能順勢引導學生從舊經驗出發，選擇符合各學習階段學生特質的「跨科概念與社會性科學議題」當作學習內容，透過「探究和實作」的精神與方法，讓學生經由探究、專題製作等途徑，讓學生獲得科學核心知識、探究和實作的能力以及科學論證及溝通的能力。透過上述這種深度學習的歷程，有助於培養出具科學素養的公民。

在人類教育的長河裡，混齡教學一直佔有長時間的主導地位，並非現在才有。蒙特梭利幼兒園、資優或特教的特殊生，乃至於補校、進修部的成人教育，都是混齡教學活生生的實例。工業革命後，為了快速培養工商業所需要的人手，學校開始採用分年齡、分班級、統一教材、統一進度的方式進行教學與師資培育，這是分齡教學的開始。分齡教學的教育假設是：同齡的學習者，其認知發展也會相近。但在眾多實證研究與實際教學經驗中，我們發現同齡的學習者，依舊會因家庭社經背景、種族、地區、身心發展而有所不同，換句話說：分齡教學制度，並無法將「認知發展」相近的學生放在一起；採分齡教學，學生認知發展的差異依舊很大。這種結果其實與混齡教學面臨的情況一致，若將年齡的因素去除，教師本來就需要針對認知發展有差異的學生進行差異化教學，因此混齡教學，在自然科學領域的教學方法上與分齡教學的做法無異，需要特別關注的反而是在現有分齡教育制度下所產生的教材，如何透過教學策略運用在「混齡教學」上。

混齡教學有一個很重要的執行依循：「教師要以學生不同的學習條件與學習機會為前提，讓學生在教師們準備好的環境下，以自己的方式進行學習，在群體之中相互學習」（余曉雯，2021）。因此本手冊將以108課綱為基礎，為教師準備好合適的混齡教材。我們將坊間三家版本的自然科學領域教科書以課程輪換(curriculum rotation)的課程組織型態進行A、B版本的編輯，整個班級在第一年學習同一年級的課程（A版本）一年，在下一個學年就學習另一年級的課程（B版本），全年級都一起上課。這種「課程輪換」的編輯方式，在教學執行上需要特別注意的是：教師在設計教學活動時，要善用學生內部已有的差異，教師多準備一些不同的學習材料、提供不同的學習鷹架、藉由不同的任務分配，讓學生能利用自己現有的能力，自己選擇需要的鷹架進行學習。教師不用進行不同的教案設計，只需要讓學生以自己的方式進行學習，在群體之中相互學習即可。

現代科學教育普遍認為自然科學領域的學習需要透過「探究和實作」來進行。而學生在進行探究與實作時，需要「問題解決」與「思考智能」兩項高層次能力同時運作、交互運用下才能完成。但「問題解決」與「思考智能」這兩個一個外顯、一個內隱，教師若非特意在課堂中透過「指令與提問」讓學生藉由動作與回應表現出來，同儕間實在很難相互學習。因此在進行教學時，教師務必要透過「指令與提問」讓學生將問題解決及思考智能的歷程，藉由動作與回應表現出來，以便異質性的群體可以相互學習。

為了讓教師在課前共備、課堂教學、課後省思有所依循、參考，本手冊提供坊間三家自然科學領域教科書A、B版本的課程地圖方便教師課前共備；也提供「問題解決與思考智能的提問範例」，方便教師熟悉混齡教學的「指令與提問」；最後提供2份混齡教學教案，讓教師了解：

1. 如何從學生之能力現況，評估學生學習需求，再來選擇學習重點與規劃學習目標，以安排符合學生能力發展方向之學習活動。
2. 探究教學在課堂教學如何運作。
3. 問題解決與思考智能在課堂教學如何提問。
4. 如何準備不同的學習材料、提供不同的學習鷹架、藉由不同的任務分配，讓學生能利用自己現有的能力，自己選擇需要的鷹架進行學習。
5. 如何透過「協同學習」而不是「合作學習」，讓學生在群體內相互學習。

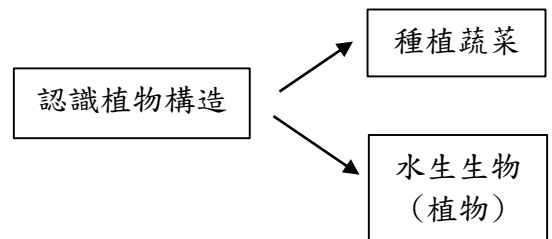
貳、課程地圖

本手冊依據 111 學年度各版本教科書的教材架構，重組混齡教學課程地圖。重組的原則除了遵循領綱中學生的認知能力外，也會根據教材性質、外在環境與文化的影響進行調整，底下為選編、重組原則，提供給教師在自行選編教材時之參考依據。

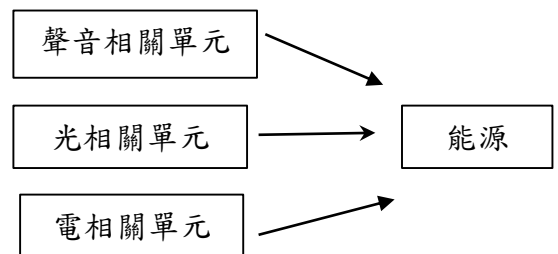
一、學習內容間的關聯性

科學概念與科學方法的學習是學習科學的兩個重點。現代科學教育強調教導基本的科學概念，用來含攝或應用到多數的科學事件或事實。但科學概念是一個嚴謹且系統清晰的體系架構，因此串聯類似概念一起學習，有助於科學概念的建構。例如：

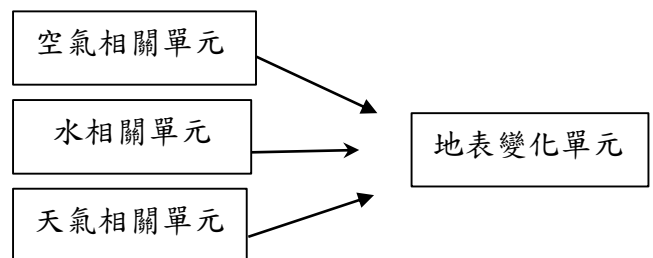
- (一)「認識植物構造」、「種植蔬菜」、「水生生物(植物)」三個植物相關單元，建議安排於同一年(例如 A 版本)來進行。其中「認識植物構造」應置於最前；因「種植蔬菜」需要歷經一段時間來觀察蔬菜的生長變化情形，故儘量安排在學期前段進行。



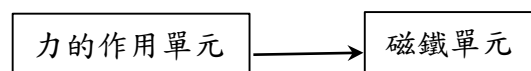
- (二)「聲」、「光」、「電」三個單元，因三種科學現象皆為一種能源，因此在進行能源相關單元或教學活動時，可以儘量安排在「聲」、「光」、「電」三個單元之後，可以藉此將先前所學概念遷移至此，也便於統整成更大的概念。



- (三)「地表變化」單元為地表受風、雨、水、或天氣等侵蝕而改變，其學習內容為跨科概念，因此在進行「地表變化」單元或教學活動時，「空氣」、「水」、「天氣」三個單元之後，可以藉此將先前所學概念遷移至此，也便於統整成更大的概念。

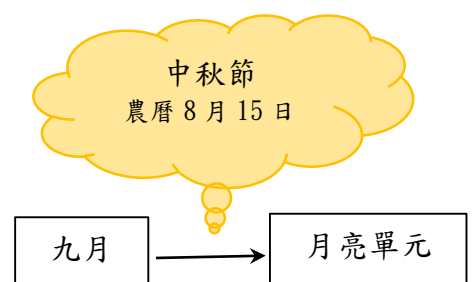


- (四)磁力為生活中常見的一種力，因此建議先學習「力的作用」單元，瞭解力的特性與概念後，再進行「磁力」單元教學，可以藉此將先前所學概念遷移至此，也便於統整磁力的學習。



