

應用差異化教學策略實施國小跨年級自然教學之研究

陳文正* 古智雄**

近年來的少子化現象，讓臺灣小型學校數逐年增加，班級人數過少，除了影響學生與同儕互動的機會，也限制教師教學策略的選用，跨年級教學是學校面對這種挑戰的對策之一。本文以一所在高年級自然領域實施跨年級教學的小學為研究對象，透過課室觀察、教師訪談和文件分析，探討國小跨年級自然教學實施差異化教學的行動歷程，並分析授課教師的協同合作方式。研究結論為：（一）在跨年級自然教學採取多層次的分組學習活動是差異化教學的可行策略；（二）提供教學鷹架可協助學生完成自主學習活動並培養自調學習能力；（三）採取教師協同教學模式有助於跨年級自然領域實施差異化教學。最後，依據研究結果，提出三項研究建議。

關鍵字：協同教學、差異化教學、國小自然、跨年級教學

* 作者現職：花蓮縣大興國民小學教導主任

** 作者現職：國立東華大學教育與潛能開發學系副教授

通訊作者：陳文正，e-mail: redhair8888@mail.edu.tw

壹、研究背景與動機

國內近二十年來的少子化現象，造成中小學的學生人數陡降，以 108 學年度教育部的統計資料為例，全國有 1014 所 100 人以下學校（38.50%）、489 所 50 人以下學校（18.60%），更值得注意的是有 136 所國小的一年級學生人數在 3 人以下（5.20%）（教育部統計處，2021），少子化現象可能會衍生有關減班裁校、流浪教師、社區沒落及資源分配等與教育和社會相關的議題，然而，對現場教師和教育研究者而言，更值得關注的是班級人數變少對偏鄉教育的影響，包括：學生過度受到關注形成的壓力、缺乏同儕互動的刺激、缺少延宕滿足及常規學習機會、學習策略與教學方法的固著性等問題（洪儷瑜，2018）。

聯合國教科文組織強調「人人生而有受教權」的學習公平性，更呼籲各國政府要注重偏鄉教育的教學品質（UNESCO, 2013），因應少子化對教育現場的衝擊以及實驗教育的需求，我國在 2014 年通過實驗教育三法，教育部在 2015 年開始推動「偏鄉教育創新發展方案」，鼓勵研究者針對國內實施混齡教學進行相關探討，目前國內主要有兩個研究團隊以混齡教學為主題進行實驗計畫，其一是鄭同僚倡導的混齡教學計畫，其二是洪儷瑜主導的跨年級教學計畫，兩個研究團隊對於混齡教育有著不同的概念主張（詹寶菁，2021），鄭同僚認為混齡教學（multi-age teaching）是指「將兩個或者以上年齡層集合起來成為一個上課班級的教學模式」，在混齡實驗教育計畫及相關研究上，仍是以年級單位，將國小一到六年級合併為三個年段的班級（鄭同僚，2015）。

洪儷瑜著重以年級為單位的混齡教學，將跨年級教學（multi-grade teaching）定義為「教師在同一節課中，在同教學場域對不同年級之學生進行教學（洪儷瑜，2018），跨年級教學的概念正視九年一貫及十二年課綱的重要性，目前教科書仍以「年級」為思考及設計依據，是更符合臺灣目前學校教育現場的形式（詹寶菁，2021），本研究採取的就是跨年級教學對混齡教學的概念。

隨著時間的演進，少子化現象已經逐漸對於國小班級教室裡學生的特質產生質與量的影響，面對學生的異質性與個別化，如何在教育現場進行有效教學已成為教師必須重新思考的重要課題（林吟霞，2009），有關跨年級教學的相關研究指出，學生在混齡的學習環境中，可以增進自尊、建立同儕友誼、社會發展、助人行為與領導技能，並減少反社會行為（Shareefa, 2020; Veenman, 1995），學生在混齡學習情境進行合作學習，對於學生的自主學習、人際互動及教師的班級經營都產生正面影響（林欣毅等人，2016；Naparan & Alinsug, 2021），有些研究認為跨年級教學可提升學生的學習成就（Quail & Smyth, 2014），也有些研究則認為無相關（Little, 2001）。雖然文獻指出跨年級教學有

許多優點，但教師也覺察在執行跨年級教學時有許多困難，例如：需要投注額外的時間（Shareefa, 2020）、跨年級教學專業知能不足（De Borja et al., 2020）、未獲得軟硬體設備的支持（Engin, 2018）、不熟悉分組教學的適用時間（Erden, 2020），上述有關經費及教育訓練的問題屬於教育行政單位的權責，然而有些教學策略的相關知能卻需要教師在現場實踐才有可能獲得成長。目前，國內有關跨年級教學的研究仍少，主要著重在理論及行政推動方面的探討，在國小自然領域的跨年級實證研究則更少，有關自然領域的跨年級教學該如何進行？值得進一步探討。

差異化教學（differentiated instruction）的基本理念是希望所有學生有機會在最大限度內享有平等的學習環境，其核心思想是將學生的個別差異當成教學組成要素，並靈活運用各種教學策略，讓所有學生都能在原有的基礎上發揮最大的潛能（林思吟，2016；涂家綸、掌慶維，2020；Tomlinson, 2001；Tomlinson et al., 2003），實施跨年級自然合班上課之後，在學生年齡、學生學科能力、個別需求及課程安排等方面更具差異性（Shareefa, 2020），此時，在課堂上進行差異化教學就變得更重要，直言之，差異化教學就是跨年級教學的重要核心概念（Erden, 2020）。

教師在執行跨年級教學時，必須因應學生的差異性，發展適合的教學策略，考量學生間的差異性，透過分組學習應是可行的方式之一（梁雲霞，2018；Naparan, & Alinsug, 2021），在跨年級班級實施差異化教學時，在組成共備團隊、規劃分組教學活動及付出額外工作時間等方面，皆是教師感知較為困難之處（Shareefa, 2020；Smit & Humpert, 2012），本研究安排兩位教師在跨年級自然課室裡採取協同教學模式，建立目標導向的專業關係，整合教師各自專長共同規劃教學活動，應是在跨年級班級實施差異化教學的可行策略之一。

「自發」、「互動」、「共好」是十二年國教課綱的基本理念，培養學生具備探究與實作能力也是新課綱強調的重點（教育部，2018），所以，自然教師應在國小課室裡安排小組活動以培養學生的相關素養，但是，受到少子化影響，偏鄉小學每個班級的學生人數皆少，自然教學較難使用分組學習的方式來操作，教師在教學策略的選用也受到限制，實施跨年級自然合班上課可以解決偏鄉小校自然教師所面臨的困境，雖然差異化教學沒有固定的教學策略，但是教師可依學生不同的需要，設計多元化的學習內容及教學活動，提供學生多種選擇和學習成功的機會（陳黎娟，2018；Tomlinson, 2001），研究顯示，探究式教學、工作站學習法、拼圖式學習法都是以學生為中心的教學設計（李松濤等人，2010；林吟霞，2018；楊秀停、王國華，2007；Dollard & Mahoney, 2010），這些教學策略可以配合分組活動設計以實踐跨年級自然課室的差異化教學。但是，在跨年級自然課室中應如何規劃分組活動來執行差異化教學？教師在跨年

主題文章

級自然教學過程中該如何協同與分工？若能探討教師如何應用差異化教學策略實施國小跨年級自然教學，提供教學流程、協同教學及學生分組的作法和策略，將可做為現場老師實施跨年級自然教學之參考。

在偏鄉小校實施跨年級教學是因應少子化現象的方式之一，然而，要在現有課程中執行跨年級教學是一項很大的挑戰，所以，本研究聚焦在現行課程規劃跨年級自然領域教學策略，主要在探討國小老師透過跨年級教學實踐差異化教學的經驗，進一步瞭解在跨年級班級實施差異化教學的策略及教師協同分工的情形。基於上述背景與動機，本研究有以下二個目的：

1. 探討國小跨年級自然教學實施差異化教學的行動歷程。
2. 分析教師實施國小跨年級自然教學的協同合作方式。

貳、文獻探討

一、在跨年級班級中實施差異化教學的意涵與重要性

差異化教學起源於 1980 ~ 1990 年代美國的融合教育，基本理念是希望所有學生可以在最大限度內享有平等的學習環境（涂家綸、掌慶維，2020），促進學習公平性就是差異化教學的核心概念（Tomlinson et al., 2003），當學校因應學生人數減少而選擇實施跨年級合班教學之後，會增加班級學生在家庭背景及學習需求等方面的差異性，所以老師要有能力處理跨年級合班之後學生在學習上的差異（Shareefa, 2020），美國的主要提倡者 Tomlinson 將差異化教學定義為「重新調整教學流程以及課程的進行，讓學生在取得知識和概念的過程能有多種選擇」（Hall et al., 2003）。

Tomlinson（2001）指出差異化教學意指教師回應學生的需要，其核心思想是將學生的個別差異當成教學的組成要素，教師可依據學生不同的準備度（readiness）、興趣（interest）及學習風格（learning profile）來設計教學內容、過程與成果，並靈活運用各種教學策略，最終目的是促進所有學生都能在原有基礎上發揮最大的潛能。在課堂實施差異化教學主要目標在於接納每位學生的差異性，對於學生的學習方式、先備經驗與知識、學習需求與興趣，提供多元性學習方案的教學模式，讓學生達成有效的學習成果（林思吟，2016）。

雖然差異化教學沒有固定的教學模式與流程，教師在實踐時仍須考量多元面向，Tomlinson（2014）指出教師進行差異化教學時宜關注內容（content）、過程（process）與結果（product）。以學習內容而言，教師在設計教材時需考

量學生的起點行為來規劃學習內容，針對不同程度的學生調整學習內容（黃于真、陳美如，2018；顏惠君，2016），以學習過程來說，教師宜提供符合不同需求的學生可以積極投入和有能力完成的學習活動（徐慧中、徐偉民，2019；涂家綸、掌慶維，2020），在進行差異化教學時，通常會安排學生的分組學習任務，主要是依據 Vygotsky（1978）提出的近側發展區之概念，亦即學生在實際可達到的發展區域內，透過成人引導或同儕協助下，可以獨自解決問題、完成學習任務，以結果來看，教師可讓學生選擇符合自己能力的方式表現學習成果（Tomlinson, 2014），目前有關差異化教學理念的實踐多以內容和過程為主，並結合這兩個因素發展教學策略（劉世雄，2018）。

