國小自然科學領域的素養導向教學與評量：以水溶液酸鹼概念為例

陳文正 [1]、陳健忠 [2,*]

[1] 花蓮縣光復鄉大興國民小學； [2,*]宜蘭縣頭城鎮二城國民小學

*Email：s835062@tmail.ilc.edu.tw

■ 前言

自 113 學年度起，國小自然科學領域已經全面實施 108 課綱的新課程，相較過去的九年一貫課程，新課綱有不少調整之處，有些將原本安排在國中階段的學習內容移到國小階段，例如：能量、粒子概念…等；有些則是將原本安排在國小高年級的學習內容調整至中年級，例如：聲音…等。其中，比較特別的是有些科學概念同時出現在國小階段的中高年級自然課本單元裡，本文探討的水溶液酸鹼概念就是屬於這一類的調整。過去，水溶液酸鹼概念只出現在國小高年級的課本單元，在 108 課綱實施後，水溶液酸鹼概念被安排在國小中高年級的不同單元裡，這樣的調整可能會讓國小自然老師感到疑惑，如果可以瞭解課程調整的原因及不同年段的水溶液酸鹼概念教學重點，應有助於國小自然老師的課室教學。本文主要在探討國小自然科學領域的水溶液酸鹼性單元之教學與評量，首先，分析新舊課綱在不同年段水溶液酸鹼概念的內容安排；接著，提出一個水溶液酸鹼概念的探究活動教學設計；最後，說明素養導向的水溶液酸鹼概念評量設計案例。

■ 國小自然科學領域酸鹼概念相關單元的內容分析

一、國小中年級水溶液單元酸鹼概念的學習內容

過去的九年一貫課程的綱要中，安排國小中高年級的學生都要學習有關水溶液酸鹼的主題，其中，「自然與生活科技」學習領域教材內容細目的次主題 226 就是「酸、鹼、鹽」，這個次主題的學習內容包括「常見食物的酸鹼性/2a.能利用氣味、觸覺、味覺簡單區分常見食物的酸鹼性。」若以 108 課綱實施前一年的 109 學年度三個坊間常見書商(K 版、H 版、N 版)編排的國小教科書來看，各版本都將水溶液的單元安排在三年級上學期，整理如表 1 所示。

從表 1 的內容來看，各版本設計的課本內容大致以「溶解、溶解量及影響溶解量的因素」

等概念為主，過程技能皆著重「觀察、辨別、測量、記錄、比較」等能力，換言之，九年一貫課程綱要的教材細目僅安排學生做到「能透過氣味、觸覺、味覺簡單區分常見食物的酸鹼性」，然而相關的能力指標並未要求學生有關酸鹼的概念理解（教育部，2012），在此脈絡之下，教科書商在編輯國小中年級的自然課本時，有關酸鹼的概念學習，大多聚焦在使用嗅覺和味覺等感官來區分各種食物具有的不同酸鹼氣味和味道；在過程技能方面，則希望培養學生具備觀察、辨別、測量、記錄、比較等相關能力。值得注意的是，在九年一貫時期的國小中年級自然課本內容設計，並未涉及水溶液酸鹼的相關概念。

表 1 九年一貫課程中年級水溶液單元學習內容一覽表

教科書版本	K 版	H 版	N 版
單元名稱	廚房裡的科學 三上第四單元	溶解 三上第四單元	溶解 三上第四單元
活動內容	活動一、廚房調味師 活動二、溶解量比一比 活動三、生活中的溶解應用	活動一、食鹽在水中溶解了 活動二、溶解高手 活動三、溶解的應用	活動一、溶解的現象 活動二、可以溶解的量 活動三、生活中溶解的例子
科學概念	溶解、溶解量 影響溶解量的因素	溶解、溶解量 影響溶解量的因素	溶解、溶解量 影響溶解量的因素
過程技能	觀察、辨別、測量、記錄、比較	觀察、辨別、測量、記錄、比較	觀察、辨別、測量、記錄、比較

