

科學家傳記動畫融入教學對於原住民學生動機與性別意象影響之研究

陳明秀¹ 王子華^{2,*} 李嫚珊³

¹大同大學 設計科學研究所

²國立清華大學 教育與學習科技學系

³大同大學 工業設計學系

摘要

本研究透過網路公開之「性別與科技」動畫教材，取其中原住民與漢人女科學家傳記動畫，以閱讀理解策略設計學習單與授課的提問策略，針對花蓮縣3所偏鄉小學5個班級進行為期4週的教學，探究教學中不同族群女科學家傳記動畫教材對原住民學生之動機與性別意象的影響情形。本研究採混合研究設計，研究對象為四到六年級35位原住民學生，分為「原漢組」、「漢原組」，「原漢組」先實施原住民女科學家傳記動畫教學再實施漢人女科學家傳記動畫教學，「漢原組」則相反。研究工具有二，量化使用「多媒體教材引起動機量表」，評估多媒體教材對學生動機引起之影響；而開放填答的學習單為質性資料，探究受測學生對於科學家的性別意象。研究結果發現，不同族群女科學家傳記動畫教材對於引起原住民學生動機之影響力不明顯。而一併使用原住民、漢人科學家傳記教材授課時，先使用「漢人」後使用「原住民」女科學家傳記動畫，對於偏鄉原住民學生引起動機效果較正面。而男女學生表現在不同族群教材受教順序上來看，先使用「原住民」後使用「漢人」教材對於男學生的影響較大且為負面影響。質性資料顯示，原住民學生對於科學家的性別意象上，整體學生接受女科學家傳記教材授課後較無性別刻板印象。

關鍵詞：女科學家傳記、多媒體教材引起動機、原住民學生

壹、前言

科學教育中的促進平等議題(equity issues)越來越受到關注，學術上從1990年代初期的性別、少數族群、階級等為主要探討面向，至今廣泛延伸更全面性的角度檢視科學教育中不平等議題(Baker, 2016; Lynch, 2000;

Tsai, 2004)。臺灣的教育現場，儘管性別平權及尊重原住民語言文化的措施逐步落實，科學教育中女性與少數族群代表性不足(underrepresentation)的現象，仍未見長足的改善。104學年度臺灣大專院校男女就讀科系統計顯示，科技類占比男性為66%、女性為34%(教育部統計處，2016b)。原住民就讀理工

*通訊作者：王子華，tzuhawang@gmail.com

(投稿日期：民國108年7月24日，修訂日期：民國108年12月23日，接受日期：民國108年12月23日)

科技類學門則占比低於一般生，其中原住民理工科技類學門男學生占比高於女學生，雖然原住民女學生於醫藥衛生學門占比最高，然以護理系為主(教育部統計處，2016a)。統計數字顯示原住民在選讀理工科系上，無法跳脫性別及族群刻板印象的樣態。觀諸臺灣原住民科學教育的現況，因課程較少加入原住民文化的生態知識，使得原住民學生於課堂學習時無法與自身文化傳統連結(姚宗威、蔣佳玲、林淑芬、顏瓊芬，2011；蔣佳玲，2015)。再者，儘管非西方世界有著與西方世界不同的科學發現與解釋，科學教學中仍普遍為西方的觀點與詮釋，對臺灣學生而言確實存在東西方文化的落差，而這種落差對於原住民學生顯得更大，因為原住民使用非母語(即：漢語)來學習科學(Lee, Yen, & Aikenhead, 2012)。原住民學生因為科學教育的課程缺少與自身語言文化連結，選擇理工學科作為繼續升學的意願低落，進而成為科學教育中的較為弱勢的群體，延續影響至未來的就業狀況。原住民與女性在科學理工職業中代表性不足的社會現況，相對於原住民形象鮮明的娛樂、運動產業，原住民學生無有可憑藉的科學典範與楷模，難以突破科學領域上既定的刻板印象。

2015年「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment, PISA)以科學為主試，72個參與此計畫的國家中，評量結果臺灣15歲學生「科學」總平均在國際排名為第4名(佘曉清、林煥祥，2017)。2015年「國際數學與科學教育成就調查」(Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS)，57個參與調查的國家中，臺灣學生四年級科學平均成就的國際排名為第6名，與第5名的香港沒有顯著差異。八年級排名第3名，與第2名的日本沒有顯著

差異(張俊彥等，2018)。大型國際評比顯示臺灣學生雖然整體成績優異，卻缺乏主動學習的動機和興趣，呈現「重認知而輕情意」的現象。根據2015年的TIMSS數據顯示，科學學習興趣上，臺灣四年級學生有58%非常喜歡學習科學，略高於國際平均的56%，在47個國家中排名第20，然而八年級學生非常喜歡學習科學的人數百分比大幅下降，僅有18%，參與此項評測的29個國家中排名第27名(張俊彥等)。學者分析2011與2007年的TIMSS，亦同樣是評量結果優異卻對於科學學習沒自信也不感興趣，這種高成就低興趣的現象隨著升學越發嚴重(李哲迪，2009；張美玉，2011)。