Tomlinson（2001）認為差異化教學沒有固定的教學策略，不過教師可以藉由形成性評量瞭解學生的學習成效及學習需求，以便提供進一步的學習活動。為了提供學生多種選擇和學習成功的機會，教師要根據學生不同的需要，設計多元化的學習內容及教學活動（陳黎娟，2018），Smit 和 Humpert（2012）則認為在差異化教學的課室裡可以觀察到四個特徵，分別是：（1）老師要關注學生的個別差異；（2）老師使用形成性評量來決定學生的學習序列；（3）老師依據符合學生的需求來規劃學習內容、學習過程和學習產出；（4）在學習過程裡老師和學生共同合作。所以，差異化教學應是一種動態的歷程，教師可據此在不同情境與學習領域發展出各種教學策略或模式，在教學過程中不斷的調整與修正，協助學生搭起鷹架，幫助學生發揮潛能，達到有效的學習。

雖然多數教師們都同意在教學時必須考量學生們具備的不同特質，但卻很少在自己的課室裡規劃和實踐差異化教學（Shareefa, 2020; Smit & Humpert, 2012），主要是在規劃及執行差異化教學時，教師可能遭遇一些困難，例如：（1）需要花費較多時間規劃與執行課程；（2）無法有效處理學生的分組學習活動；（3）缺乏差異化教學的共同備課團隊；（4）學生的學習成效需要較長時間的評估（劉欣華，2018），儘管執行差異化教學可能有諸多困難，但是，教師的意願和動機仍是重要的關鍵之一，通常持有建構主義教學觀點的教師較有意願執行差異化教學，遭遇困難也能尋找解決的策略（Smit & Humpert, 2012）。

差異化教學可發展的策略相當多元，國內已有許多研究探討其可行的細節與做法，例如：透過同質分組、提供學習單、教師支持的學習鷹架及調整學習難度等策略，不同閱讀能力的國中學生在識字量、閱讀理解及閱讀推理等能力都可以得到提升（顏惠君，2016）；以全班教學、小組任務及個人平行任務等差異化教學策略，可提升國小混齡數學補救教學班學生的數學學習成效及自我效能（徐慧中、徐偉民，2019）；針對學生的程度，調整學習內容再搭配多層次的學習單，可增進國中學生的數學學習成效，特別是中等學習程度學生有最佳的學習效果（黃于真、陳美如，2018）；採取同異質分組並行之差異化教學

主題文章

策略，可營造合作學習氛圍，提升國中學生的英語學習動機（莊惠如等人，2014）；以同質性分組及同儕指導方式的差異化教學策略，學生的游泳技能及學習動機可獲得提升（涂家綸、掌慶維，2020）。

綜合前段的文獻說明，在差異化教學的理念之下，將每個班級裡的學生都視為不同的個體，在性別、能力、學習風格等方面具有差異性，相較於一般班級，實施跨年級教學的班級學生之間的差異性更大，Shareefa（2020）認為就學習的角度來看，儘管學生具有不同的年級和能力差異，教師仍必須謹慎評量學生的學習需求與學習能力，再透過多元化的教學活動安排，在跨年級班級中提供適合學生的學習任務以創造成功經驗，讓學生有最大效益的產出。

二、透過教師協同教學在跨年級教學實踐差異化教學的可行性

本研究的跨年級教學意指教師在同一節課中，在同教學場域對不同年級之學生進行教學（洪儷瑜，2018），Little（2001）認為有關跨年級教學的研究應著重在教學流程、課程與評量設計、班級經營與管理等實務方面，最重要的就是必須讓所有的教師了解跨年級教學就是以學生為中心的差異化教學（Erden, 2020），教師在設計各項學習活動時，要把學生之間的差異性納入設計考量（Shareefa, 2020），進行跨年級教學時，考量學生間的差異性，採用分組學習是比較可行的做法（梁雲霞，2018；Naparan & Alinsug, 2021），依據目前偏鄉小校班級人數及老師對於小組的掌握程度，建議合班後的分組以 3-4 組為原則（王曾敬梅、陳文正，2021），換言之，以分組學習進行跨年級教學應是實踐差異化教學的可能策略之一。

當在兩個年級合班進行跨年級教學之後，各國比較常見的作法都是由一位老師單獨負責合班之後的教學活動（Erden, 2020; Naparan & Alinsug, 2021; Shareefa, 2020），雖然，國內的偏鄉小校經常面臨人力資源缺乏、學生能力低落及教師流動率過高的困境（洪儷瑜，2018），但是各校尚未面臨實施跨年級教學而必須縮減教師額員編制的情形，在國內將兩個年級合班上課，可以由一位或二位老師擔任授課教師，目前，國內並無實徵性研究比較不同授課教師人數對執行跨年級教學成效的影響，本研究主要在探討兩位老師在國小跨年級自然教學實施差異化教學的歷程，當跨年級合班上課之後，由二位老師一起授課時，這樣的安排就會涉及跨年級課室裡的協同教學（collaborative teaching）。

何謂協同教學？兩位以上的教師共同備課，在同一個教室或空間針對一群學生進行教學，同時評估學生的學習表現，這種合作教學情境就稱為協同教學（林玉環、張綺蕊，2002；Sirkko et al., 2018），協同教學的特徵有以下三點：（1）由兩人以上的教師組成，依教師專長和興趣來分工，合作規劃課程，實施教學和評量（鄭博真，2002）；（2）教師會視教學內容採取個別教學、小組

教學、團體教學等多元教學方式（黃永和、莊淑琴，2004）；（3）教師和學生小組具有緊密的協同關係，合力完成教學和學習活動（Robinson & Schaible, 1995）。若能讓教師以協同合作為理念形成專業社群，不但能促進教師以學生學習為焦點進行對話與省思，亦有助於改善學生學習困難，協助教師的專業成長（劉世雄，2021）。

教師的教學信念是影響協同教學之重要因素之一，教學信念即是教師採取教學行動時的意向，教學信念與教學實踐是一種雙向互動的過程，教學經驗與自我省思可能會影響教學信念（McDonald, 2009），具建構主義觀點的教師會有較高的動機和意願在跨年級的情境中實施差異化教學（Smit & Humpert, 2012），詹寶菁（2021）則認為在跨年級教學的課程與實施歷程中，有關課程內容、合班年級、教學設計及個別化教學等，皆受到教師信念的影響，覺察到學生的成長與進步也會提升老師實施跨年級的意願（Naparan & Alinsug, 2021），亦即，跨年級教學的經驗會影響教師的教學信念，而這實踐歷程也有助於教師協同教學信念的發展。

差異化教學不應該受到學生年級的限制，當教師觀察到跨年級班級內學生的學習速度快慢不一時，應該透過差異化教學來確保每位學生都保持在學習狀態（Shareefa, 2020），如何在跨年級教學中執行差異化教學？以非主科的學習領域為例，學校的行政端必需安排具有學科專長的老師擔任授課教師，在教學過程中才能有效運用分組學習、提供鷹架、動態評量等策略進行差異化教學（陳黎娟，2018），Hall（2002）建議在小校實施差異化教學時必須考量教師態度、教學內容、學習產出、教學過程及動態評量，其中，教師必須要有實施差異化教學的意願，且能察覺班級學生的差異，並據此設定不同的學習目標，進而安排符合學生能力的學習活動及學習產出，在教學時，可採取師生合作、同儕合作的式進行，透過形成式評量來瞭解差異化教學安排的成效，最重要的是在這個動態過程中，教學要保持彈性並依據課室的觀察結果來做調整。

一般而言，有經驗之國小教師都具有良好的班級經營與教學能力，也都希望擁有教學上的自主權與獨立權，可以決定有關教學工作上的議題（Sirkko et al., 2018）。然而，目前國小教師在師資培育過程中，大多沒有接受過跨年級教學的相關培訓，在執行跨年級教學時經常會有孤立感，覺得缺乏教學資源及支援（Hargreaves et al., 2001），實施差異化教學是教師協同教學的主要目的之一（林玉環、張綺蕊，2002），若教師能採取協同教學的模式，透過教師之間的分工合作，應有助於合班混齡上課的實施（陳黎娟，2018）。簡言之，協同教學強調教師要建立目標導向的專業關係，在進行跨年級教學時要能整合教師各自專長，共同規劃和善用教材教具，運用多元的教學策略和評量方式，以達到適應學生個別差異的適性化教學目標（Baeten & Simons, 2016）。

三、在跨年級自然教學實施差異化教學的可行策略

在自然領域的教學上，十二年國教課綱強調探究與實作活動，透過自然課堂上的小組討論、實驗規劃、閱讀、寫作及論證等活動，協助學童建構科學知識、探究能力及正向科學態度等科學素養（教育部，2018），過去的研究顯示，探究式教學、工作站學習法、拼圖式學習法等教學策略對於學生的學習成效都有正向的影響（李松濤等，2010；林吟霞，2018；楊秀停、王國華，2007；Dollard & Mahoney, 2010），也經常被使用在國小現場的自然教學課室中。然而，這些以學生為中心的教學設計大多以分組方式進行，偏鄉小學的每個班級學生人數較少，自然教師較無法採用這些教學策略，但是在跨年級合班上課之後，班級學生人數變多就可採用分組教學，讓課室裡的教學策略及學習任務更為多元，Shareefa（2020）認為跨年級合班上課會擴大班級學生在年齡、學科能力及個別需求等方面的差異性，教師在執行跨年級教學時，就必須因應學生的差異性，發展適合的教學策略，讓班上的每個孩子都有機會獲得成長。

探究就是一個形成科學議題、科學舉證、解釋科學現象的過程（OECD, 2013），在探究的歷程中，學習者必須針對一個問題，規劃操作流程並選定適合的器材，接著實際操作記錄結果，再依據自己理解的科學知識來解釋結果及回答問題，最後向同學分享自己的成果（NRC, 2000），教師在課室裡實施探究教學時，必須協助學生理解科學知識形成科學概念，培養資料蒐集與分析的過程技能，更重要的是探究歷程必須給予學生內在及外在動機的支持（Bevins & Price, 2016），在國小自然課室裡通常是以小組為學習單位，透過小組內的合作分工以及小組間的溝通互動來維持學生的學習動機（楊秀停、王國華，2007；鄭立婷等人，2020），安排兩個班級合班進行跨年級自然教學，透過分組學習活動，可以增進學生與同儕互動的機會，讓學生在情意方面獲得練習與成長的機會（洪儷瑜，2018）。

儘管許多研究皆支持實施探究教學有助於學童的科學學習（李松濤等，2010；楊秀停、王國華，2007），但是多數自然教師考量教學時間、課程進度及教學現場無法配合等因素，仍未在一般的自然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，以及不知該如何實施探究教學（Anderson, 2002）。自然課室裡的探究教學可以採取內容過程導向（content-process approach）及發現探究導向（discovery-inquiry approach），前者著重在學科知識，後者則是強調學習者的興趣（Abd-El-Khalick et al., 2004），也可以採取教師提供協助的引導式探究活動（楊秀停、王國華，2007），但是對於現場教師來說，在配合教科書進度及課堂教學時間的考量下，Hegarty-Hazel（1986）提出不同層次的探究活動架構比較容易理解且具實用性。