二、學習內容與文化的聯結

「月亮」單元的教學，需要指導學生藉由長時間的觀察以便讓學生發現月亮移動與月相變化上的規律。學生進行長時間的夜間觀察，最令人擔心的莫過於安全問題，倘若家長能給予陪伴既能注意安全，也能親子共學。因此建議月亮單元能搭配傳統民俗節日「中秋節」一起進行的教學，既為中秋賞月安排情境，又能一起觀測紀錄，實為生活素養的實踐。而中秋節大約在國曆 9 月，故安排在上學期第一單元，更能融入時節與生活樂趣。



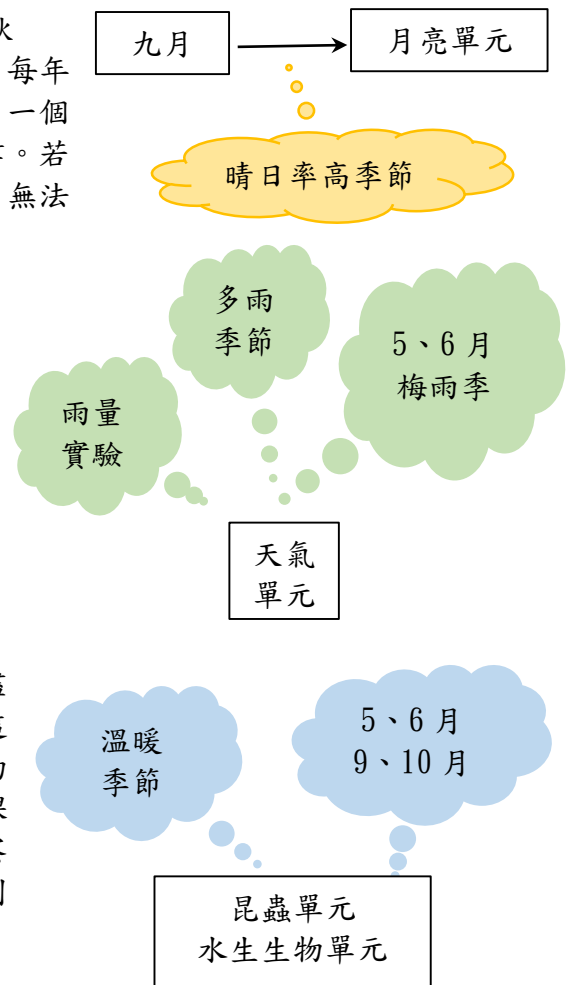
三、學習內容與外在環境的聯結

在自然科學領域的學習，觀察是教學的重要策略，也是探究實作的第一步。大自然所能觀察的素材多元，諸如：植物、動物、天氣、月相、星象、太陽、地質與地形等，豐富度常受季節、天氣狀況所影響。因此在安排課程時，需要考量這些因素，在適當的時間和季節進行教學活動，才能讓學生的觀察順利進行。

(一)「月亮」單元，一如前段所言，適合搭配「中秋節」一起進行的教學；另一重要考量因素即是：每年九月，晴日率較高，在進行月形變化的觀察中，一個月以上的時間，較能完整記錄到月形變化的規律。若將月亮單元安排在冬季後，學生將因天候影響，無法完整觀察到整個月份的月形變化。

(二)「天氣觀測」單元，因教學需進行雨量、風力等天氣資料觀察、測量、甚至實驗，而每年春、夏交接之際，為雨量較多的梅雨季節，因此將「天氣觀測」單元安排在下學期第三或四單元，正好順天應時。

(三)「昆蟲」單元、「水生生物」單元的教學，儘量安排於天氣較溫暖的5-6月或9-10月，因為這段時間，各類昆蟲活動較為活躍，水生動、植物種類豐富多樣、生長茂盛，也較易取得活體在課堂中進行飼養和觀察。這種近距離的體驗、觀察甚至飼養，都能提升學生的興趣與專注力，有利於相關單元教學。



綜合上述考量，提出各版本混齡課程地圖

版本別	A1(上學期)	A2(下學期)	B1(上學期)	B2(下學期)
單元	多采多姿的植物(3上1)	田園樂(3下1)	白天和夜晚的天空(4下1)	生活中的力(3上2)
活動1	植物是什麼	蔬菜是從哪裡來的	日夜景象有什麼不同	力的現象有哪些
活動2	植物如何獲取陽光	哪些因素對影響蔬菜生長	一天中太陽的位置會改變	磁力有什麼特性
活動3	花、果實和種子有什麼功能	蔬菜生長會經歷哪些變化	月亮每天都在改變嗎	還有什麼不一樣的力
單元	水生生物與環境(4下2)	溫度變化對物質的影響(3下2)	有趣的聲光現象(4上3)	奇妙的空氣(3上3)
活動1	生物生存的環境都一樣嗎	什麼因素會影響物質變化	聲音如何產生和傳播	空氣在哪裡
活動2	水生生物如何適應環境	溫度改變對其他物質有什麼影響	光有什麼特性	空氣還有什麼特性
活動3	如何愛護環境	溫度改變對水有哪些變化	如何應用聲與光	乾淨空氣重要嗎
單元	水的移動(4下2)	我是動物解說員(4下3)	好玩的電路(4上4)	天氣變變變(3下4)
活動1	毛細現象有什麼特性	動物身體構造和功能有關係嗎	如何讓燈泡發亮	天氣對生活有何影響
活動2	虹吸現象有什麼特性	動物身體構造和適應環境有關係嗎	電路有哪些連接方式	如何觀測天氣
活動3	連通管有什麼特性	動物有什麼生存法寶	用電觀念知多少	如何應用氣象資訊
單元	廚房裡的科學(3上4)	昆蟲大解密(4下2)	自然資源與利用(4下4)	地表的靜與動(4上1)
活動1	如何辨認廚房中的材料	昆蟲在哪裡	能量重要嗎	地表物質有什麼
活動2	怎麼辨認水溶液的酸鹼	昆蟲如何成長變化	如何運用自然資源	地表環境會變動嗎
活動3	如何利用材料特性辨識材料	昆蟲重要嗎	開發自然資源會有什麼影響	怎樣做好地震防災