再來看 108 課綱的國小中年級學習內容，「水溶液酸鹼概念」安排在「交互作用」的次主題中，學習內容為「INe-II-4 常見食物的酸鹼性有時可利用氣味、觸覺、味覺簡單區分，花、菜葉會因接觸到酸鹼而改變顏色」，要求學生能利用嗅覺、觸覺、味覺簡單區分常見食物，例如：常見調味料的酸鹼性，並觀察以花卉、菜葉所萃取的汁液接觸酸鹼之變色，進而認識物質會因接觸不同的環境而改變。若以 108 課綱實施後的 113 學年度 K 版、H 版及 N 版的國小教科書來看，各版本在中年級有關水溶液酸鹼的單元安排整理如表 2 所示。

以表 2 的內容所示，K 版和 N 版仍維持九年一貫時期的設計，將水溶液酸鹼概念安排在三年級的學習單元，要求學生在該單元學習「辨別粉末、溶解、溶解量、水溶夜酸鹼及酸鹼指示劑的變化規則」等概念。有別於其他兩個版本，H 版教科書則是將水溶液酸鹼概念單元安排在四年級，要求學生學習「交互作用、影響物質變化的因素、水溶夜酸鹼及酸鹼指示劑的變化規則」等概念。三個版本的單元活動設計，皆透過實作活動來培養學生「觀察、辨別、測量、記錄、比較及分類」等過程技能。值得一提的是，K 版教科書在該單元的活動三，要

求學生利用材料特性辨別材料的學習任務，讓學生針對未知粉末進行觀察及測試，再從粉末的顏色、氣味、味道、溶解性、溶解於水後的酸鹼等特性，推理並舉證說明未知粉末的種類，此學習任務著重於培養推理、論證的能力，相當符合 108 課綱自然科學領域綱要的學習表現內涵(教育部，2018)。

表 2 108 課綱中年級水溶液單元學習內容一覽表

教科書版本	K 版	H 版	N 版
單元名稱	廚房裡的科學 三上第四單元	物質變變變 四上第三單元	廚房裡的科學 三下第四單元
活動內容	活動一、如何辨認廚房裡的材料 活動二、如何辨認水溶液的酸鹼 活動三、如何利用材料特性辨別材料	活動一、影響物質變化的因素 活動二、溫度對物質的影響 活動三、酸與鹼對物質的影響	活動一、認識廚房裡的材料 活動二、物質能溶解的量 活動三、菜汁變色了
科學概念	溶解、溶解量、 影響溶解量的因素、 水溶液的酸鹼性、 酸鹼指示劑的變化規則	交互作用、因素、變化、 物質型態變化、 水溶液的酸鹼性、 酸鹼指示劑的變化規則	溶解、溶解量 影響溶解量的因素、 水溶液的酸鹼性、 酸鹼指示劑的變化規則
過程技能	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、推理、論證	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類

依據 108 課綱自然科學領域綱要的內涵，國小中年級自然課程設計以探索科學現象為主軸(教育部，2018)，教學時要先安排學生以嗅覺、觸覺、味覺五官經驗來區分常見食物的酸鹼性，偏向個人五官經驗觀察層次的學習。接著，再導入溶解及酸鹼性概念，讓學生知道透過溶解現象與酸鹼指示劑的顏色規則可區分食物或調味料，著重於測量與自然現象複製性層次的學習。考量市售手搖飲料的普及化，許多含蝶豆花或薰衣草茶、紫色高麗菜沙拉及其他食材在產製及烹煮過程都有顏色變化過程，也是學生經常觀察到的現象，因此，有關酸鹼指示劑的顏色規則可由蝶豆花、薰衣草茶或紫色高麗菜汁等導入，除了能更貼近學生的生活經驗之外，也可協助學生發現許多食物在不同酸鹼的環境中會有顏色變化。總結來說，國小中年級自然科學領域的教學，教師要透過探究過程來引導學生，理解有一些食物或調味料在酸鹼環境會產生顏色變化，透過測試與觀察這個特性，可用來辨別、分類及認識生活中的不同物質。