依據學習活動裡教師是否提供學生可供探究的問題、實驗器材、操作步驟及實驗結果等條件，將探究活動層次區分為等級 0、1、2a、2b、3，等級越高代表探究層次越高（Hegarty-Hazel, 1986），在跨年級的自然課室中，教師可依據學生程度安排不同等級的探究學習任務，當以小組進行學習活動時，讓低能力組學生進行探究層次較低的學習活動，安排高能力組學生進行探究層次較高的學習活動，若安排個人的學習活動，可要求學生自行評估對學習議題的理解程度，選擇適當的探究等級進行學習活動，教師則適學生需求提供協助，這種做法就是以學習過程來實施差異化教學，亦即，教師提供多層次的學習任務，讓不同需求的學生都能投入並且完成任務（徐慧中、徐偉民，2019；涂家綸、掌慶維，2020）。

十二年國教課綱強調探究與實作，鼓勵教師將探究教學應用在自然科教學上，Hegarty-Hazel（1986）的探究活動層次架構是一種以學生為中心的教學設計，這種自主學習取向的教學設計，可以採取個人或小組的方式進行，透過目標設定、執行計畫及完成任務等整體性的學習歷程，讓學生成為學習的主體，學生可以依據自己的能力調整學習步驟並且自我檢核，以瞭解自己的學習特質（林吟霞，2009），這種教學設計符合差異化教學的作法。

在進行跨年級的分組學習活動時，由於合班後班級的學生人數變多，教師無法同時指導所有的小組進行學習，所以要納入間接教學以培養學生的自主學習能力（詹寶菁，2021），間接學習意指學生在沒有老師的直接指導與協助之下所進行的學習活動，工作站學習法就是一種結合間接教學的小組合作學習方式，進行小組學習時，各組學生要詳讀被分配的任務目標與指示，安靜地執行學習任務，遇到問題時再請教老師，並且依據工作站提供的解答進行確認與練習，學習完畢要將材料收拾好（林吟霞，2009），進行工作站學習法時，老師可以觀察學生的學習表現，適時提供協助或者調整學生的學習順序，這些都符合差異化教學的特徵（Smit & Humpert, 2012）。

源自於合作學習的概念的拼圖式學習法（jigsaw learning）是另一個經常被使用的方式，主要是利用合作學習中的相互倚賴、責任承擔及平等溝通的特性，強化同儕互動，透過學習安排與小組互動，讓學生掌握學習的內容成為專家（Dollard & Mahoney, 2010），學習者在這些過程中，要有意識且主動調整自己的學習目標和學習方式，並運用學習策略（林吟霞，2018），所以，老師要適時提供學習鷹架以維持學生的興趣、動機和自學活動之操作。如果教師依據學生的能力差異，將學生分配至不同工作站進行實驗技能的學習，再配合拼圖式學習法進行小組合作學習以完成自然科的實驗操作，這種做法就是以學習內容來實施差異化教學，換言之，教師在設計教材時需要考量學生的起點行為來規劃學習內容，針對不同程度的學生調整學習內容（黃于真、陳美如，2018；

主題文章

顏惠君，2016），這種以形成性評量的概念來調整及規劃學生的學內容亦符合差異化教學的作法。

為了符應差異化教學的理念，進行跨年級教學時通常會安排分組學習活動（梁雲霞，2018；Naparan & Alinsug, 2021），完成自主學習任務和學生的自調學習能力有關（林吟霞，2018），自調學習（self-regulated learning）意指學習者為達成學習任務，依據自己的認知成長需求與特質，選擇、安排、調整自己的學習模式（李新鄉等，2015；Song & Hill, 2007），性別、年齡、動機以及學習內容都是影響學習者自調學習能力的重要因素，進行教學活動時，讓學生練習設定適當的學習目標，再提供適當的學習策略（李新鄉等，2015），協助學生做好時間管理，遭遇困難懂得尋求同學及老師的協助，並且對評估自己的學習表現（謝志偉，2003），這些策略可以促進學生的自調學習能力。

無論是探究式教學、工作站學習法或拼圖式學習法都是以學生為中心的教學設計，在跨年級教學的分組活動時，學生必須針對學習任務進行辨認、執行、監控及評估，這些都是自調學習能力的表現（李新鄉等，2015；謝志偉，2003；Song & Hill, 2007），所以，教師利用探究、工作站及拼圖等策略進行跨年級自然教學時，必須考量學生的性別、能力、先備知識、態度及自調學習能力等，交替使用同質及異質分組方式，除了可以營造小組合作學習的氛圍，也可以提供學生訓練自調學習能力的機會，教師也會有更多的時間觀察學生的學習態度、行為與能力，並且適時針對程度低落的學生進行補救教學，或者協助學習成效較佳的學生以更精緻的方式執行學習任務，以發揮教師更高的教學效能（林吟霞，2009）。

目前國外有關跨年級教學的研究主要是以訪談或問卷調查法，瞭解教師執行跨年級教學方面的現況及知覺，而國內有關跨年級教學的實徵性研究仍少，主要是在理論及行政推動方面的探討，國外有研究（De Borja et al., 2020）在探討如何實施自然領域跨年級教學，但是一人教師和自編課程的背景和國內有所不同，因此，本研究嘗試進行國小自然領域的跨年級教學實證研究，探討國小跨年級自然教學實施差異化教學的行動歷程，分析教師實施國小跨年級自然教學的協同合作方式，希望透過研究個案在跨年級自然教學的課程規劃、設計和落實執行等方面的經驗，呈現跨年級自然教學的實施特性、侷限及可能性，並據此提出建議，提供國內教育界參考。以下說明本研究的方法。

參、研究設計與實施

從文獻回顧的分析得知，國內比較少研究探討國小自然領域如何進行跨年

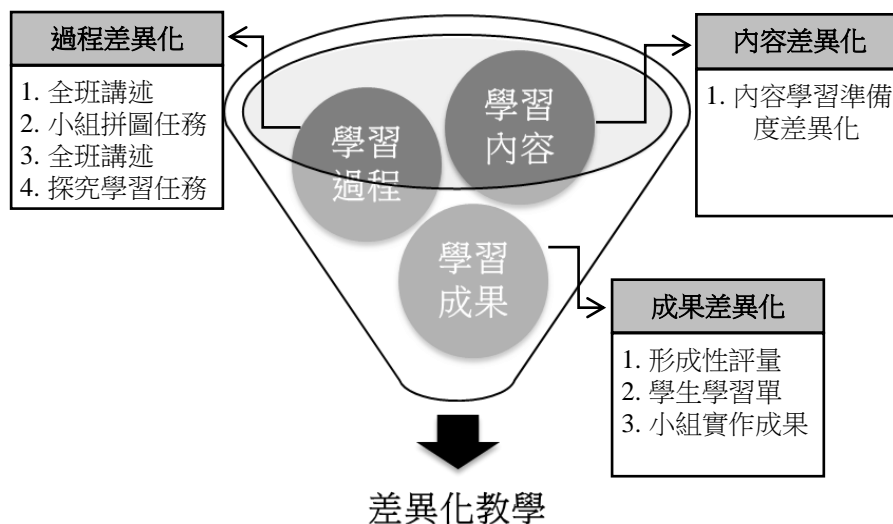
級教學，嘗試在國小自然領域進行跨年級教學的學校教師也較少，所以，本研究採取行動研究法，先針對國內外的差異化教學、跨年級教學及國小科學教育等相關論文進行分析，規劃本研究在國小跨年級自然領域差異化教學的策略，並據此發展研究主軸、教室觀察重點訪談大綱及檔案分析範圍，以訪談、課堂觀察及檔案分析進行二個教學循環的成效分析，有關本研究的研究架構、研究對象、資料蒐集及分析處理的內容，說明如下：

一、研究架構

本研究採取行動研究法，以 Carrie 與 Kemmis（1986）提出的「計畫、行動、觀察、反思、再計畫」的循環模式，透過二個循環的教學，探討國小跨年級自然教學實施差異化教學的歷程，並且分析兩位教學者的協同合作方式。本研究的跨年級自然差異化教學架構圖如圖 1 所示。

圖 1

本研究的跨年級自然差異化教學架構圖



依據 Tomlison（2014）提出的學習內容、學習過程及學習成果來規劃差異化教學，在第一主軸之內容差異化的設計方面，可再細分為內容學習準備度、內容興趣、內容學習風格，本研究僅以內容學習準備度做為課程內容的差異化；在第二主軸之學習過程差異化的規劃方面，則依循內容學習準備度以全班講述、小組拼圖任務作業、全班講述、探究學習任務的上課流程進行學習過程

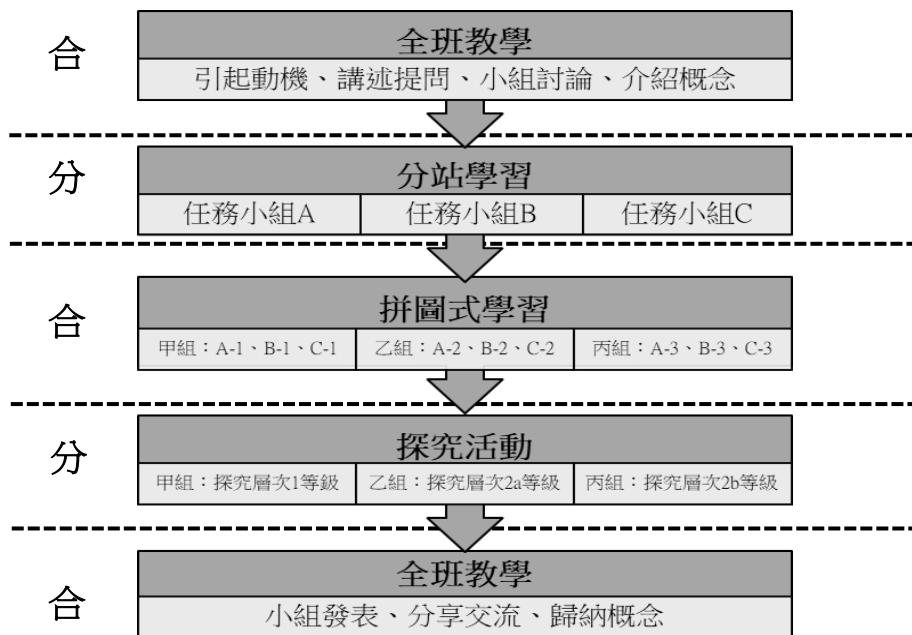
主題文章

差異化，指導學生將學習過程記錄在學習單；在第三主軸之學習成果的差異化方面，主要依照學生的學習單及探究結果來呈現。

本研究在進行跨年級自然教學前，由兩位授課老師依據學生上個學期的自然成果及平日的教學觀察，採同質性分組方式將學生分成三個小組，每組 3-4 人，由於合班後兩個班級都學習相同的內容，梁雲霞（2018）指出教師應該要積極努力在這樣的型態中加入差異化教學的元素，所以，在差異化教學的實施方面，本研究在為期四週的差異化教學中，以「合、分、合、分、合」的架構做為兩個單元的基本教學流程，如圖 2 所示，