南一版

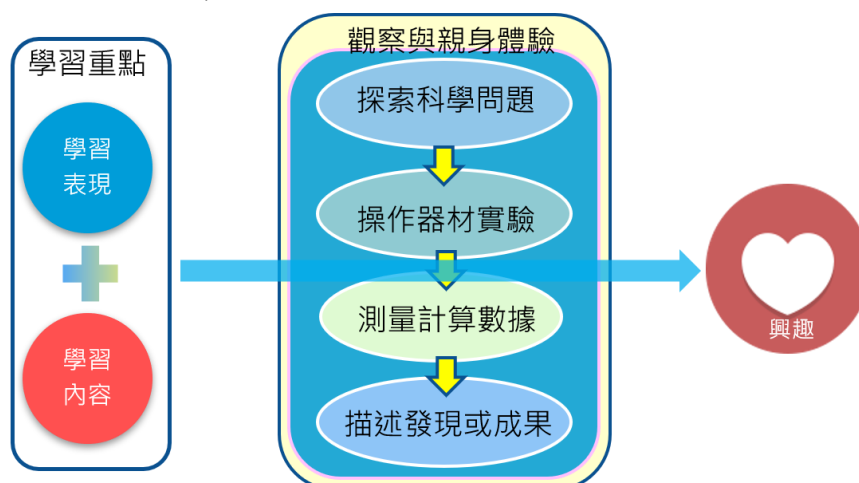
版本別	A1(上學期)	A2(下學期)	B1(上學期)	B2(下學期)
單元	認識植物(三上1)	種菜好好玩(三下1)	地球的伙伴-日月星辰(四上2)	生活中有趣的力(四下1)
活動1	植物與環境	菜園裡的菜	太陽月亮與星星	生活中的各種力
活動2	植物的身體	照顧蔬菜	多變的月亮	力的三要素
活動3	植物與生活	蔬菜長大了	月相變化與生活	浮力
單元	水中世界(四上3)	溫度影響物質的變化(三下2)	空氣和水(三上2)	磁鐵(三上4)
活動1	水生生物的生長環境	物質受熱的變化	生活中的空氣和水	磁力的探討
活動2	水生生物的外形與構造	溫度影響三態	空氣和水的特性	磁鐵的特性
活動3	愛護水域環境	溫度對生活的影響	流動的空氣	磁鐵與生活
單元	水的移動(四下3)	識識動物(三上3)	電路好好玩(四上4)	天氣特派員(三下3)
活動1	水怎麼移動	動物的身體	亮不亮有關係	認識天氣狀態
活動2	用水管裝水測水平	動物的運動	電路的串聯與並聯	觀測天氣
活動3	幫大水族箱換水	動物與生活	生活中的電	天氣與生活
單元	廚房中的科學(三下4)	昆蟲家族(四下2)	光和能源(四上1)	了解臺灣的環境(四下4)
活動1	認識調味品	認識昆蟲	光的行進方向	認識地表環境
活動2	菜汁變色了	昆蟲的一生	太陽與光源	變動的地表環境
活動3	溶解的現象	昆蟲與生活	節能減碳	地震與防災

翰林版

版本別	A1(上學期)	A2(下學期)	B1(上學期)	B2(下)學期)
單元	植物大發現(三上1)	快樂小農夫(三下1)	閃亮的天空(四上1)	生活中的力(四下1)
活動1	觀察植物	菜園大發現	一天的天空	力的作用
活動2	植物的莖	種植前的準備	月亮的位置	力的比較與表示
活動3	植物的葉與根	小農夫日記	月相的變化	力的傳送
活動4	植物的繁衍與資源永續			
單元	水域環境(四上2)	物質變變變(四上3)	風與空氣(三上2)	磁鐵好好玩(三上4)
活動1	認識水域環境	影響物質變化的因素	風力與風向	磁鐵的磁力
活動2	水生植物	溫度對物質的影響	奇妙的空氣	磁鐵的祕密
活動3	水生動物	酸與鹼對物質的影響	空氣、風、與生活	磁鐵在生活中的應用
活動4	珍惜水域環境			
單元	水的奇妙現象(四下2)	千變萬化的水(三下2)	聲光世界真有趣(四上4)	天氣停看聽(三下3)
活動1	連通管	毛細現象	聲音的產生與傳播	觀測天氣
活動2	虹吸現象	水的三態變化	光的直進與反射	氣象預報
活動3	引水裝置	水在生活中的應用	聲音和光的應用	季節與生活
單元	奇妙的溶解(三上3)	動物王國(三下4)	能源與電路(四下4)	變動的大地(四下3)
活動1	分辨物質的方法	動物的身體構造與功能	生活中的能源	我們的大地
活動2	物質在水中溶解了	動物的生存	燈泡亮了	地表的變化
活動3	溶解的應用	愛護動物	串聯和並聯	大地的災害
活動4			節約能源	

四、第二學習階段學生認知能力描述

第二學習階段，主要目的在引發學生學習自然科學的興趣，因此教材內容以接近學童生活周遭的事物為教科書編輯內容，讓學生能隨時隨地的透過想像力與好奇心去探索自然科學。第一學習階段的生活領域課程，對學生而言是對大自然初步的探索，無關實驗物品與器材的使用。但到了第二學習階段，實驗器材的正確使用方式、實驗室使用規定，讀懂實驗步驟並依照步驟進行實驗，看懂紀錄表並將結果準確記錄，學會測量的方式，開始用數據找出規律，並利用規律進行簡單的預測，看懂簡單的模型並用他來解釋科學現象，這些都是第二學習階段老師們應掌握的重點，供大家參考。



五、第二學習階段符合問題解決與思考智能的提問範例

108 課綱下自然科學領綱將「探究能力」視為自然科學學習的重要內涵，而探究能力又區分為「問題解決」與「思考智能」這兩個面向，它們也是教師進行探究教學、學生進行學習遷移的重要基石。雖說領綱對於「問題解決」與「思考智能」多有描述，但教師常無法察覺自己的提問是否精準含攝這兩個面向。本手冊特別依據 111 學年度各版本教科書第二學習階段的教材內容，將「問題解決」與「思考智能」的提問範例編纂成下表，教師可以參考使用。

問題解決	提問範例
觀察定題	<ul style="list-style-type: none"> ● 放在桌上的冰塊變小了，讓冰塊變小的原因可能是什麼？ ● 2 個星期後要進行校外教學。這裡有氣象局的資料，哪個日期最好？你是怎麼決定的？ ● 為了找出這個問題的可能答案，我們需要將大問題細分成許多小問題。我們該怎麼做？
計畫執行	<ul style="list-style-type: none"> ● 如何在校園中種植蔬菜？（包含選擇適當的種子、土壤，及灌溉栽培的執行） ● 從剛才的實驗中發現，用熱水加熱「套有氣球的錐形瓶」，氣球會變大。如果將熱水，改為冷水，會有什麼變化呢？ ● 如何利用桌上的實驗器材來進行實驗呢？要紀錄什麼？ ● 要如何驗證你的想法呢？
分析發現	<ul style="list-style-type: none"> ● 你會用哪種圖、表，來紀錄或呈現這些實驗後的數據呢？ ● 從磁鐵不同部位磁力大小的實驗中，你看到了什麼現象（趨勢）？ ● 你的想法和其他人有甚麼不同？ ● ○○同學和○○同學所說的意思一樣嗎？
討論傳達	<ul style="list-style-type: none"> ● 我們要如何將想法讓其他人知道呢？ ● 看看同學的表情，同學是不是沒有觀察到你看到的地方？我們怎麼做也能

讓他們觀察到呢？

- 實驗的結果，和課本第幾頁相關？生活中有無類似的經驗？
- 看（聽）過各組的報告後，哪一個問題較能涵蓋我們的疑問？哪種方法較能產出適當的證據？哪種結果與呈現方式較能說服我們？
- 要如何用說的、寫的或畫的方式，將整個實驗從頭到尾呈現出來呢？

思考智能

提問範例

想像創造

- 你們怎麼想到可以使用這些器材與方法來驗證呢？
- 如果我們縮得很小，像砂糖一樣一起進入水中，你會看到溶解後的砂糖，跑到哪裡去了？

推理論證

- 手動吸油泵是虹吸原理的應用嗎？你們的證據在哪裡？你是根據什麼理由或看（聽）到什麼而產生這種想法？這和課本第幾頁有關？
- 這杯鹽水攪拌後仍無法全部溶解，什麼原因會造成這樣的結果呢？請告訴我，讓你這樣想的理由。這個理由和課本第○頁的想法一樣嗎？
- 實驗的數據與規律，可以支持你的想法嗎？
- 為什麼會這樣想？可以用學過的科學知識支持你的想法嗎？
- 哪一組的實驗結果可以支持你的想法（主張）？請告訴我，讓你這樣想的理由。
- 在什麼條件下會有例外的情況呢？