二、國小高年級水溶液單元酸鹼概念的學習內容

如前所述，雖然九年一貫課程在國小中高年級皆安排學生學習有關水溶液酸鹼的主題，但是 K 版、H 版及 N 版教科書只在國小高年級安排學生學習水溶液酸鹼的概念。在「自然與生活科技」學習領域之教材內容細目中，次主題 121 就是「物質的形態與性質」，這個次主題的學習內容包括「探測物質的性質/3a.實驗發現物質性質各自不同(例如有的易導電有的不易；有的易導熱有的不易；水溶液的酸鹼性)。」另外，次主題 226 就是「酸、鹼、鹽」，內容包括「物質的酸鹼性及酸鹼指示劑/3a.能知道及區辨常用酸鹼物質的特性，及其在生活上的應用。3b.由實驗瞭解鹽類溶於水的酸鹼性與酸鹼鹽的操作型定義。3c.由實驗知道生活中有些花卉菜葉會因接觸酸鹼的環境而改變顏色。3d.能運用指示劑觀察酸、鹼溶液混合的酸鹼性變化)。」若以 108 課綱實施前一年 109 學年度 K 版、H 版及 N 版的國小教科書來看，各版本在高年級水溶液酸鹼的單元安排整理如表 3 所示。

表 3 九年一貫課程高年級水溶液單元學習內容一覽表

教科書版本	K 版	H 版	N 版
單元名稱	水溶液 五上第三單元	水溶液 五下第二單元	水溶液的性質 五下第三單元
活動內容	活動一、溶解現象 活動二、水溶液的酸鹼性 活動三、水溶液的導電性	活動一、溶解在水中的物質 活動二、水溶液的酸鹼性 活動三、水溶液的導電性	活動一、各種水溶液 活動二、水溶液的酸鹼性 活動三、水溶液的導電性
科學概念	水溶液、溶質、溶劑 水溶液酸鹼性的定義、 酸鹼指示劑、酸鹼作用、 水溶液的導電性	水溶液、溶質、溶劑 水溶液酸鹼性的定義、 酸鹼指示劑、酸鹼作用、 水溶液的導電性	水溶液、 水溶液酸鹼性的定義、 酸鹼指示劑、酸鹼作用、 水溶液的導電性
過程技能	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行

從表 3 的內容來看，各版本課本內容大致以「水溶液、水溶液酸鹼的定義，酸鹼指示劑、酸鹼作用、水溶液的導電性」等概念為主，過程技能皆著重「觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行」等能力，符合九年一貫課程能力指標「認識物質/2-3-3-3 探討物質的溶解性質、水溶液的導電性、酸鹼性、蒸發、擴散、脹縮、軟硬等。」的要求 (教育部，2012)，直言之，K 版、H 版及 N 版的有關酸鹼概念的內容設計，聚焦於「理解水溶液酸鹼的定義」，亦即學生必須理解並熟悉常見酸鹼指示劑顏色變化的規則，並且能夠使用這些顏色變化規則去測量各種水溶液的特性，驗證不同水溶液具有「酸性、中性、鹼性」的特性。

接著來看 108 課綱高年級的學習內容，「水溶液酸鹼概念」的學習安排在「物質與能量」

及「交互作用」的次主題中，在學習內容「INa-III-2 物質有不同性質，有些性質會隨溫度而改變。」、「INe-III-2 物質的形態與性質可因燃燒、生鏽、發酵、酸鹼作用等而改變或形成新物質，這些改變有些會和溫度、水、空氣、光等有關。改變要能發生，常需要具備一些條件。」及「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。」等部份皆與水溶液酸鹼概念有關。另外，在 108 課綱學習內容的說明中也提到，高年級學生學習此主題時，應知道並區辨常用酸鹼物質的特性，認識生活中常見鹽類溶於水的酸鹼性，也會使用實驗室常用的指示劑及試紙，檢驗鹽水與小蘇打水的酸鹼性質，並選用或自製合適的酸鹼指示劑來測定各種水溶液或混合溶液的酸鹼性。若以 108 課綱實施後 113 學年度 K 版、H 版及 N 版的的國小教科書來看，各版本在高年級有關水溶液酸鹼的單元安排整理如表 4 所示。