圖 2

本研究的跨年級自然差異化教學流程圖



在圖 2 本研究的跨年級自然差異化教學流程圖中，第一個「合」是全班上課，透過老師的講述、提問，引發小組討論，主要目的在於引起動機、瞭解學生的先備知識及介紹單元的基本概念，第二個「分」是安排小組活動讓學生操作課本內的實驗活動，這個活動會搭配拼圖式學習或分站學習，依據學生的實

驗操作能力安排到不同的技能學習組，第三個「合」是當學生已經在分站學習一段時間，熟悉實驗技能後就回到原本的小組完成實驗及小組分享活動，第四個「分」是安排不同層次的探究學習活動，各小組可以自己規劃或在老師的協助之下，以課本內容為依據，規劃並執行一個探究活動，第五個「合」則是讓各組上台發表探究活動的成果。

二、研究個案學校的描述

本研究根據研究主旨進行立意取樣，取樣考量是常態性實施跨年級自然教學的公立小學，目前國內符合取樣條件的學校屈指可數，受限於研究對象有限，所以選擇一所國小進行研究，本研究的個案學校受到少子化影響，在民國 91 年全校學生人快速減少，被縣政府縮編為分校，後來因為政策改變又再獨立設校，近年來，該校教學團隊為了提升學生的基本能力，積極尋求突破教學困境的各種可行策略，自 103 學年度起參與教育部的跨年級教學專案計畫，希望透過實施跨年級教學來促進學生的學習成效，在健體、藝文及彈性等領域實施跨年級教學，105 學年度起，成為全國跨年級教學的基地學校。

本研究的教學觀察班級是個案學校五、六年級共 11 位，訪談對象包括學校的二位自然老師，其中，T1 老師有 17 年國小自然的教學經驗，具有科學教育博士學位，T2 有 3 年的自然教學經驗，具有學校行政碩士學位，兩位老師在個案學校服務已達 15 年以上，分別擔任學校的教導主任及教學組長，帶領該校教學團隊在藝能及彈性等領域試行跨年級教學，為了想瞭解在國小主要學科領域執行跨年級教學的可行性，自 107 學年度起，兩位教師在國小高年級常態性地實施跨年級自然教學。

三、教學單元

由於本研究的個案學校是一般的公立小學，沒有申辦實驗教育，所有學科領域皆選用經過教育部審查通過的教科書，本研究的個案班級採取課程輪替之跨年級教學課程課模式，讓五、六年級的學生合班後先一起學習相同科目、相同單元的內容，下一個學年再學習另一個年級的課程（梁雲霞，2018），本研究採用 N 版教科書做為跨年級自然教學的內容，本次進行差異化教學的單元為「空氣與燃燒」與「水溶液的性質」，課程的活動安排、主要概念及實作活動如表 1 所示。

主題文章

表 1

跨年級自然教學內容一覽表

編號	教學單元	活動名稱	主要概念	實作活動
1	空氣與燃燒	氧氣	氧氣特性	製作及檢驗氧氣
		二氧化碳	二氧化碳特性	製作及檢驗二氧化碳
		燃燒與滅火	燃燒三要素	操作滅火的實驗
2	水溶液的性質	各種水溶液	水溶液的性質	觀察及調配水溶液
		水溶液酸鹼性	酸鹼性/變色規則	用指示劑分辨酸鹼性
		水溶液導電性	酸鹼性與導電性	測驗水溶液的導電性

四、資料蒐集

本研究蒐集的相關資料來源為 2019 年 9 月至 2019 年 12 月之間，蒐集方式包含訪談、課堂觀察以及檔案分析，表 2 說明本研究針對研究目的所進行的資料蒐集方式。

表 2

研究目的與資料蒐集方式對應表

研究問題	資料蒐集方式
探討國小跨年級自然教學實施差異化教學的行動歷程	訪談
	檔案分析
	課室觀察
分析教師實施國小跨年級自然教學的協同合作方式	訪談
	課室觀察

(一) 訪談

本研究採取半結構式晤談法，由本研究的第二作者實施訪談，先將擬定好的訪談大綱交給受訪者閱讀，內容著重在課程設計理念、課程目標、課程安排、教學活動設計、師生互動及協同教學等重點進行延伸提問，訪談以面對面及電

話訪問方式進行，每次訪談時間大約 30 到 40 分鐘，訪談時以錄音方式記錄並轉譯為逐字稿，本研究的訪談次數及時間長度如表 3 所示。

表 3
訪談對象及時間長度表

編號	代碼	訪談對象	教學年資	自然教學年資	次數	時間長度
1	T1	教導主任	20 年	17 年	3	120 分鐘
2	T2	教學組長	15 年	3 年	3	90 分鐘

(二) 課室觀察

本研究針對個案學校的高年級跨年級自然課程進行 12 節課的課室觀察，由本研究的第二作者進入課室觀察，研究者依據擬定的觀察大綱進行隨堂觀察記錄，本研究的課堂觀察單元及時間如表 4 所示。

表 4
課堂觀察單元及時間一覽表

編號	教學單元	主教老師	協同老師	時間長度（節數、次數）
1	空氣與燃燒	T1	T2	240 分（每週 3 節，共 2 週）
2	水溶液的性質	T1	T2	240 分（每週 3 節，共 2 週）

本研究課堂觀察記錄內容分析教師、學生、其他等三大類，此部份觀察重點及蒐集資料內容與研究問題的對應關係如表 5 所示。

表 5
課堂觀察重點、蒐集資料內容與研究問題對應表

觀察對象	觀察重點	對應的研究問題
主教老師	主要觀察重點有：主教老師授課方式、與學生的互動、對學生的提問及回應、分組指導活動的動線、提供學生的教學協助...等。	探討國小跨年級自然教學實施差異化教學的行動歷程

主題文章

表 5

課堂觀察重點、蒐集資料內容與研究問題對應表(續)

觀察對象	觀察重點	對應的研究問題
協同老師	主要的觀察重點有：協同老師如何解釋 主教老師的講解提問、如何組織分組學 習活動、與低學習成就組的互動...等。	分析教師實施國小跨 年級自然教學的協同 合作方式
其他	特殊事件記錄、分組學習活動空間安排 及活動的動線...等。	探討國小跨年級自然 教學實施差異化教學 的行動歷程

(三) 檔案分析

本研究所蒐集的檔案文件包括：教師共備會議記錄、課程教學綱要、學校課堂計畫、學生作業資料、教學活動照片、教師教學省思札記…等。

五、資料分析

本研究參考 Cohen、Raudenbush 與 Ball (2003) 的主張，從教師與學生、教學內容及環境的互動關係，透過不斷地比較、分析本研究所蒐集的資料，逐漸浮現實施跨年級自然教學關鍵因素，包括：1.教學策略；2.教師的協同教學；以及 3.學生的自主學習。

本研究針對教師訪談、課室觀察及文件資料等內容，建立索引並予以編碼，編碼內容如表 6 所示。觀察紀錄的編碼以「資料來源+代號+日期」標示。

表 6

本研究編碼對照表

資料分類	編碼範例	代表意涵
課堂觀察 資料	觀_U1_191014	2019 年 10 月 14 日第 1 單元觀察
	觀_U2_191118	2019 年 11 月 18 日第 2 單元觀察
訪談資料	訪_T1_190910	2019 年 9 月 10 日訪問主教老師 T1
	訪_T2_191203	2019 年 12 月 3 日訪問協同老師 T2
文件	文_C_01	跨年級自然教學相關文件編號一

表 6

本研究編碼對照表(續)

文件	文_S_01	學生作業與資料相關文件編號一
研究札記	研_M_190924	2019 年 9 月 24 日課程會議

六、研究信實度

本研究採取以行動研究法進行研究資料的蒐集與分析，第一作者是局內人，任職於研究個案學校，本研究盡可能蒐集多元資料，透過參與者檢驗法、反饋法及三角檢證 (triangulation)，以確保研究分析的信賴性 (trustworthiness) (陳向明, 2004; Lincoln & Guba, 1985)，研究過程蒐集不同資料，將訪談資料、課堂觀察資料，以及檔案文件資料等，進行相互比較，在產出初步分析結果時，由研究者和教學者進行討論以確認這些結果和課程規劃、教學實施的符合程度，透過來來回回的比較過程以檢證資料的準確性，並綜合歸納出研究發現，有關本研究各項資料的處理方式分述如下：

(一) 訪談資料

本研究將訪談錄音檔轉譯成逐字稿，再彙整其他的研究資料，透過持續比較與重複檢視 (Bogdan & Biklen, 2007)，並依據研究問題進行概念化的分類，用歸納的方式將現象將加以分析整理，形成本研究資料的分類與編碼，以做為描述與分析的依據，隨著資料分析的過程，逐漸沈澱、篩選出重要的發現。

(二) 觀察記錄

本研究依據前述的課室觀察要點進行記錄，並依據研究問題將課室觀察記錄進行分類及編碼，從中建構意義，並且和其他資料進行分析與比較。

(三) 文件資料

本研究所蒐集的文件資料，包括教師共備會議記錄、課程教學綱要、學校課堂計畫、學生作業資料、教學活動照片、教師教學省思札記…等，依據本研究分析架構進行編碼，並概據研究問題進行資料比對與分析。

肆、研究結果分析與討論

本研究在個案學校的跨年級自然課室中實施二個循環的差異化教學，並針對教學策略、教師的協同教學及學生的自主學習等主軸進行分析，有關實施差異化教學的行動歷程及兩位教師協同合作方式的討論，分述如下：

一、「空氣與燃燒」單元實施國小跨年級自然教學的歷程與省思

（一）以同質性方式進行學生分組

個案班級採取同質性的分組方式，「如果是異質組成的話，經常會發現由成績好的同學獲得操作權與話語權，同一組裡面大概只有 1、2 個會在操作和講話」(訪_T1_191114)，基於學習平權的理念，個案教師考量學生的操作能力、討論能力及學習成就等條件，以同質性方式把全部 11 位學生分成三組，「我們就把學習較弱勢的三位小朋友全部集中在一組，協同老師視情況提供幫忙，就有一點像課中補救的方式，誰有困難就幫誰」(訪_T2_191210)，相關研究也顯示，教師要多指導低能力學生對任務的理解，當對學習任務理解之後，多數低能力學生便有學習自信進入知識建構的歷程（劉世雄，2018）。