批判思辨

- 砂糖和鹽都可以溶解在水中，為何這兩杯攪拌後仍無法全部溶解？請將你自己的想法寫出來。
- 宋代有一首詩「兒童急走追黃蝶，飛入菜花無處尋」，詩中兒童找不到蝴蝶的原因和竹節蟲的避敵原理一樣嗎？請用科學原理解釋你的想法。
- 你目前看（聽）到的，跟你學過或看過的哪裡不太一樣呢？
- 要如何驗證你的想法呢？
- 實驗的數據與結果，你認為是正確的嗎？跟你學過的科學原理一樣嗎？
- 實驗的結果，驗證你之前的想法了嗎？跟你學過的科學原理一樣嗎？

建立模型

- 這裡有一張不完整的「手電筒電路圖」，該如何讓圖更完美呢？如何用學到的科學名詞解釋這張圖呢？
- 動植物的外觀、行為與其生活環境有何關係呢？請試著將他們的關係說出來。
- 「將錐形瓶放入熱水中可以看到氣球變大，放到冷水中可以看到氣球變小」。如果你看得到氣體，在氣球變大、變小的過程中，錐形瓶和氣球裡面可能會看到什麼現象呢？請試著用文字或圖畫表達你的想法。
- 為什麼糖放到水中攪拌後會不見呢？請試著用課本的圖說明看看。
- 比較看看你的圖和其他同學的圖有什麼不同呢？哪些同學的想法比較相似呢？

參、教學活動設計

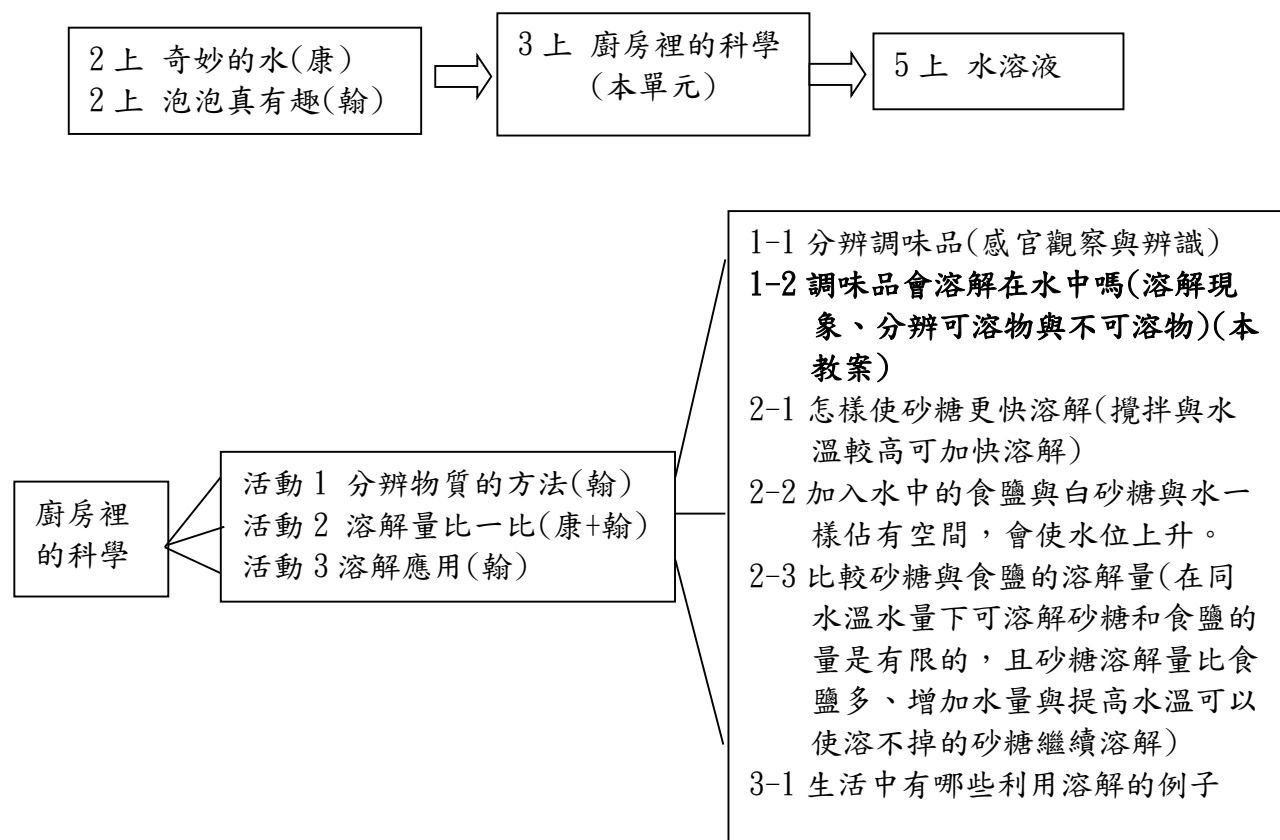
一、以混齡學生需求為設計理念的探究教學教案

在編輯理念中有敘明：「混齡教學『教師要以學生不同的學習條件與學習機會為前提，讓學生在教師們準備好的環境下，以自己的方式進行學習，在群體之中相互學習』（余曉雯，2021）」。因此「以學生不同的學習條件與學習機會」是混齡教案設計的重點。教師在設計教學活動時，要非常瞭解學生內部已有的差異，底下呈現的就是「以學生之能力現況，評估學生學習需求，再來選擇學習重點與規劃學習目標，以安排符合學生能力發展方向之學習活動」的探究教學教案設計。

領域/科目	自然科學	設計者	自然科學輔導團員
實施年級/班級	中年級混齡	總節數	共 9 節， 360 分鐘。 本教案於第 4 節實施
單元名稱	廚房裡的科學 (康軒+翰林)		

教材組織分析

一、本單元結構分析 (架構圖)



二、學生能力分析

本教案是從某國小中年級學生之能力現況(如下表所述)，評估出其學習需求，來選擇學習重點與規劃學習目標，以安排符合學生能力發展方向之學習活動。

分析向度	先備能力(能力現況)	學習需求(能力發展方向)
學習內容	C. 生活事物特性的探究與創新應用 C-I-1 事物特性與現象的探究。	自然界的組成與特性 (INa) 物質與能量 INa- II-3 物質各有其特性，並可以依其特性與用途進行分類。

學習表現	探究能力-問題解決	<p>計劃與執行</p> <ol style="list-style-type: none"> 學生正在學習透過閱讀課本的步驟進行實驗操作。 學生正在學習運用筆記記錄實驗結果。 <p>分析與發現</p> <p>學生正在學習聆聽與承接上一位同學的發言，提出自己的補充、修正或其它看法。</p>	<p>計劃與執行</p> <p>學生能透過課本中的步驟了解教師所提供的器材之使用方式。</p> <p>分析與發現</p> <p>學生能先比較與他人想法或結果相近與否，再來提出自己的想法或疑問。</p>
	探究能力-思考智能	<p>推理論證</p> <ol style="list-style-type: none"> 於二年級生活課，已能從現象的變化中推想原因，並進行試驗。 學生能勇於說明自己的推測想法，並於他人發表時，會看向發言者，聆聽習慣正在建立。 <p>批判思辨</p> <p>學生開始出現使用已學過的知識，面對教師提問的項目或原理進行比對或分辨的語言。</p>	<p>推理論證</p> <p>讓學生學習以課本內容作為論點，來說明自己的想法。</p> <p>批判思辨</p> <p>學生能運用自己所學所知來說明自己對於同學想法是否認同，並敘明理由。</p>