表 4 108 課綱高年級水溶液單元學習內容一覽表

教科書版本	K 版	H 版	N 版
單元名稱	水溶液 六上第二單元	神奇的水溶液 五上第二單元	水溶液 五上第三單元
活動內容	活動一、物理溶解後消失了嗎 活動二、水溶液可以導電嗎 活動三、水溶液的酸鹼性可以改變嗎	活動一、水溶液中的物質 活動二、水溶液的酸鹼性 活動三、水溶液的導電性	活動一、溶解現象 活動二、水溶液的酸鹼性 活動三、水溶液的導電性
科學概念	溶解、溶質、溶劑、物質型態變化、水溶液的導電性、水溶液酸鹼性的定義、酸鹼指示劑、酸鹼作用	溶解、溶質、溶劑、物質型態變化、水溶液酸鹼性的定義、酸鹼指示劑、酸鹼作用、水溶液的導電性	溶解、溶質、溶劑、物質型態變化、水溶液酸鹼性的定義、酸鹼指示劑、酸鹼作用、水溶液的導電性
過程技能	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行	觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行

從表 4 內容來看，在 108 課綱實施後，K 版、H 版及 N 版的教科書內容設計和九年一貫時期相似程度高，都是以「水溶液、水溶液酸鹼的操作型定義，酸鹼指示劑、酸鹼作用、水溶液的導電性」等概念為主，過程技能也著重「觀察、辨別、測量、記錄、比較、分類、規劃執行」等能力的培養。換言之，國小高年級有關水溶液酸鹼概念的學習，強調水溶液酸鹼性定義的理解，要求學生熟悉酸鹼指示劑顏色變化的規則，並能進一步利用顏色變化規則去測量各種水溶液的特性，以瞭解不同水溶液具有「酸性、中性、鹼性」的特性。

綜合以上，國小自然教師在進行水溶液酸鹼概念相關單元的教學時，中年級的教學重點

應強調「認識物質」，有些物質在酸鹼環境會產生不同顏色的變化，透過測試與觀察這些特性，可以用來分類不同物質；而高年級的教學重點則應聚焦在「利用酸鹼指示劑來定義水溶液的酸鹼」，以及「製作並操作常見的酸鹼指示劑」來測量單一水溶液或混合溶液的酸鹼。

■ 國小自然科學領域水溶液酸鹼概念的探究學習活動設計

探究是近代科學教育主流的教學策略與學習內容，也是 108 課綱自然科學領域綱要強調的重點之一（教育部，2018），關於探究的定義，不同學者的看法互異，簡言之，探究是一個形成科學議題、科學舉證、解釋科學現象的過程（OECD, 2008），在探究的歷程中，學習者必須針對一個問題來規劃解決的流程以及選定適合的器材，接著再實際操作和記錄，然後再依據自己理解的科學知識來解釋記錄，並且建構出主張來回答問題，最後再向同儕分享自己的成果（NRC, 2000），上述有關探究歷程的說明，符合 108 課綱所強調的學生應具備之素養，所以，國小自然課室採取探究學習的活動設計，應可視為一種素養導向的教學型態。

近年來，科學教育專家們已逐漸改變有關自然課室裡「實作活動(hands-on activity)」的看法，從「安排實作活動可直接提升學習者的科學概念」轉變為「實作活動必須搭配討論與發表(minds-on)才能協助學習者建構科學概念」(Webb, 2010)，換言之，在國小自然課設計探究學習活動，除了強調實作之外，學生小組間的討論與發表活動也很重要。儘管文獻上說明探究教學有助於學童的科學學習，然而，考量教學時間不足、課程進度壓力及教學現場無法配合等因素，多數的自然教師仍未選擇在一般課室裡實施探究教學，讓教學現場仍呈現「教師主導」的教學情境(Duschl & Osborne, 2002)，主要原因在於教師對教科書的依賴，及不知道該如何實施探究教學(Anderson, 2002)。