（二）差異化教學教學流程

採用課程輪替進行跨年級教學，班級的學生人數變多，也讓教學策略的選擇多元化，有足夠的學習人數可以進行競賽、分組觀摩、技能提升的目標（陳文正，2021），然而，若過度依賴全班齊一式的教學，容易忽略學生的差異問題，所以，必須加入差異化教學的元素，才能照顧到學生的學習品質（梁雲霞，2018）。在差異化教學的實施方面，以「合、分、合、分、合」的架構做為基本教學流程，這流程中安排兩次的分組學習活動。

在空氣與燃燒這個單元的一開始，進行猜測蠟燭燃燒時間的活動，「老師拿出三杯形狀不同的玻璃杯，請學生猜測蠟燭杯內的燃燒時間快慢並解釋，再讓學生操作觀察，最後進行全班討論，在老師提問時，只有一至二位學生回答」（觀_U1_191014），操作這個活動的目的是想要引起學生的學習興趣，並且介紹這個單元的內容。

第一次的分組活動以分站學習方式進行，上課前教師先進行實作活動的工作分析，確認完成實驗需要操作打火機、計時器、蓋廣口瓶及判斷記錄等不同的工作技能，接著，再將每項工作技能設為一個分站的學習內容，然後再依照學生的個別能力分配至不同分站學習操作技能，「T1 先把全班重新分成每三人 1 組共 4 組，T2 到 A 組指導學生學習正確使用打火機點燃蠟燭，B 組學習如何使用計時器，C 組學習如何安全地把廣口瓶蓋上蠟燭，D 組學習如何判斷蠟

燭熄滅了，T1 提供自學單給每一組，確認每個人都熟練後，T1 要求大家回到原本的分組，此時，每組都有人會點蠟燭、計時、蓋瓶子、判斷，教室裡只有四張實驗桌，學生移動位置花一點時間」(觀_U1_191017)，當各分站學生都學會工作技能之後，就回到原本的小組和組員共同完成實驗，這種方法就是拼圖式學習法的概念，最大的優點是學習實驗操作技能的任務編組就是平時學生上課的組別，各小組的組員比較有合作經驗，「有安排分組學習，因為每個人都有被分派任務，而且每個人都要負責一部份才有辦法完成實驗，所以上課會比較專心」(訪_T2_191121)。這個實作活動主要是想讓學生確認物質燃燒需要氧氣，這是每一位學生都要學會的科學概念。此時，學習不再是個人的事，而是人人主動參與和貢獻的群體學習，這種小組學習的分工合作過程，讓學生有協同共作的學習經驗，對於偏鄉小學學生的群性發展十分重要(王曾敬梅、陳文正，2021)。

第二次的分組活動採用 Hegarty-Hazel (1986) 的不同層次探究教學架構，「全班 11 位學生固定分成三組，第一組有 3 位學生，第二、三組各有 4 位學生，T1 在黑板寫上「如何預測蠟燭在杯子裡燃燒的時間？」接著，帶領學生討論並領取操作實驗器材，就開始分組活動，T2 直接指導第一組做實驗，另外二組學生進行小組討論，決定實驗步驟和如何分工，第一組在記錄實驗結果時花費較多時間」(觀_U1_191021)，如上所述，個案班級採取同質性分組，第一組由低能力學生所組成，教師安排他們進行探究層次 0 等級的驗證式實驗，第二組和第三組則是進行 2a 等級的引導式探究活動，這種做法就是以學習過程來實施差異化教學，亦即，教師提供多層次的學習任務，讓不同需求的學生都能投入並且完成任務(徐慧中、徐偉民，2019；涂家綸、掌慶維，2020)。最後一次的合班上課安排小組分享活動，各組學生上台分享探究的結果，「我們班上的學生在中年級的自然課時，比較少有上台發表的經驗，經常無法清楚表達做實驗的目的、過程和結果，每次要各組推派代表，大概都是固定的學生會上台」(訪_T2_191121)，此處也突顯個案班級在中年級時的學生人數較少，讓自然教師選擇教學策略時受到限制，也影響學生與同儕互動的機會(洪麗瑜，2018)，另外，學生在班上學習角色固定可能會影響學習機會，透過差異化教學能提供學生多元展能的機會，所以，實施差異化教學是實踐學習公平性的可行方式之一(Tomlinson et al., 2003)。

(三) 差異化教學行動後的省思

1. 低能力組學生需要持續地教學支持

個案教師選擇課程輪替的模式來實施跨年級自然教學，「108 學年度訂購 N 版自課本和習作各十一本，兩個班一起上六年級的課程(文_C_01)，這種

主題文章

課程模式是以現行教科書為主的方式，我們想要選擇一種可以依照課本單元安排，不用另外設計課程就可以把學生合在一起上課」(訪_T1_190910)，然而，不同能力的學生學習相同內容時，教師必須提供不同的學習支持，將實驗數據轉化成為圖表是國小自然領域的重要能力之一，圖感 (graph sense) 分為看圖讀數據訊息、看圖讀數據關係、看圖讀預測數據，學生在高年級的數學課也學過相關課程，依據課堂觀察結果，這項學習任務對低能力組學生來說相對困難，需要提供教學鷹架才有可能完成，以製作空氣體積與蠟燭燃燒時間相互關係的折線圖為例，T2 的關鍵引導方式是，「這個圖，橫軸表示什麼 (玻璃瓶的容量)？縱軸表示什麼 (蠟燭燃燒時間)？我們做的第 1 次實驗要從紀錄表那裡開始紀錄 (100ml)？蠟燭燒了多久 (8 秒)？請先找橫軸的 250ml 這條線，再找 17 秒在哪裡，找出這條線，兩條線交叉的地方就是我們要找的點，接著再找第二個玻璃瓶 (250ml) 和第三個玻璃瓶 (500ml)，最後請學生把三個點畫成一條線」(觀_U1_191024)，從以上的教學段落可以看到，T2 使用簡化提問的教學策略協助低能力學生完成繪製圖表的學習任務，「指導學生時，第一個我會重新聚焦，把文句縮短一點，第二個我會把它的難度降低，我會用他們比較容易理解的方式來表達」(訪_T2_191210)。

2. 安排不同的小組學習活動可促進學生的互動

本研究發現，雖然採取同質性分組方式，但是在同組學生仍具有差異性，這些差異可能會影響學生學習公平性及學習投入，劉世雄 (2018) 認為高能力學生的學習風格以及學生的人際關係可能是影響學生投入分組學習的影響因素，安排分組學習可以提供學生個別練習過程技能之外，在人數較少的小組內，也有較多的機會和同儕對話，研究指出，合作學習的過程能增進人際互動機會，培養人際關係的能力 (林欣毅等，2016)，本研究的發現也呼應了這個觀點，「高年級的自然課要求學生學會實驗操作之外，也要培養要學生的討論和發表能力，這些都要透過分組來進行，教學時要注意學生在組內操作與討論機會的公平性，適時調整小組成員」(研_M_190924)，Quail 與 Smyth (2014) 認為小組的組成方式會影響學生的跨年級上課知覺，所以，從學習公平性的角度來看，跨年級自然教學時的小組組成方式就是教師必須關注之課題。

3. 提供教學鷹架有利於自主學習及分享發表

本研究安排多層次的分組學習活動，讓學生有機會和不同的小組成員一起學習，在跨年級教學時，如果學生能熟練各種分組型態的轉換，教師就更能夠實踐差異化教學 (梁雲霞，2018)，在老師長期關注的情形下，學生已習慣隨呼即應的師生互動模式，自主學習是少見的學習場景，自調學習的能力對偏鄉的學生很重要，學生若具備這些能力，就能自己規劃及監控學習狀況。依據課

室觀察，進行小組活動時學，全班分成三組由兩位老師共同上課，同一時間，可能會有某些小組需要自己完成學習任務，此時，提供學生學習引導單就顯得相當重要，另外，為了訓練學生的小組發表能力，應提供學生上台分享的流程及句型等教學支持，在硬體設備方面，需提供學生文具用品及實驗桌椅以利教學活動進行。

4. 察覺的問題與解決策略

依據本研究第一循環教學所察覺的問題，本研究在第二循環所做的調整有：（1）協同教師固定指導低能力的學生小組；（2）提供足夠的桌椅及小白板等設備；（3）發展工作單引導學生完成自主學習任務。

二、「水溶液的性質」單元實施國小跨年級自然教學的過程與省思

（一）依據教學行動省思來調整跨年級自然教學

依據前次教學行動的省思，在第二個循環教學時，本研究將全班以同質性分成三組，在進行分組學習活動時，協同老師直接指導低能力學生組，在同一時間，主教老師則負責另外兩組的分組學習，為了讓分組活動順利進行，也研發學習引導單，以拼圖式分站學習為例，「在每個分站組的工作箱中都有一個學習引導單，先說明這個分站組的小組成員是誰，小組長就要帶領分站組的同學，一起去學習分站組的技能」（訪_T1_191203），這些學習引導單可以協助各組學生練習自己完成小組的學習任務。

實施合班上課有別於單一班級的教學，需要在空間及教材方面做調整（林欣毅等，2016），偏鄉小校的班級人數較少，許多教室的軟硬體設備數量都有固定的安排，因應跨年級自然教學需要調整，「高年級兩個班合在一起上課，學校有購買足夠的桌椅提供使用，為了方便學生分組活動時的討論及發表，各組也都有專用的小白板和相關文具」（研_M_191001），這些小白板是老師教學時常用的工具，為了讓培養學生討論和發表的能力，自然教室的黑板兩側及各組桌上都張貼討論及發表的注意事項，希望透過這些有結構的視覺線索讓學生知道上台發表的流程。

（二）差異化教學教學流程

在水溶性的性質這個單元，首先進行的是利用五官經驗觀察水溶液的活動。「老師拿出兩杯水溶液，請學生猜測後解釋預測的結果，再讓學生用五官來觀察，最後進行全班討論與分享的活動」（觀_U2_191118），這個活動的目的是培養學生的觀察能力，引起學生的學習興趣，並且介紹這個單元的內容。