學習目標雙向細目表

*依學生能力分析設計學習目標

*學習表現中粗體+底線為選用的指標

學習表現		批判思辨	分析與發現
學習內容	學習目標	<p>tc-II-1</p> <p>能簡單*<u>分辨</u>或<u>分類</u>所觀察到的自然科學<u>現象</u>。</p>	<p>pa-II-2</p> <p>能從得到的*<u>資訊或數據</u>，<u>形成解釋</u>、得到解答、解決問題。並能將自己的探究結果和<u>他人的結果</u>（例如：來自老師）<u>相比較</u>，<u>檢查是否相近</u>。</p>
	學習目標	<ol style="list-style-type: none"> 學生(A)能從六種廚房調味品加入水中後的<u>溶解狀況</u>（<u>顆粒變小後消失不見</u>、<u>有顆粒沒有消失</u>）進行<u>分類</u>(C)，<u>區分</u>(B)成<u>可溶物與不可溶物</u>兩類(D)。 學生(A)能<u>比對課本中對溶解現象的描述</u>(C)(<u>顆粒變小後消失不見</u>、<u>有顆粒沒有消失</u>)，<u>作為可否溶解的判斷依準</u>，<u>說明</u>(B)調味品<u>可否溶解</u>(D)。 	<ol style="list-style-type: none"> 學生(A)能專注聆聽同學<u>分享可否溶解的判斷理由</u>(C)，<u>若有不同的想法</u>(D)，<u>提出疑問或意見</u>(B)。

一、本教案之學習目標採用學習者(Audience)、行為(Behavior or capability)、情境(Conditions)、標準(Degree)等四項 ABCD 要素來敘寫學習目標。

二、批判思辨教學法參照「國小自然科學教材教法(108課綱)」p67-73。

問題解決採取的探究層次	結構式探究	思考智能採取的教學法	批判思辨教學	
分組形式	三四年級混齡異質分組			
各節次學習活動設計重點				
節次	學習活動重點			
第 1~4 節	活動 1 分辨物質的方法 (4 節) 1-1 透過外觀和可否溶解於水中的方式來分辨調味品 1-2 瞭解溶解現象(本教案)			
第 5~8 節	活動 2 溶解量比一比 (4 節) 2-1 砂糖與食鹽可透過其溶解量(同水溫同水量)不同來分辨 2-2 量筒測量水量與刮成平匙的操作方法 2-3 加入水中的食鹽與白砂糖與水一樣佔有空間，會使水位上升。 2-4 讓無法溶解而沉澱的砂糖能繼續溶解的方法			
第 9 節	活動 3 溶解應用 (1 節)			
學習活動設計				
學習目標	問題解決的探究層次 (結構式探究) 流程	思考智能的 (批判思辨教學) 教學流程	教師提問	學習指導注意事項
3. 學生(A)能專注聆聽同學分享可否溶解的判斷理由(C)，若有不同的想法(D)，提出疑問或意見(B)。	觀察與定題 (教師給予 ^{*1}) 導入 1. 回顧之前下課前討論的問題 ^{*2} ：除了從調味品的外型去分辨外，課本還用了什麼方法分辨呢？ 2. 教師說明除了能透過感官(視、嗅、觸)的方式，從外型(顏色、氣味、粗細)分辨廚房中常見的六種調味品(白砂糖、二號砂糖、鹽、冰糖、黑胡椒粒、麵粉)外，課本還提到了加入水中的方式來分辨。 3. 教師導入今日的關鍵問題 Q1 ^{*3} 。	提供科學問題情境 ^{*4} 1. 教師在提供問題情境後，需讓孩子「 預測實驗結果與嘗試說明理由 」，並將預測與解釋寫下來，才能「 讓孩子的思考被看見 」，並且讓孩子有機會針對自己說出的答案提出合理的解釋 Q2。	Q1. 六種調味品可以用外型做第一次的分辨，現在若將調味品個別加入水中，會發生什麼變化呢？(問題解決) Q2. 對於六種調味品加入水中後會發生的變化，你的預測結果是什麼？(思考智能)	^{*1} 結構式探究在觀察與定題階段是由教師或教材或其他來源提供學習者問題，學習者需自己去洞察問題的意義。 ^{*2} 學生的學習開端來自同儕的提問(聆聽)。 ^{*3} Q1 的提問目的並非一定要獲得正確答案，除了作為接下來實驗觀察的問題意識外，也讓學生連結生活經驗，或之前用五官分辨調味品的紀錄，可能造成的迷思也一併提出來。

				*4 此處採取批判思辨教學法中三種提供科學問題情境中的「預測實驗結果並解釋」情境。
	<p>4. 教師發下觀察記錄表(附件一)，請學生根據生活經驗和先前觀察到的調味品外型，先預測六種調味品加入水中的變化(可否溶解)，回答關鍵問題 Q1，並與組內成員說明理由。</p> <p>(混齡分組：年紀較大或口語能力較佳的孩子可以先分享自己的想法與經驗，並作為討論的主持人，以引導其他孩子多樣的想 法與觀察)</p> <p>5. 回到團體與大家分享自己的預測與理由，讓組間*有彼此對話的機會。</p>	<p>產生解釋(假設)</p> <p>讓學生根據生活經驗和先前觀察而預測出的變化(可否溶解)結果，並與組內成員說明理由。這時可追問孩子，是否認同組員的想法，以引導孩子思考理由的正確性 Q3。</p> <p>(混齡分組：鼓勵班上口語表達較佳的孩子協助確認釐清他人想法)</p>	<p>Q3. 和同學們分享一下你這麼預測(分辨)的理由是什麼？你認同他的想法嗎？為什麼？你目前看(聽)到的，跟你學過或看過的哪裡不太一樣呢？(思考智能)</p>	* 給予組內組間同儕對話(預測理由)的機會，作為後續理解溶解現象的鷹架(串聯)。
	<p>計畫與執行 (教師給予*1)</p> <p>開展</p> <p>1. 確認各組*2 學生使用的溶解方式(操作步驟)及所需之器材 Q4，並提醒學生在實驗過程中仔細觀察調味品加入水中，經攪拌後在杯中的變化 Q5。</p> <p>2. 讓各組學生至實驗桌上拿取所需器材開始進行實驗。</p> <p>※教師則行間觀察記錄小組操作狀況及對話內容。</p> <p>3. 請各組學生將觀察結果記錄下來，並簡單整理一下器材及桌</p>	<p>驗證解釋(假設)</p> <p>讓學生返回*3 到課本確認器材使用方式、操作步驟與觀察向度 Q6，以確認驗證的方式是否正確。</p> <p>(混齡分組：引導年紀較大或認知能力較佳的孩子不斷確認現場的操作步驟與課本有無相同)</p>	<p>Q4. 你會如何使用桌上的器材來進行實驗呢？步驟是什麼？(問題解決)</p> <p>Q5. 我們可以觀察哪些事情，來幫助我們知道調味品加入水中後產生的變化？(問題解決)</p> <p>Q6. 要如何驗證你的想法呢？他的想法你認同嗎？與課本上的說明一樣嗎？(思考智能)</p>	<p>*1 結構式探究在計畫與執行階段仍由教師給予學習者步驟。</p> <p>*2 給予組間同儕對話(預測理由)的機會，作為後續理解溶解現象的鷹架(串聯)。</p> <p>*3 課本是讓孩子修正自己的語言接近科學用語的重要文本，要適時讓孩子返回課本以穩固科學概念。</p>