有關探究教學的架構，以 5E 學習環探究教學 (5E learning cycle) (Trowbridge & Bybee, 1990)最為人所熟知，這個架構共有五個階段，分別是「參與」(Engagement)、「探索」(Exploration)、「解釋」(Explanation)、「精緻延伸」(Elaboration)、「評鑑」(Evaluation)。然而，「探究教學」也有不同實施層次的設計，例如：Hegarty-Hazel(1986)所提出自然課室裡的探究活動層次(The Levels of Openness of Inquiry in Laboratory Activities)，內容如表 5 所示。

表 5 考慮器材的探究活動開放程度分類表

等級	問題	實驗器材	操作步驟	實驗結果	探究層次
0	提供	提供	提供	提供	驗證式實驗
1	提供	提供	提供	開放	結構式(食譜)探究

2a	提供	提供	開放	開放	引導式探究
2b	提供	開放	開放	開放	引導式探究
3	開放	開放	開放	開放	開放式探究

在 Hegarty-Hazel(1986)提出的架構裡，依據老師是否提供學生「探討問題」、「實驗器材」、「操作步驟」及「實驗結果」等項目，將自然課室的實作活動分成 0~3 個等級探究活動，數字越大表示探究層次越高。以探究活動「等級 0」為例，如果老師提供學生探討的問題、實驗器材、操作方法與步驟以及實驗答案，學生只需依步驟去進行操作，驗證已知的結果，屬於確認層次(confirmation/verification)，是一種驗證式實驗。如果在學習活動中，老師只提供探討問題，學生必須自己規劃操作步驟、找到適合的實驗器材、記錄實驗結果，來找尋問題的答案，因為學生使用自己設計或選擇的步驟解決問題，這就屬於引導性探究(guided inquiry)層次，是「等級 2b」的探究活動。若國小自然課室安排等級較高的探究活動，可提供學生訓練觀察定題、規劃執行、分析發現、溝通表達的機會，然而，並非每位學生都適合高層次的探究活動，應視學生的認知發展及先前經驗(prior-knowledge)而定。換言之，依據學生程度提供不同學習鷹架，安排不同層次的探究活動，讓每一位學生都有機會完成實作活動，是自然教學達成差異化教學的可能方式。相較於其他探究教學架構，Hegarty-Hazel 的主張比較容易理解且更具可行性，適合在國小自然課室裡實施。

若以國小高年級的水溶液單元為例，該如何設計探究學習活動流程呢？老師可以先安排一個學生猜飲料的活動，拿出白開水和糖水等兩杯透明水溶液，請學生「預測」是哪種常見的飲料；接著，請學生「解釋預測」的理由，再讓學生用眼、耳、鼻、舌、口等五種感官來「觀察」: 最後全班一起討論，要求學生「解釋」自己的預測和觀察結果之異同。活動結束後，老師再提出一個關鍵問題「如何分辨不同的水溶液？」亦即學生在該單元應學習的重要概念。上述「引起動機」階段使用的教學策略是 POE(Prdiction, Observation, Explanation)，可以用來引起學生的學習興趣並介紹課堂探討的科學問題(Mthembu, 2001)。

在設計主要的學習活動時，可安排檢測水溶液酸鹼的任務，讓學生學習如何從酸鹼指示劑的變化規則來定義水溶液的酸鹼性。老師可依據學生的操作能力及學科表現，將全班分成三個類別的小組，要求學生個人完成。第一類別組：老師提供探討問題、實驗器材，學生自行閱讀自然課本後，自行規劃實驗流程，再進行實驗、記錄及分析結果。第二類別組：依據老師指定的問題及實驗器材，在老師引導下規劃實驗流程，完成實驗操作與記錄。第三類別組：在老師協助下，選取器材，依據指定的步驟依序完成操作與記錄。依據 Hegarty-Hazel(1986)提出的架構，第一類別組學生安排等級 2a 的引導式探究活動，第二類別組進行等級 1 的結構