主題文章

在第一次的分組活動時同樣以分站學習方式進行，「為了提高學生的參與度，水溶液單元的實驗活動採取分散學習的方式來設計，讓每位小組成員都具有某一項操作，透過分組的拼圖式分站學習，提供學生展現操作技能和相互指導的機會」(研_M_191121)，上課前教師先進行實驗活動的工作分析，確認完成實驗需要切割高麗菜、倒熱水及過濾等工作任務，再將每個工作設為一個分站的學習內容，「T2 先教第一組學生如何將紫色高麗菜剝成小碎片裝入燒杯，T1 指導第二組如何將 500ml 的熱水安全地倒入燒杯，第三組學生依據學習引導單練習使用計時器的方法，以及如何將燒杯內的水溶液倒出來過濾，每個人都熟練後，T1 再把全班 11 學生重新分成每三人 1 組的小組共 4 組，每組都有人會剝高麗菜、倒熱水、算時間和過濾」(觀_U2_191125)，此次教學安排有別於第一個循環，這次安排三個小組分別學習三種不同的實作技能，當各分站學生都學會實作技能之後，再將全班重新編成 4 組，共同完成自製酸鹼指示劑的實作活動，這是每一位學生都要學會的重要概念。

在第二次合班上課時，每組的成員來自於學習技能編組的不同學生，這個臨時組成的小組任務就是要完成實驗操作，完成實驗任務需要許多步驟、操作程序及注意事項，由於每位組員都只會部份的過程技能，所以需要所有的組員積極參與學習任務，透過小組的合作才有可能完成任務，此時，學生容易有分心、嬉戲等情形，提供學生學習引導單將學習任務結構化，這樣的方式可以促進學生的學習潛能，提升學習成效(林吟霞，2018)。

在第二次的分組活動安排的是探究學習活動，考量在自然科學探究歷程的學習時，必須給予學生內在及外在動機的支持(Bevins & Price, 2016)，T1 請學生自評能力與意願，讓學生自己選擇以個人或小組的方式完成探究活動，「老師把全班重新編成 A、B、C 組，說明這節課要使用 BTB 指示劑檢測常見的水溶液性質，T1 把發給 A 組器材及學習單，請他們自己閱讀後，T1 到 B 組帶領學生讀學習單，討論實驗步驟，T2 指導 C 組學生閱讀學習單，說明實驗步驟。做實驗時，要求 A、B 組每個人自己操作，C 組由 T2 帶著做」(觀_U2_191121)，從以上的課室觀察來看，A 組學生安排的是 2a 等級的引導式探究活動，B 組進行的是 1 等級的結構式探究活動，第三組則是 0 等級的驗證式實驗，另外，T1 準備了若干未知水溶液，每位學生必須完成 1 個之實驗並做出正確判斷後，才能領取下一個水溶液進行檢測，學習進度與成果則視每位學生的狀況而定，這就是結果學習內容與學習成果差異化的作法(黃于真、陳美如，2018；顏惠君，2016)，「雖然是採取課程輪替的課程規劃，但是每一個人要學習目標都是一樣的，所以，我採取的方式就是讓每一個小組操作的任務複雜程度不同，讓大家可以同時間完成這件事情，利用任務差異化的方式來達到差異化教學」(訪_T1_191203)。最後一次的合班上課安排小組分享活動，各組學生上台分享探究的結果。

(三) 差異化教學行動後的省思

1. 學習引導單可協助學生在跨年級自然教學時的自主學習活動

本研究將個案班級分成三組，協同老師 T2 直接指導低能力學生組，在同一時間，主教老師 T1 則負責另外兩組的分組學習，為了讓分組活動順利進行，T1 經常使用學習引導單。以拼圖式分站學習為例，「在每個分站組的工作箱中都有一個學習引導單，先說明這個分站組的小組成員是誰，小組長就要帶領分站組的同學，一起去學習分站組的技能」(訪_T1_191114)，學習引導單是跨年級教師共同備課的重點，「學習引導單很重要，小組操作分站學習時都會用到，我和 T1 備課時，要把操作實驗的技能做分析，類似拆解活動，再思考小組學生人數來分配工作」(訪_T2_191210)。

學習引導單有兩種型式，分別用在同質性小組以及拼圖式分站學習，目的在協助各組長帶領組員完成小組任務，以第一種引導單為例，內容大致包括：「1. 任務名稱：測量水溶液酸鹼性；2. 工作分配，領器材、操作、記錄；3. 共讀課本操作注意事項；4. 輪流操作；5. 輪流發表操作結果，藍色石蕊試紙 x 色，紅色石蕊試紙 x 色，所以 xx 溶液是 x 性」(文_S_01)，第二種使用在分站學習的工作單，內容則包括：「1. 確認組員和組長；2. 目標（各分站不同）；3. 有問題舉手請老師幫忙；4. 確認工作箱內的器材；5. 工作細項說明（用打火機點燃蠟燭再蓋上玻璃杯）；6. 輪流操作；7. 找老師檢查確認；8. 還有時間再多練習」(文_S_01)，個案教師使用的學習引導單，內容多以條列式的簡短語句，除了清楚說明活動的流程，也提醒學生有關活動目標、工作分配、確認器材、請求協助及確認等重要事項。若學生能利用工作單且選用各種學習策略，以適應自己的學習，並克服各種學習困難之能力，就能獲得自調學習能力之成長（李新鄉等，2015）。

2. 提供明確指令及視覺線索可協助學生的自學習活動

在學生進行分組活動時，明確告知任務目標與操作時間，適時更換組內分工也是很重要的，Engin（2018）的研究也發現，在跨年級班級中安排分組學習活動時，必須提醒學生操作活動的時間，在黑板上貼上不同顏色的圖形也可以達到這個效果，例如：紅色代表自己操作、綠色代表可以向老師和同學提問、黃色代表和同學討論。「每節課我都會在黑板寫下學習目標，要學生分組操作時，我會用計時器告訴學生，分站學習時就會由他們自己計時，為了訓練每個學生熟悉不同的角色，每週都會更換小組長」(訪_T1_191114)。為了讓培養學生討論和發表的能力，教室黑板兩側及各組桌上都張貼討論及發表的注意事項，「1. 眼睛看前面的同學；2. 聲音要夠大聲；3. 先說：「大家好，我是○○○。」；4. 再說：我想分享 xxx；5. 下台前要說：「謝謝大家！」。」(觀_U2_091118)，

這些有結構的視覺線索能讓學生知道上台發表的流程並培養相關能力。

3. 結合分組學習的跨年級教學具有差異化教學之特徵

差異化教學應是一種動態的歷程，教師可據此在不同情境與學習領域發展出各種教學策略或模式，在教學過程中不斷的調整與修正，搭起鷹架協助學生發揮潛能，達到有效的學習。本研究透過兩位老師的共同備課，設計探究學習、拼圖學習、分站學習等策略，教學時評量學生興趣及能力等方面的差異，分派不同的學習任務及學習內容，而且協同老師適時擔任課室觀察及課堂參與者，教學後，依據教學觀察進行調整，這些都符合關注學生的個別差異、評量學生能力決定學習序列、依據學生需求規劃學習內容和師生共同合作等差異化教學課室的特徵（Smit & Humpert, 2012）。

本研究個案班級學生在進行小組學習及分站學習時，教師都有提供充足的設備、學習的視覺線索和學習引導單，這種操作方式類似於德國小學實施的工作站學習法，學生要詳讀被分配的任務目標與指示，安靜地執行學習任務（林吟霞，2009）。跨年級教學經常安排學生進行個人及小組的學習活動，個案班級教師提供學習的視覺線索和學習引導單等教學鷹架，有助於學生自調學習能力的培養，偏鄉的學生經常處於被動學習及教師主導的學習環境中（洪麗瑜，2018），將學習策略融入分組學習任務、提供多元任務學習的機會、善用學習引導單和簡化提問等策略，皆是提昇學生自調學習能力的有效教學策略（林吟霞，2018）學生若具備這些能力，就能自己規劃及監控學習狀況，達到十二年國教課綱「自發」、「互動」、「共好」的目標。

三、跨年級自然教學時的教師協同模式

當兩個班級採取課程輪替實施跨年級教學時，可以只安排一位教師負責上課，這是國外比較常見的作法（Erden, 2020; Naparan & Alinsug, 2021; Shareefa, 2020），教學時輪流到各個小組進行直接指導，這種師資安排的方式在課程準備與上課負擔會比較重，適合有經驗的自然科老師（王曾敬梅等，2021），本研究的個案班級採取的兩位老師共同上課的模式，教師在共同備課、觀課與議課的合作關係，是進行跨年級教學重要關鍵（陳文正、劉俊億，2019）。

（一）以合作伙伴關係進行跨年級自然教學

教學時由主教老師 T1 負責上課，協同老師 T2 則專職負責需要課中協助的小組，兩位教師經常像是合作伙伴，為實踐跨年級自然教學的目標，共同思考設計有趣的學習活動，「這節課的引起動機活動安排小組疊杯競賽，操作時要先將玻璃杯蓋住桌上的蠟燭，不能讓蠟燭熄滅，老師提供形狀和開口都不同

的玻璃杯讓各組選擇，學生要先判斷那一個容器會讓蠟燭燃燒得比較久」(觀_U1_091014)，在水溶液單元設計的彩色麵操作活動也很有創意，「T2 比較有創意，想出在鹼性麵條中加入各種可食用的蔬果汁或紫色高麗菜，要求學生做出老師指定的紅、紫、綠色麵條，學生可以玩又能吃，教學效果真的不錯」(訪_T1_191203)。

個案學校採取專長配課來安排高年級的任課老師，「108 學年度六年級的自然課和體育課由自然專長的 T1 授課，五年級的自然課和體育課由體育專長的 T2 授課」(文_C_01)，在進行自然課由專長老師來負責主要教學任務，「自然科是我比較擅長的任教科目，學校今年安排我們在高年級的自然課和體育課合班上課，我們都是兩個人一起授課，自然課我來主教，體育課時就換成 T2 主教」(訪_T1_191114)，在進行體育課時，兩位老師的主教與協同教學的角色互異，「我和 T1 一起合班教自然，從 T1 身上學到掌握自然的核心概念、實驗工作分析及學生分組的技巧，我是體育系畢業的，和 T1 討論課程時，我也會分享一些重要的教學策略」(訪_T2_191231)，如文獻分析所知，教師在執行跨年級教學時，會有跨年級教學專業知能不足之感 (De Borja et al., 2020)，這種透過專長配課進行跨年級教學的方式，除了可提供學生比較好的教學品質之外，兩位教師可累積跨年級自然教學的經驗，也能提升教師在非專長領域的教學專業。

綜合以上本研究的分析來看，兩位教師在進行跨年級教學時，專長配課是很重要的關鍵，這種安排可以讓教師發揮各自專長，共同規劃和善用教材教具，運用多元的教學策略。所以，當教師能採取協同教學的模式，透過教師之間的分工合作，確實有助於合班混齡上課的實施 (陳黎娟，2018；Baeten & Simons, 2016)。