	<p>面。</p> <p>(混齡分組：1、鼓勵孩子組內自行分工，年紀較大的孩子可以協助分工。2、每位學生都要有紀錄表。書寫能力較佳或年紀較大的孩子完成後可協助他人完成)</p>			
<p>1. 學生(A)能從六種廚房調味品加入水中後的溶解狀況(顆粒變小後消失不見、有顆粒沒有消失)進行分類(C)，區分(B)成可溶物與不可溶物兩類(D)。</p> <p>2. 學生(A)能比對課本中對溶解現象的描述(C)(顆粒變小後消失不見、有顆粒沒有消失)，作為可否溶解的判斷依據，說明(B)調味品可否溶解(D)。</p> <p>3. 學生(A)能專注聆聽同學分享可否溶解的判斷理由(C)，若有不同的想法(D)，提出疑問或意見(B)。</p>	<p>分析與發現 (教師開放^{*1})</p> <p>挑戰</p> <p>1. 組間分享：請學生挑出自己預測錯誤和不確定的水溶液，觀察並說明杯內調味品在水中的溶解狀況^{Q7}^{*2}。</p> <p>2. 與全班針對該項調味品加入水中的變化，從課本的內容，一起討論是否溶解及其判斷依據，以了解溶解現象^{Q9}^{*4}，找到溶解的操作型定義。</p> <p>(混齡分組：以孩子的想法及語言為基礎，可先讓年紀小的孩子說說自己的想法，再由年紀較大或能力較好的孩子統整想法，引導孩子返回課本對照科學的描述方式，互相修正自己的解釋)</p>	<p>驗證解釋(假設)</p> <p>1. 學生分享實驗結果與想法時，教師要盡量讓孩子有比對正確性或合理性的機會^{Q8}^{*3}。 (混齡分組：串聯不同能力孩子的想法與觀察，搭建學習的鷹架)</p> <p>2. 在組間說明判斷依準時，同樣可再追問其他孩子，是否認同同學提出的判斷資訊，看孩子如何理解詮釋證據的有效性^{Q10}。 比對課本內容資訊，作為說明該項調味品是否為可溶物的證據^{Q11}^{*5}，找到溶解的操作型定義。</p>	<p>Q7. 經實驗，調味品加入水中後，發生了什麼變化呢？它溶解了嗎？(問題解決)</p> <p>Q8. 哪一個調味品加入水中後發生的變化，和你預測的狀況不同？如何不同？或者無法判斷？為什麼？(思考智能)</p> <p>Q9. 你怎麼判斷它是可溶解/不可溶解的？課本中哪裡有資訊可以證明你的判斷？(問題解決)</p> <p>Q10. 他的判斷資訊適合嗎？你認同嗎？為什麼？(思考智能)</p> <p>Q11. 經實驗後，這六種調味品哪些是可溶物？哪些是不可溶物？與課本內對可溶物與不可溶物的說明，結果一樣嗎？(思考智能)</p>	<p>^{*1} 結構式探究在分析與發現階段，教師會提示、給予學習者使用證據形成解釋的可能途徑，並給予學習者可能的連結，開放讓孩子運用證據形成自己的解釋。</p> <p>^{*2} Q7 目的在供教師了解學生對於溶解的初步觀察與想法。</p> <p>^{*3} 透過 Q8 讓學生將造成認知衝突的水溶液提出，多數會提麵粉、或冰糖。而最初預測的判斷理由，也可能會出現顆粒大小會影響可否溶解的迷思。</p> <p>^{*4} Q9 是引導學生返回課本，以形成溶解與否的解釋。</p> <p>^{*5} Q11 在引導孩子將觀察到各種調味品加入水中的變化差異現象，對照課本對溶解現象的描述，</p>

				形成分類的條件，以判斷六種調味品為可溶物/不可溶物(返回)。
<p>2. 學生(A)能比對課本中對溶解現象的描述(C)(顆粒變小後消失不見、有顆粒沒有消失)，作為可否溶解的判斷依準，說明(B)調味品可否溶解(D)。</p>	<p>討論與傳達 (教師開放^{*1})</p> <p>總結</p> <p>1. 從實驗結果與課本內容形成溶解的操作型定義 Q14，以分類同學們提出實驗結果與預測不符或難以判斷的物質可否溶解的調味品。</p> <p>2. 回到今日課堂關鍵問題 Q1，教師引導學生依課本內容完整回答問題。</p> <p>3. 詢問學生是否還有其他問題，作為下堂課的開端。</p> <p>※如果學生沒有其它疑問，由教師準備：白砂糖與食鹽仍無法分辨，還有沒有別的辨別方法呢？(溶解量)</p> <p>--- 【本節結束】 ---</p>	<p>統整活動</p> <p>1. 讓學生比對課本內容，歸納出判斷可溶物與不可溶物的準則，並以這些準則分辨六種調味品的水溶性屬性 Q12^{*2}。仍可追問 Q13 以了解孩子評估準則適切性的能力。</p> <p>2. 留下 3~5 分鐘讓學生以文字反省自己當初的預測理由與驗證解釋後的理由兩者間的差異，察覺運用科學理論可以預測結果 Q15。</p>	<p>Q12. 這六種調味品你要如何分辨哪些是可溶物？哪些是不可溶物？(思考智能)</p> <p>Q13. 認同同學的分辨準則嗎？分辨項目與準則與課本相同嗎？(思考智能)</p> <p>Q14. 聽過大家對於課本內容與實驗結果的說明後，同學們提出的麵粉和冰糖(可替換成當堂學生疑惑或產生迷思的調味品)，應該可以觀察哪個現象來判斷是哪一種性質(可溶/不可溶)？(問題解決)</p> <p>Q15. 實驗的結果，驗證你之前的預測了嗎？跟你學過的科學原理一樣嗎？(思考智能)熟悉科學原理，可以幫助我們預測科學現象嗎？請將自己的反省寫下來。(問題解決)</p>	<p>^{*1} 結構式探究在討論與傳達階段會給予學習者廣泛的指導以學習如何交流，讓學習者表達說明的機會。</p> <p>^{*2} Q12 引導孩子整合課本知識與實驗結果，解釋可溶物與不可溶物的分類類目，並描述該類物質的特性，以能將六種調味品正確分類並說明原由(返回)。</p>

二、以混齡學生需求，並納入「學校特色」為設計理念的探究教學教案

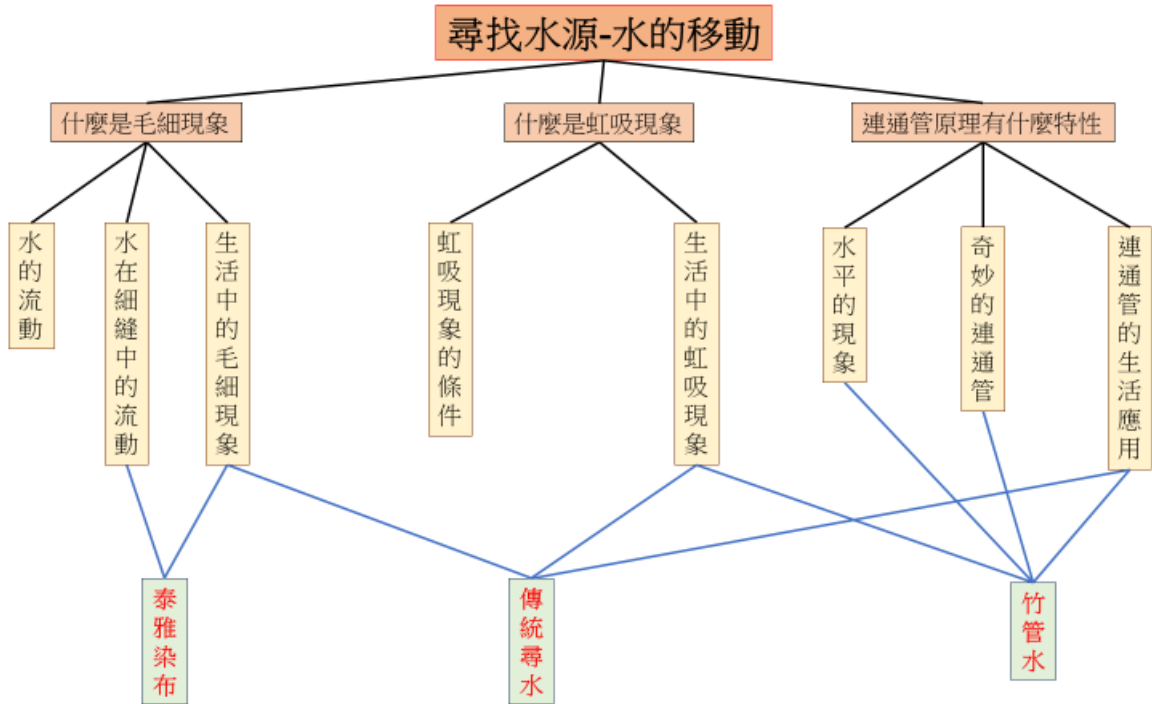
十二年國民基本教育自然科學領綱，在「附錄二議題適切融入領域課程綱要」中特別提到：各領域課程設計應適切融入性別平等、人權、環境、海洋、品德、生命、法治、科技、資訊、能源、安全、防災、家庭教育、生涯規劃、多元文化、閱讀素養、戶外教育、國際教育、原住民族教育等議題。各領域/科目可發揮課程與教學之創意與特色，依需求適時融入，不受限於上述議題。