式探究活動，第三類別組則是等級 0 的驗證式實驗。

當學生透過個人學習已瞭解水溶液酸鹼檢測的概念之後，再安排各小組透過合作學習來進行水溶液的檢測活動，除了依照程度讓學生分組進行不同層次的探究活動之外，老師可以準備若干未知水溶液，要求學生針對未知粉末進行觀察和測試後進行推論，可從水溶液的顏色、氣味、味道及酸鹼檢測結果，舉證說明水溶液的種類。這個學習任務的安排主要是培養學生推理及論證的能力。每組必須完成 1 個未知水溶液的檢測並且做出正確判斷後，才能領取下一個水溶液，學習進度視各組狀況而定，本活動兼具小組合作及個別化學習之設計，亦符合差異化教學。

■ 國小自然科學領域水溶液酸鹼概念的評量設計

隨著 108 課綱的推展，學生已逐漸成為自然課堂學習的中心，各種教學法的興起讓自然課堂教學模式更為多樣化，若想瞭解課程與教學變革的效果，學生的學習成效是關注重點，亦即，課程、教學及評量是培養學生素養的重要元素，瞭解學生的學習成效可提供素養導向教學的重要參考。然而，108 課綱的學習表現未涉及各種能力等級的描述，如果想要評量並判斷學生表現程度有何不同？需制定評量標準(賴柏蓉等，2023)，標準本位評量(standard-based Assessment) 是一種適合國中小課室評量的作法，是一種在多元評量及素養導向課程的脈絡下，發展的學習評量工具，亦是一種標準參照設計，以「絕對性」觀點來呈現評量結果。標準本位評量將學生學習表現區分為不同等級，讓教師、學生、家長依照評量結果對應到的表現等級描述，瞭解學生對於學習重點的精熟程度，或者是對測驗內容瞭解程度的多寡；只關注學生自己的表現程度，而不比較學生之間的排序 (教育部國民及學前教育署，2024)。老師使用評量工具施測後，可將施測結果對照到評量標準，將學生學習表現劃分為不同表現等級，以檢核學生的表現是否達到 108 課綱學習內容或學習表現的基本程度。

內容標準		表現標準				
主題	次主題	A	B	C	D	E
自然界的現象、規律與作用	交互作用	能**應用**酸鹼物質特性及水溶液酸鹼性質之相關概念。	能**舉例說明**酸鹼物質的特性及水溶液的酸鹼性質。	能**知道**酸鹼物質的特性及水溶液的酸鹼性質。	能**部分知道**酸鹼物質的特性及水溶液的酸鹼性質。	未達 D 級

圖 1：國小自然科學的酸鹼概念的標準本位評量表現描述

綜合上述，國小自然教師應如何評量學生素養？國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究

發展中心提供一個可行方向，該中心自 2011 年起陸續研發國中小學生學習成就評量標準及評量示例，其中，負責國小自然領域的研究團隊依據十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域來制定評量標準，將課綱的學習表現分為科學認知、探究能力及科學態度與本質等三種向度，每個向度皆搭配學習表現敘寫表現描述，將學生的表現從優良到待加強區分為 A 到 E 五個等級（教育部國民及學前教育署，2024）。以國小自然科學的酸鹼概念為例，該研究團隊制定的評量表現標準如圖 1 所示，其中，C 等級的學生要達到「能知道酸鹼物質的特性及水溶液的酸鹼性質」；B 等級的學生要達到「能舉例說明酸鹼物質的特性及水溶液的酸鹼性質」；A 等級的學生要達到「能應用酸鹼物質的特性及水溶液的酸鹼性質」，由於本文篇幅限制，有關標準本位評量理念、工具及示例等內容，有興趣的讀者請自行參閱該研究團隊網站(https://sbasa.rcpet.edu.tw/)，可以獲得更詳細的資訊。