(二) 透過相互監控進行跨年級自然教學

教學時，兩位教師除了以合作伙伴關係進行跨年級自然教學，有時也會處於相互監控的模式，「在 T1 教學時，我會協助準備和發器材，也會仔細聽看看他講的內容，如果有一些重點他忘了講，我就會提醒他或是換我來跟學生說」(訪_T2_191210)，雖然兩位老師有固定負責的小組，在個案班級的分組活動時，也可以看到交互指導小組的教學場景，「有時候我會到 T2 負責的小組觀察學生的學習進度，當學生不太理解 T2 的解說時，我會試著用我的方式來協助學生的概念建構時」(訪_T1_191114)。

研究指出，教學信念與教學實踐是一種雙向互動的過程，教學信念的影響教師協同教學的因素之一，在有目標導向的前提之下，個案班級的兩位老師在同一個課室進行跨年級自然教學，很自然地就形成協同與合作的伙伴關係 (王

主題文章

曾敬梅、陳文正，2021），兩位教師以實踐跨年級自然教學為教學信念，在共同備課、教課、觀課、議課的過程中，發展出合作伙伴、助理教師、相互指導的協同合作模式，除了增加伙伴教師之間的相互歸屬感，也可以促進教師和學生間學習氛圍，這些都有助於跨年級自然教學活動的進行（McDonald, 2009; Robinson & Schaible, 1995; Sirkko et al., 2018）。

四、跨年級自然教學時的協同教師的角色

（一）扮演跨年級自然教學的備課、觀課及議課者

在本研究的個案班級中，課堂的教學主要由 T1 負責，T2 擔任協同老師，但是，T2 在若干階段都扮演著關鍵性的角色，在課前，T2 負責和 T1 進行共同備課，「在學校裡兩位老師要共同討論的時間會非常的不夠，一起上課就會有共同討論的需求，我和 T1 會利用許多空檔，也許是課程結束完之後，談一談下一節課該怎麼設計活動」（訪_T2_191210），特別是合班之後安排了許多分組學習活動，兩位老師都要很清楚知道每一節課的教學目標以及教學流程，「每節課前我和 T2 會共同備課，上課時 T2 負責指導低能力組，在討論課程時，他經常都會調整流程和設計的建議，讓低成就學生也能一起學得會」（訪_T1_191114）。

在上課時，T2 大多時候扮演著觀課者的角色，「進行課後討論時，T2 會依據課堂上看到的學生表現，給我一些回饋，基本上每一節課都在公開授課，對我來講，會有一雙善意的眼睛來看我的課」（訪_T1_191203），有時候，T2 也要扮演助教老師，「如果在課中我忘記把課前備課的重點提出來討論，或是漏了一些重要的流程，T2 就會適時的做補充」（訪_T1_191114）。

依據十二年國教課綱的規定，中小學的校長及老師每年都必須進行一次的公開授課活動，過去校園普遍存有以觀察教師教學表現為主的氛圍，使得公開授課經常淪為表相式的討論，而且有效的觀課和議課必須長期且結合共同備課才有可能（劉世雄，2021），依據本研究的分析來看，個案教師在執行跨年級教學時以協同合作為理念形成專業社群，能促進教師以學生學習為焦點進行對話與省思，亦有助於改善學生學習困難，協助教師的專業成長。換言之，兩位教師以協同方式進行跨年級自然教學，透過長期的共同備課、觀課和議課，可以促進彼此間的對話與省思，增進跨年級教學的相關知能。

（二）擔任跨年級教學小組學習的參與者

協同教師除了扮演共備觀議課的角色之外，有時在進行小組活動時，也需要扮演小組長的角色，擔任組內的小老師，「T1 說明這節課的目標是要製作氧

氣，要求各組領完實驗器材，T2 就開始帶領組員閱讀課本的實驗步驟，並且把圈出重點語詞」(觀_U1_191017)，T2 會視學習內容與任務的難度試著讓學生進行小組討論，「某一段時間我還是會採取開放和引導的方式，讓他們可以討論出一個共同的共識」(訪_T2_191121)，值得一提的是，T2 也可以彈性扮演學生的角色，在進行拼圖式學習時，補足在學習技能編組及任務小組編組時人數不足的狀況，讓拼圖式學習可以順利進行，「班上只有 11 個學生，再加上 T2 剛好有 12 個，所以就可以拆成四個分站組，這樣在操作分站教學時會更順利」(研_M_191128)，總的來說，在教學階段，協同老師在不同階段會以參與者的角色來協助跨年級自然教學的進行。

研究顯示，教師認為自己對於跨年級的相關知能不足、缺乏教學資源及支援的孤立感，需要教育行政單位協助制定規範解決跨年級教室中所面臨的問題 (Hargreaves et al., 2001)，這些感受可能和教師在師培過程沒有受過跨年級教學培訓有關 (陳黎娟, 2018)。個案班級的兩位教師以協同模式進行跨年級自然教學，在專長配課的安排之下，兩位教師建立目標導向的合作關係，整合發揮教師專長，透過共同備課來規劃課程，教學時，協同老師適時轉換不同角色，運用多元的教學策略和評量方式，達到差異化教學的目標 (Baeten & Simons, 2016)。

伍、結論與建議

本研究目的主要探討國小跨年級自然教學實施差異化教學的行動歷程，並分析授課教師的協同合作方式，透過課室觀察、教師訪談及書面文件等方式蒐集資料，經分析後，將本研究結果歸納為三點結論及建議，做為進行國小自然領域跨年級教學規劃與實施之參考。

一、研究結論

(一)在跨年級自然教學採取多層次的分組學習活動是差異化教學的可行策略

差異化教學是跨年級自然教學的重要目標之一，若教師想要讓每位學生獲得學習成長，就必須發展適當的差異化教學策略，這實踐的過程也會讓教師的教學能力獲得成長 (De Borja et al., 2020)，關注學生的個別差異、評量學生能力決定學習序列、依據學生需求規劃學習內容和師生共同合作是差異化教學課室的特徵 (Smit & Humpert, 2012)，依據本研究的分析結果，在跨年級自然教學採取多層次的分組學習活動，教學前，要先確認該單元的核心概念並進行工

主題文章

作分析，設計多元的探究、拼圖及分站學習活動，再依據個別學生及各個小組的學習特性分配給學生不同的學習任務，教學時，評量學生興趣及能力等方面的差異，分派學習學生不同的學習任務及學習內容，而且協同老師適時擔任課室觀察及課堂參與者，教學後，依據教學觀察進行調整。

(二)提供教學鷹架可協助學生完成自主學習活動並培養自調學習能力

考量跨年級教學採用分組學習上課模式，除了可以增加同儕互動的機會之外，更重要的是能提供學生自主學習的學習機會，完成這些任務和學生的自調學習能力有關，老師可以提供學習輔助，分階段逐漸培養學生的相關能力。依據本研究的結果，學生進行小組學習及分站學習時，必須提供給充足的設備、學習的視覺線索和學習引導單，要求學生詳讀被分配的任務目標與指示以完成學習任務（林吟霞，2009）。提供學生學習的視覺線索和學習引導單等教學鷹架，有助於學生自調學習能力的培養，將學習策略融入分組學習任務、提供多元任務學習的機會、善用學習引導單和簡化提問等策略，是提昇學生自調學習能力的有效教學策略（林吟霞，2018），在學習引導單的設計上，要以條列式的簡短語句說明活動的流程，提醒學生有關活動目標、工作分配、確認器材、請求協助及確認等重要事項。

(三)採取教師協同教學模式有助於跨年級自然領域實施差異化教學

本研究由兩位老師進行跨年級自然教學，依據本研究結果，兩位老師在不同階段展現出合作伙伴及相互監督的關係，其中，協同教師是要的關鍵之一，不但要負責直接指導低能力的學生小組，使用簡化提問的教學策略協助低能力學生完成學習任務，同時，也扮演跨年級自然教學的備課、觀課及議課者及小組學習的參與者的多重角色。在實踐差異化教學的歷程中，兩位教師發展出合作伙伴、助理教師、相互指導的協同合作模式，除了增加伙伴教師之間的相互歸屬感，也可以促進教師和學生間學習氛圍，就研究結果來看，兩位教師能根據自己個人的專長和興趣來規劃並執行教學活動，這種分工合作且互補不足的安排，比較容易有成功的經驗，充份發揮協同教學的優勢（黃永和、莊淑琴，2004）。

二、研究建議

(一)偏鄉小校的教學行政單位應透過專長配課協助校內推動跨年級自然教學

偏鄉小校經常面臨教師流動比率高以及校內專長教師不足的情形，依據本研究的結果，在規劃跨年級自然教學時可以採取專長配課的方式來解決這個

問題，例如：學校行政單位在排定各科的任教老師時，將六年級的自然課和體育課分配給校內一位自然專長教師，五年級的自然課和體育課配給校內另一位體育專長教師，五、六年級的自然課和體育課都由這兩位老師以協同教學方式進行跨年級教學，而且都由專長老師擔任主教老師，非專長老師則擔任協同教師，這種安排可以提供學生較高的教學品質，兩位教師亦可累積跨年級自然教學的經驗，也能提升教師在非專長領域的教學專業。而這些專長配課的安排有賴學校行政單位的規劃方能達成，讓校內跨年級自然教學執行得更順暢。

（二）提供數位平台學習鷹架培養學生線上自主學習的自調學習能力

本研究的課室觀察顯示，國小自然領域的跨年級教學除了老師的直接教學之外，也安排了許多學生自主學習的活動，由於合班後班級的學生人數變多，即使有兩位老師在課室裡也無法同時指導所有的小組進行學習，Naparana 和 Alinsug（2021）也建議在跨年級的課室可以適時導入科技設備做為學生學習的輔助工具。所以，除了本研究使用的的視覺線索、學習引導單及協同老師直接指導等學習鷹架之外，透過均一學習網、教育部因材網或其他數位平台，安排學生進行個人或小組的線上學習，亦是一種培養學生自調學習的設計取向。另外，數位學習平台具有許多實體教學缺乏的特性，瞭解學生透過數位平台進行自主學習應是值得研究的方向。

（三）未來可持續探討在跨年級自然課室實施差異化教學對學生學習的影響

本研究主要在探討兩位教師在國小跨年級自然課室中，設計及執行差異化教學的歷程，本研究結果初步確認在跨年級自然教學執行差異化教學的策略，透過課室觀察也發現學生有自主學習及合作學習的表現，然而，本研究採取課程輪替的課程模式進行跨年級自然教學，對於學生在混齡的學習環境中，有關自尊建立、同儕友誼、社會發展、自我效能及學習成效等方面並沒有未列入研究範圍，建議未來的研究可持續探討在跨年級自然課室採取不同的課程模式實施差異化教學對學生學習的影響。