綜上所述，學校可依學生特質、需求、學校社區環境特色、資源為思考點融入自然科學領域進行教學。底下呈現的就是「以學生之能力現況，評估學生學習需求，選擇學習重點與規劃學習目標，再來融入原民傳統山林智慧後，才安排符合學生能力發展的探究教學教案設計。

領域/科目	自然科學	設計者	自然科學輔導團員
實施年級/班級	中年級混齡	總節數	共 9 節， 360 分鐘。 本教案於第九節實施
單元名稱	山林智慧尋找水源-水的移動(康軒+自編)		

教材組織分析

一、本單元結構分析 (架構圖)



二、學生學習能力分析

本教案由實驗小學中年級學生之能力現況(如下表所述)，評估出其學習需求，來選擇學習重點與規劃學習目標，以安排符合學生能力發展方向之學習活動。

分析向度	先備能力(能力現況)	學習需求(能力發展方向)
學習內容	自然界的組成與特性 (INc) 系統與尺度 INc-II-5 水和空氣可以傳送動力讓物體移動。 INc-II-6 水有三態變化及毛細現象。	自然界的組成與特性 (INb) 構造與功能 INb-II-3 虹吸現象可用來將容器中的水吸出；連通管可測水平。

<p>學習 表現</p>	<p>探究能力- 問題解決</p>	<p>觀察與定題</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生正學習能從傳統日常經驗，觀察可能的科學現象。 2. 學生正學習閱讀與收集相關的文化資訊含其他部落或族別相關科學應用。 <p>分析與發現</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生正在學習如何透過實驗操作，分析科學原理。 2. 學生正在學習聆聽與分析同學間所發表的科學原理。 	<p>觀察與定題</p> <p>學生需要將傳統的文化經驗閱讀與整合其中可能具有的科學現象，整合思考並提出問題。</p> <p>分析與發現</p> <p>學生需要從實驗操作中得到的資訊，瞭解傳統文化如何透過科學原理解決問題。學生需要與他人分享與比較彼此的結果。</p>
	<p>探究能力- 思考智能</p>	<p>推理論證</p> <p>學生正學習由觀察與紀錄中，發現較特別之處，並推測這些特別的地方的意義。</p> <p>批判思辨</p> <p>學生正學習利用已學過的科學知識與原理，思考日常生活中有什麼類似科學知識與原理。</p>	<p>推理論證</p> <p>以課程內容作為論點，學生需要觀察傳統文化中所具有的科學原理，並能說出自己的想法。</p> <p>批判思辨</p> <p>學生需要透過實驗的操作與思考，透過觀察傳統文化與自然科學現象的關係，來學習如何用科學理論解釋科學現象，並說出自己的解釋與他人解釋的差異。</p>

學習目標雙向細目表(粗體+底線為選用的指標)

學習內容	學習表現	pa-Ⅱ-2 <u>能從得到的資訊或數據</u> ，形成解釋、得到解答、 <u>解決問題</u> 。並能將自己的探究結果和他人的結果(例如：來自老師) <u>相比較，檢查是否相近</u> 。	tr-Ⅱ-1 <u>能知道觀察、記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</u> 。
	學習目標		
INb-Ⅱ-3 虹吸現象可用來將容器中的水吸出； <u>連通管可測水平</u> 。		<p>1. 學生(A)能透過聆聽耆老引水的傳統山林智慧(C)，推斷(B)中空竹管相互連接才是連通管原理的應用，剖半竹管無法形成連通管(D)。</p> <p>2. 學生(A)能在組內與組間(C)說明(B)中空竹管相互連接是連通管原理的應用(D)；水在水管或是底部相通的容器內流動，當水靜止時，水面會保持相同高度(D)，並比較(B)出自己與他人說法的差異。</p>	<p>3. 學生(A)能透過連通管實驗(C)，指出(B)運用連通管原理，可以將上游的水源透過竹管引入地勢較低的營地內，竹管內的水可以由下往上流動不受山地地形的限制(D)。</p>
問題解決採取的探究層次	結構式探究與 STS 教學	思考智能採取的教學法	推理論證教學法

- 一、本教案之學習目標請採用學習者(Audience)、行為(Behavior or capability)、情境(Conditions)、標準(Degree)等四項 ABCD 要素來敘寫學習目標。
- 二、因為採取結構式探究，所以教師會直接提供觀察情境，給予題目、提供或暗示計畫、實驗步驟。分析發現、討論傳達這兩項將由學生自行進行。
- 三、因為結合原民傳統山林智慧與科學有關之問題為主題，讓學生自己主動進行問題解決，因此這也是 STS (Science-Technology-Society, 科學-技學-社會) 教學，而教師主要站在指導者的立場，指導學生學習。
- 四、推理論證教學法參照「國小自然科學教材教法(108 課綱)」p73-77。

各節次學習活動設計重點

節次	學習活動重點
第 1~3 節	活動 1 什麼是毛細現象 (3 節) 1-1 認識毛細現象 1-2 毛細現象在生活中的應用
第 4~6 節	活動 2 什麼是虹吸現象 (3 節) 2-1 認識虹吸現象 2-2 虹吸現象在生活的應用
第 7~9 節	活動 3 什麼是連通管原理 (3 節) 3-1 認識連通管原理 3-2 連通管原理生活的應用 3-3 尋找水源-水的移動(本教案)