如果國小自然教師想要編製有關水溶液酸鹼的素養導向評量工具時，需注意一次只針對一個概念來評量。以國小自然科學的酸鹼概念評量為例，老師必須清楚這個概念是 108 課綱國小自然科學領域學習內容「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。」，並且依據臺師大心測中心標準本位評量研究團隊擬定的表現標準來命題，內容如圖 1 所示。評量工具設計建議採取題組式，使用同一個情境來命題，從容易到困難等級設計三個題目，圖 2 為問題情境及 C 等級的題目示例。

(二) 題目

生活中的水溶液可以分成酸性、中性及鹼性，石蕊試紙有紅、藍兩種顏色，依據石蕊試紙和水溶液作用後的**顏色變化**，可以用來分辨**水溶液的酸鹼性**。依據以上說明，請回答下列問題：

1.小明想要利用石蕊試紙來分辨水溶液的酸鹼性，請圈出石蕊試紙在酸性、中性及鹼性的顏色變化規則。

(1) 酸性水溶液：紅色石蕊試紙(會，不會)變色；藍色石蕊試紙(會，不會)變色。

(2) 中性水溶液：紅色石蕊試紙(會，不會)變色；藍色石蕊試紙(會，不會)變色。

(3) 鹼性水溶液：紅色石蕊試紙(會，不會)變色；藍色石蕊試紙(會，不會)變色。

圖 2：國小自然科學的水溶液酸鹼概念的標準本位評量題型 C 等級題目示例

從圖 2 內容來看，題目先設計一個問題情境，並提供有關水溶液酸鹼概念的相關基本訊息，例如：水溶液可以分成酸性、中性及鹼性；石蕊試紙有紅、藍兩種顏色；石蕊試紙的顏色變化，可以用來分辨水溶液的酸鹼性等。第 1 題是 C 等級的題目設計，主要在評量學生是否瞭解石蕊試紙的變化規則，因此，題目設計偏向記憶題型，作答方式也較簡單，只要求學

生圈選答案，如果學生全部答對就被評為 C 等級，代表學生記得石蕊試紙在不同酸鹼水溶液中的顏色變化規則。另外，如果學生無法全部答對，依照答對題目數量的多寡，評定為 D 或 E 等級，代表部分學生的概念仍不穩定，需要再次學習或老師的補救教學。

圖 3 是第 2 題 B 等級的題目設計，主要在評量學生是否能使用石蕊試紙的顏色變化規則來判斷未知水溶液的酸鹼性，因此，題目設計偏向理解題型，採兩階段答題方式，要求學生先圈選答案，再填寫判斷理由，以判斷學生作答的準確性。如果學生全部答對就被評為 B 等級，代表學生具備使用石蕊試紙的顏色變化規則判斷水溶液酸鹼性的能力。

2.小明針對三種溶液進行酸鹼性實驗的檢驗，結果如下表，石蕊試紙會變色的記為「○」，不會變色的記為「×」，請依據表格圈出三種水溶液的性質，並說明原因。

性質	紅色石蕊試紙	藍色石蕊試紙
溶液 A	×	○
溶液 B	×	×
溶液 C	○	×

(1) 溶液 A 是(酸性水溶液、中性水溶液、鹼性水溶液)

原因：_____

(2) 溶液 B 是(酸性水溶液、中性水溶液、鹼性水溶液)

原因：_____

(3) 溶液 C 是(酸性水溶液、中性水溶液、鹼性水溶液)

原因：_____

圖 3：國小自然科學的水溶液酸鹼概念的標準本位評量題型 B 等級題目示例

3. 小明使用石蕊試紙和自製的「Y 指示劑」來檢驗溶液 D、E、F 的酸鹼性，結果如下表所示。請判斷「Y 指示劑」在酸性、中性、鹼性水溶液中的變化規則，並說明原因。