致謝

衷心感謝參與本研究的所有師生；洪儷瑜教授與陳淑麗教授所提供的跨年級教學專業諮詢，審查委員用心提出之寶貴及懇切的意見，對本文裨益良多，特此一併致謝。。

參考文獻

- 王曾敬梅、陳文正（2021）。自然科學跨年級教學設計與案例。載於梁雲霞、詹寶菁主編，**跨年級教學－領域教學設計與案例**（頁 131-162）。五南。
- 李松濤、林煥祥、洪振方（2010）。探究式教學對學童科學論證能力影響之探究。**科學教育學刊**，**18**（3），177-203。
- 李新鄉、黃文宏、李茂能、盧姿里（2015）。採用 STS 教學對於自我調整學習能力不同的國小自然與生活科技低成就學童之影響。**南台人文社會學報**，**13**，1-44。
- 林玉環、張綺蕊（2002）。協同教學法在社會科教學上的應用。**社會科科學學報**，**1**，99-110。
- 林吟霞（2009）。德國適性教育實務篇：中小學自主學習取向教學法之運用。**教師天地**，**159**，16-23。
- 林吟霞（2018）。運用德國「工作站學習法」促進學生自主學習的教學策略。**課程與教學季刊**，**21**（2），1-32。
- 林欣毅、鄭章華、廖素嫻（2016）。混齡教學於國小小學階之實施方式與支持措施：多重個案研究。**教育實踐與研究**，**29**（2），1-32。
- 林思吟（2016）。淺談差異化教學。**臺灣教育評論月刊**，**5**（3），118-123。
- 洪儷瑜（2018）。跨年級教學概論。載於梁雲霞、陳淑麗主編，**跨年級教學實務手冊**（頁 3-12）。教育部國民及學前教育署。
- 涂家綸、掌慶維（2020）。國中體育課實施差異化教學之行動研究以游泳教學為例。**東海體育學報**，**4**，1-11。
- 徐慧中、徐偉民（2019）。以差異化教學實施國小混齡數學補救教學之行動研究。**臺灣數學教師**，**40**（2），1-28。
- 陳文正（2021）。**跨年級教學的課程與教學設計**。跨年級教學專業知能初階研習，國立臺東大學。
- 陳文正、劉俊億（2019）。一所偏鄉國小推動跨年級教學之研究。載於洪儷瑜、陳聖謨主編，**跨年級教學的實踐與眺望-小校教學創新**。心理。

- 陳向明（2004）。社會科學質的研究。五南。
- 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。 <https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/27883/82357.pdf>
- 教育部統計處（2021）。108學年度國小校數分布。 <https://stats.moe.gov.tw/statedu/chart.aspx?pvalue=01>
- 莊惠如、王菀詩、吳怡慧（2014）。同異質分組並行之差異化教學。中等教育，65（3），117-131。
- 梁雲霞（2018）。跨年級教學：課程與教學設計。載於梁雲霞、陳淑麗主編，跨年級教學實務手冊（頁13-33）。教育部國民及學前教育署。
- 陳黎娟（2018）。非主科混齡教學實施現況之研究——以一所實驗小學為例。學校行政雙月刊，113，119-138。
- 黃于真、陳美如（2018）。差異化教學對國中學生數學學習成效影響之研究。師資培育與教師專業發展期刊，11（1），91-122。
- 黃永和、莊淑琴（2004）。協同教學的回顧與展望。教育研究月刊，117，64-77。
- 楊秀停、王國華（2007）。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。科學教育學刊，15（4），439-459。
- 詹寶菁（2021）。當跨年級遇上適性教與學：國小社會領域跨年級課程規劃與實施之探究。課程與教學季刊，24（1），61-92。
- 劉世雄（2018）。差異化教學的同質性分組協同學習模式之探究。教師專業研究期刊，16，25-51。
- 劉世雄（2021）。國小教師採合作探究理念進行觀課、議課之個案研究。教育研究與發展期刊，17（1），1-29。
- 鄭立婷、林煥祥、洪振方（2020）。透過科學營探討弱勢學生之探究能力表現。科學教育學刊，28（3），197-221。
- 鄭同僚（2015）。偏鄉學校型態實驗教育計劃。 <http://u.camdemy.com/sysdata/doc/9/94c239f3f07cedfe/pdf.pdf>
- 劉欣華（2018）。探究差異化教學於國小教學之實踐。臺灣教育評論月刊，7（3），116-123。
- 鄭博真（2002）。協同教學：基本概念、實務和研究。復文。
- 謝志偉（2003）。自我調節學習理論之探究。課程與教學，6（3），147-168。

主題文章

顏惠君 (2016)。提升國中生國文閱讀理解能力之差異化教學方案的設計與實踐。《中等教育》，67 (4)，112-130。

Abd-El-Khalick F., BouJaoude S., Duschl R., Lederman N.G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein A., Niaz M., Treagust D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419.

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

Baeten, M., & Simons, M. (2016). Student teachers' team teaching: How do learners in the classroom experience team-taught lessons by student teachers? *Journal of Education for Teaching*, 42(1), 93–105.

Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17–29.

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods* (5th ed.). Pearson.

Carrier, W., & Kemmis, S. (1986). *Becoming critical: Knowing through action research*. Falmer.

Cohen, D., Raudenbush, S., & Ball, D. (2003). Resource, instruction, and research. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 25(2), 119–142.

De Borja, J.M.A., Sigua, E.M. S., & Marasigan, A. C. (2020). Pedagogical practices of multigrade teachers in conducting science learning activities. *IOER International Multidisciplinary Research Journal*, 2(3), 219–228.

Dollard, M. W. & Mahoney, K. (2010). How effective is the Jigsaw method when used to introduce new science curricula in middle school science? *Ontario Action Research*, 10(3), 1–55.

Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Journal of Studies in Science Education*, 38, 39–72.

Engin, G. (2018). The opinions of multigrade classroom teachers on multigrade class teaching practices (multiple case analysis: Netherlands-Turkey example). *International Journal of Progressive Education*, 14(1), 177–200.

Erden, H. (2020). Teaching and learning in multi-graded classrooms: is it sustainable? *International Journal of Curriculum and Instruction*, 14(1), 177–200.

Hall, T. (2002). *Differentiated instruction*. Wakefield, MA: National Center on

Accessing the General Curriculum.

- Hall, T., Strangman, N., & Meyer, A. (2003). *Differentiated instruction and implications for UDL implementation*. Wakefield, MA: National Center on Accessing the General Curriculum.
- Hargreaves, E. A., Montero, C., Chau, N., Sibli, M., & Thanh, T. (2001). Multigrade teaching in Peru, Sri Lanka and Vietnam: An overview. *International Journal of Educational Development*, 21, 499–520.
- Hegarty-Hazel, E. (1986). Lab work. set: *Research information for teachers, number one*. Australian Council for Education Research.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Sage.
- Little, A. W. (2001). Multi-grade teaching: Towards an international research and policy agenda. *International Journal of Educational Development*, 21, 481–497.
- McDonald, L. (2009). Teacher change: A dynamic interactive approach. *International Journal of Learning*, 16(10), 623–636.
- Naparan, N. B., & Alinsug, V. G. (2021). Classroom strategies of multigrade teachers. *Social Sciences & Humanities Open*, 3(1), 1–13.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. National Academy Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD (2013). *Science framework*.
<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Quail, A., & Smyth, E. (2014). Multigrade teaching and age composition of the class: The influence on academic and social outcomes among students. *Teaching and Teacher Education*, 43, 80–90.
- Robinson, B., & Schaible, R. M. (1995). Collaborative teaching: Reaping the benefits. *College Teaching*, 43(2), 57–59.
- Shareefa, M. (2020). Using differentiated instruction in multigrade classes: a case of a small school. *Asia Pacific Journal of Education*, 41(1), 167–181.
- Sirkko, R., Takala, M., & Wickman, K. (2018). Co-teaching in northern rural Finnish schools. *Education in the North*, 25(1–2), 217–237.
- Smit, R. & Humpert, W. (2012). Differentiated instruction in small school. *Teaching and Teacher Education*, 28, 1152–1162.

主題文章

- Song, L. & Hill, J. R. (2007). A conceptual model for understanding self-directed learning online. *Journal of Interactive Online Learning*, 6(1), 27–42.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed ability classroom* (2nd ed). ASCD.
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed). ASCD.
- Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Hertberg, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., Conover, L. A. & Reynolds, T. (2003). Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: A review of literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 2/3, 119–145.
- UNESCO (2013). *Practical tips for teaching multigrade class*. Embracing Diversity: Toolkit for Creating Inclusive, Learning-Friendly Environments Specialized Booklet 4. Bangkok Office, Asia and Pacific Regional Bureau for Education.
- Veenman, S. (1995). Cognitive and noncognitive effects of multigrade and multi-age classes: A best evidence synthesis. *Review of Education Research*, 65(4), 319–381.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society: The development of higher psychological processes*. Harvard Education Press.

A Study on Differentiated Teaching Strategy Applied to Multi-grade Science in Elementary Schools

Wen-Chen Chen* **Chih-Hsiung Ku****

Recently, due to the declining birthrate, the number of mini-schools in Taiwan increases every year. Comparing to past classes, now both the chances for students interacting with peers and the options for teachers' teaching strategies have been largely restricted due to fewer students in a class. As a result, the multi-grade teaching becomes one of the major strategies for these mini-schools in coping with such a challenge. This study, adopting a set of measures of classroom observation, interviews with teachers, and document analysis, explores the journey how a differentiated teaching has been applied to multi-grade science taught in an elementary school, with a further analysis on what patterns of collaboration conducted among the teachers. The participants include two teachers and 11 upper graders in a remote school. Three conclusions found are: (1) adopting the multiple-group learning activity in multi-grade science teaching is a practical teaching strategy for differentiated teaching; (2) providing a teaching scaffold can support students in completing self-learning activities and cultivating self-regulated learning ability; (3) adopting a collaborative teaching model could contribute to differentiated teaching in a multi-grade science teaching. Based on these results, three research implications are further suggested.

Keywords: Collaborative teaching, Differentiated instruction, Natural science for elementary school, Multi-grade teaching

主題文章

*Wen-Cheng Chen, Director of Academic & Student Affairs Division, Hualien County Da-Sing Primary School

**Chih-Hsiung Ku, Associate Professor, Department of Education and Human Potentials Development, Nation Dong Hwa University