學習活動設計

學習目標	問題解決的探究層次 (結構式探究) 流程	思考智能的 (推理論證教學) 教學流程	教師提問	學習指導注意事項
<p>學生 (A) 能透過聆聽耆老引水的傳統山林智慧 (C)，推斷 (B) 中空竹管相互連接才是連通管原理的應用，剖半竹管無法形成連通管 (D)。</p>	<p>觀察與定題 (教師給予^{*1})</p> <p>導入</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師提供結合社會文化重要問題與對學生本身有意義的問題作為教學的組織，並給予題目。 2. 利用 googlemap，認識福山地區的水文。 3. 介紹傳統的地名與地名命名的由來 4. 介紹現今水是如何運送到學校或家裡。 - 自來水廠與水管的介紹 5. 介紹早期日治時代水的運送。 - 福山水圳的開通與目的 6. 介紹在更早期時竹管水的利用。 7. 提供情境現在有一個部落需要引水，請您試著利用竹管，將水源的水引入部落中。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師在介紹完竹管水的利用後，要引導學生思考竹管水會成為連通管的重要因素是什麼。然後教師需要將學生的思考，利用說、寫等方式「被看見」，讓孩子有機會針對科學現象提出合理的解釋。 2. 這些被看見的思考，不能僅存於教師與發表的學生間；教師需要讓全班的學生共同評估這些思考是否合理。 (混齡分組：以孩子的想法及語言為基礎，可先讓年紀小的孩子說說自己的想法，再由年紀較大或能力較好的孩子統整想法，引導孩子返回課本對照科學的描述方式，互相修正自己的解釋) 3. 教師實施推理論證教學，需要不斷的讓學生尋找「主張」的理由，尋找從哪看出來的？ <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD A((理由)) -- 因為 --> B((資料)) B --> C((主張)) </pre> </div>	<p>Q1. 福山地區的河川有哪幾條，請說說看？(問題解決)</p> <p>Q2. 各種形式的竹管皆可以形成連通管嗎？(問題解決)</p> <p>Q3. 和同學們分享你這麼思考的理由是什麼？你認同他的想法嗎？為什麼？你目前看(聽)到的，跟你學過或看過的哪裡不太一樣呢？(思考智能)</p> <p>Q4. 說說看為什麼只有中空竹子接管會有連通管的現象？(問題解決)</p> <p><small>連通管原理適用於哪一種方式的竹管裡呢？</small></p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Q5. 你們的證據在哪裡？你是根據什麼理由或看(聽)到什麼而產生這種想法？這和課本第幾頁有關？(思考智能)</p> <p>Q6. 你要如何將上游的水源透過竹管將水往上流，引入營地內？(問題解決)</p>	<p>^{*1} 結構式探究在觀察與定題階段是由教師或教材或其他來源提供學習者問題，學習者需自己去洞察問題的意義。</p>

		<p>簡易版的論證架構 (Toulmin, 1958)</p> <p>(混齡分組：鼓勵班上口語表達較佳的孩子協助確認釐清他人想法)</p>		
<p>學生 (A) 能在組內與組間 (C) 說明 (B) 中空竹管相互連接是連通管原理的應用 (D)；水在水管或是底部相通的容器內流動，當水靜止時，水面會保持相同高度 (D)，並比較 (B) 出自己與他人說法的差異。</p>	<p>計畫與執行 (教師給予^{*1})</p> <p>開展</p> <p>1. 讓學生利用 iPad 畫出如何利用竹管水將水源引入部落中。</p> <p>2. 以學生繪製的想法為基礎，提供實驗用具，讓學生以課本連通管實驗為基礎，實際進行模擬竹管送水實驗。</p> <p>(1) 進行一邊加水實驗。</p> <p>(2) 進行改變其中一邊高度實驗。</p>	<p>1. 教師邀請學生進行模擬竹管送水實驗，需讓學生理解「為什麼實驗要這樣設計？」，「這樣設計的理由是想證明什麼？」讓學生對實驗產生連結。</p> <div data-bbox="662 705 965 884" data-label="Diagram"> <pre> graph LR A(資料) --> B(主張) C(理由) --- B style C fill:none,stroke:none </pre> </div> <p>簡易版的論證架構 (Toulmin, 1958)</p> <p>(混齡分組：以孩子的想法及語言為基礎，可先讓年紀小的孩子說說自己的想法，再由年紀較大或能力較好的孩子統整想法，引導孩子返回課本對照科學的描述方式，互相修正自己的解釋)</p>	<p>Q7. 這裡有 iPad，請畫出「你要如何將上游的水源透過竹管將水往上流，引入營地內？」(問題解決)</p> <p>Q8. 你會如何使用桌上的器材來進行實驗呢？你清楚老師給你的步驟是什麼嗎？(問題解決)</p> <p>Q9. 課本上的兩個實驗，和我們竹管水的題目有相關嗎？你們的證據在哪裡？你是根據什麼理由或看(聽)到什麼而產生這種想法？這和課本第幾頁有關？這和老師 PPT 上第幾張的簡報有關？(思考智能)</p> <div data-bbox="997 1321 1284 1523" data-label="Image"> </div>	<p>^{*1} 結構式探究在計畫與執行階段仍由教師給予學習者步驟。</p>

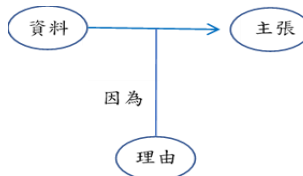
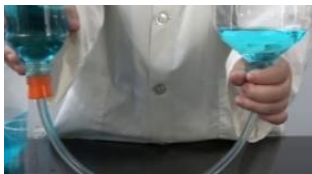
學生 (A) 能在組內與組間 (C) 說明 (B) 中空竹管相互連接是連通管原理的應用 (D)；水在水管或是底部相通的容器內流動，當水靜止時，水面會保持相同高度 (D)，並比較 (B) 出自己與他人說法的差異。

分析與發現

(教師開放^{*1})

挑戰

1. 老師邀請學生將實驗結果紀錄在習作或筆記本上。
2. 請學生說出實驗結果呈現的規律，以及這個實驗與竹管送水的關係。



簡易版的論證架構 (Toulmin, 1958)

(混齡分組：以孩子的想法及語言為基礎，可先讓年紀小的孩子說說自己的想法，再由年紀較大或能力較好的孩子統整想法，引導孩子返回課本對照科學的描述方式，互相修正自己的解釋)

Q10. 兩個底部相通的容器加水後，水面一樣高嗎？(問題解決)

Q11. 改變其中一個容器的高度，水面會有什麼變化？(問題解決)

Q12. 這是利用什麼原理製造出來的結果？用這個原理可以讓水往上流嗎？為什麼會這樣想？可以用學過的科學知識支持你的想法嗎？(思考智能)

^{*1} 結構式探究在分析與發現階段，教師會提示、給予學習者使用證據形成解釋的可能途徑，並給予學習者可能的連結，開放讓孩子運用證據形成自己的解釋。

學生 (A) 能透過連通管實驗 (C)，指出 (B) 運用連通管原理，可以將上游的水源透過竹管引入地勢較低的營地內，竹管內的水可以由下往上流動不受山地地形的限制 (D)。

討論與傳達

(教師開放^{*1})

總結

1. 從實驗結果與竹管水智慧、課本上的連通管原理相比較，邀請學生將研究結果用自己的文字、圖畫或簡單的模型在自己的筆記上做說明。
2. 回到今日課堂關鍵問題「要如何將上游的水源透過竹管將水往上流，引入營地內？」，教師引導學生分別在組內、組間依課本內容完整回答問題。
3. 留下 3~5 分鐘讓學生以文字反省自己實驗前後的解釋，察覺運用科學理論可以完整解釋科學現象。

--- 【本節結束】 ---

1. 讓學生比對課本內容，歸納出「將上游的水源透過連通管原理，可以使用竹管將水往上流，引入營地內」。

Q13. 實驗結果，能用來解釋竹管水現象嗎？你們的證據在哪？你是根據什麼理由或看 (聽) 到什麼而產生這種想法？這和課本第幾頁有關？這和老師 PPT 上第幾張簡報有關？(思考智能)

Q14. 認同同學的說法嗎？他的說法運用到課本的哪幾頁？(思考智能)

Q15. 總結一下：要如何將上游的水源透過竹管將水往上流，引入營地內？

Q16. 熟悉科學原理，可以幫助我們完整的解釋科學現象嗎？請將自己的反省寫下來。(問題解決)

^{*1} 結構式探究在討論與傳達階段會給予學習者廣泛的指導以學習如何交流，讓學習者表達說明的機會。