性質	紅色石蕊試紙	藍色石蕊試紙	Y 指示劑
溶液 D	○	×	藍
溶液 E	×	○	黃
溶液 F	×	×	綠

(1) 「Y 指示劑」在酸性水溶液中，會從(　　)色變成(　　)色。
原因：_____

(2) 「Y 指示劑」在鹼性水溶液中，會從(　　)色變成(　　)色。
原因：_____

圖 4：國小自然科學的水溶液酸鹼概念的標準本位評量題型 A 等級題目示例

圖 4 是第 3 題 A 等級的題目設計，主要在評量學生是否具備推論未知酸鹼指示劑的顏色變化規則的能力，題目設計上偏向應用題型，採兩階段答題方式，要求學生填寫顏色變化，再填寫判斷理由。第 3 題是 A 等級題目，要求學生使用已學會的石蕊試紙之顏色變化規則，推論未知酸鹼指示劑的顏色變化規則，如果學生全部答對就被評為 A 等級，代表學生具備在陌生情境應用水溶液酸鹼性的概念，初步具備推理及論證的能力。

■ 結語

本文探討國小自然科學領域的水溶液酸鹼單元之教學與評量，比較新舊課綱不同年段的酸鹼概念內容後，建議國小自然教師進行水溶液酸鹼概念單元教學時，中年級的教學重點應強調「認識物質」，讓學生瞭解有些物質在酸鹼環境會產生不同顏色的變化：透過測試與觀察這個特性，可以辨認、分類及認識不同物質。而高年級的教學重點應聚焦於「水溶液的酸鹼定義」，讓學生知道「可利用酸鹼指示劑來定義水溶液的酸鹼」，並且「製作及操作常見的酸鹼指示劑」，用來測量單一水溶液或混合溶液的酸鹼。另外，鼓勵國小自然老師採取 Hegarty-Hazel(1986)的設計探究學習的架構，依據學生能力進行同質性或異質性分組，再檢視各小組的學習表現或能力，決定是否提供探討問題、實驗器材、操作步驟及實驗結果，透過不同層次的探究教學活動設計，以達到差異化教學。最後，學生的水溶液酸鹼概念評量方面，建議參考素養導向課室評量的概念，以 108 課綱的學習內容為標準來編製工具，將水溶液的酸鹼概念分為記憶、理解及應用等三個層次，透過評量工具的施測結果，分析學生的學習表現，做為後續學習輔導之參考依據。

■ 參考文獻

教育部（2012）。**國民中小學九年一貫課程綱要-自然與生活科技學習領域**。臺北市：教育部。

教育部（2018）。**十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域**。取自 https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/63/pta_18538_240851_60502.pdf

教育部國民及學前教育署（2024）。**素養導向課室評量資源建置暨推薦計畫**。https://sbasa.rcpet.edu.tw/materials/material.aspx

賴柏蓉、翁翊家、趙士弘、李金鳳、熊雲偉、黃仲毅、許至雅（2023）。**探究實作評量：自然科學領域×社會領域**。教育部國民及學前教育署。

Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: what research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education, 13*(1), 1-12.

Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Journal of Studies in Science Education, 38*(1), 39-72.

Hegarty-Hazel, E. (1986). Lab Work. *Set: Research Information for Teachers*, *1*. https://doi.org/10.18296/set.1180

Mthembu, Z. (2001). *Using the Predict-Observe-Explain Technique to Enhance the Students' understanding of Chemical Reactions*. https://www.aare.edu.au/data/publications/2001/mth01583.pdf

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Organisation for Economic Cooperation and Development (2008). *Science Competencies for tomorrow's world. Second results from PISA 2008*. Paris: Author.

Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. (1990). *Becoming a secondary school science teacher* (5th ed.). Columbus, OH: Merrill.

Webb, P. (2010). Science educational and literacy: imperatives for the developed and developing world. *Science, 328*(5977), 448-450.