若以臺灣學生當中以族群作為探討對象，相較於漢人學生，原住民學生科學學習興趣更低(吳事勳、高慧蓮、歐和英，2016；傅麗玉，1999)。原住民學生對於科學學習的消極態度，影響未來升學志願進而關聯到職業選擇，科技領域的原住民代表性不足現象更加難以翻轉。基於此，多數學者建議，學校科學學習的課程，若能根據原住民及漢族學生的實際狀況和需要而設計，創造激勵學生的學習環境，降低求學過程中的挫折感，將可提升原住民學生學習科學的動機(吳百興、吳心楷，2010；姚宗威、蔣佳玲、顏瓊芬，2015)。雖然，教育部針對偏鄉的「教育優先區計畫」自1996年起實施，挹注超過200億元經費，企圖提升偏鄉學生之教育成就，然國內、外學力測驗皆顯示我國城鄉學生學習落差逐漸擴大(許添明、葉珍玲，2015)。進一步檢視偏鄉學生族群結構，花蓮縣偏鄉學生70%為原住民，全臺23縣市中偏鄉原住民族群占比最高，現今教育多元化的趨勢，評量標準卻仍以漢人的主流文化為主，未考量原住民族的歷史文化、語言，進一步擴大

原住民學生與非原住民學生之間的差距(瓦歷斯·尤幹, 1994; 賴俊兆, 2016)。從另一個角度來看, 原住民學生需要從學校教育中整備未來進入社會的知能, 主流教育的訓練無法從而偏廢, 根據印第安保留區原住民教育研究者的觀點, 課程教材回應原住民文化, 兼備西方科學知識的傳遞, 發展兩者並行(two-way)教育策略, 涵養原住民學生西方主流知識同時具有原住民身分認同(identity)的觀點(Agbo, 2011)。然針對編撰原住民教材稀少的臺灣教育現狀而言, 教學上實施原住民文化觀點的教材, 不可避免地混合使用現有的主流價值教材, 課程中如何妥善運用兩類教材將是值得探討的議題。

有西方研究顯示中學生對於科學、數學負面態度和低度動機, 可以歸咎於小學階段的負面學習經驗, 教師可加強對學生的輔導或提出課程設計作為消極態度的對策(Shin et al., 2019; Singh, Granville, & Dika, 2002)。臺灣自2006年參與國際閱讀素養研究(Progress in International Reading Literacy Study, PIRLS)以來, 經由教育部及學者的示範推動, 例如編撰《閱讀理解策略教學手冊》, 教育實務界不論教師個人或是出版商起而效尤, 將閱讀理解策略轉化為各種教學方法, 以期提升學生的學習動機與效能。本研究由族群與性別角度出發, 在教學中使用原住民與漢人之不同族群背景女科學家傳記多媒體動畫教材, 以閱讀理解策略擬定學習單及教學中的提問策略, 藉由多元的科學家形象鼓勵不同背景的學生, 並探討課程中融合多元文化觀點教材的使用策略, 檢視不同族群科學家傳記多媒體動畫教材激發偏鄉原住民學生動機及性別意象的影響。基於此, 本研究待答問題為:

一、教學中一併使用原住民及漢人女科學家

傳記多媒體動畫教材, 先後順序對偏鄉原住民學生之激起動機的影響情形為何?

二、教學中使用女科學家傳記多媒體動畫教材, 對於原住民學童跳脫科學中性別與族群刻板印象的影響為何?

貳、文獻探討

一、科學課程與原住民學生學習動機

過去50年, 學生對科學家形象源自於科學商用書籍和教科書, 書中科學家形象是老人的白人男性, 學生對科學家形象認知單一而刻板, 進而影響學生對於科學學習的投入及未來投入科技領域的職業選擇。在自然科學課堂的學習過程中, 一些會影響學生的學習經驗之因素, 例如科學內容、社交環境、科學課堂的經驗和性別因素等, 將影響學生未來是否從事科學相關領域工作的意願(Aschbacher, Li, & Roth, 2010; McCann & Marek, 2016; Narayan, Park, Peker, & Suh, 2013)。建立學生正向的科學態度與科學意象是科學教育很重要的目標, 發展並尋求改善學生的科學態度與意象對學生學習科學都有很大的影響(莊嘉坤, 1999)。然而, 臺灣科學教育未能提供多元學習環境, 課程與教學對原住民族文化的長期忽略, 對許多原住民學生自身文化語言與主流的教育方式無法連結, 導致原住民學生在學習過程中表現不佳且學習動機低落(蔣佳玲, 2015; 羅廷瑛、張景媛, 2011)。若學生的語言、文化、家庭背景與學校主流文化相異, 學校中負面學習經驗容易使學生在學習上卻步, 進一步影響其學習成就(洪萱芳、顏瓊芬、張好萍、洪韶君, 2016; Appleton, Christenson, & Furlong, 2008; Kaya & Rice, 2010)。蔣佳玲亦指出學生在科學課堂上的表現成就, 與是否「認同自

己身為科學學習者」有很大的關係。此外，臺灣針對多元族群學生之科學學習成就研究均指出，原住民學生在進行科學學習時，因為先備能力不足或無法與生活經驗連結，導致其在科學學習過程中學習動機低落，也常因為學習歷程上遭遇挑戰而懈怠停止，導致學習成效受到極大影響(林妙徽、顏瓊芬、李暉，2008；洪萱芳等；Lee et al., 2012)，換言之，學校科學學習的課程實踐，需根據原住民及漢族學生的實際狀況和需要而設計，才可創造激勵學生的學習環境(蔣佳玲)。本研究將在課程中融入臺灣本土及原住民科學家作為楷模典範，期能引起偏鄉原住民學生對於科學學習的興趣，並進而提升學習動機。

二、多媒體動畫教材引起動機之影響

學生對於學習學科的動機引起並不完全是學生本身對學科的興趣，也可由外在環境刺激而引發，例如上課環境、教師授課方式、教材等外在刺激(Keller, 1987)，教師的授課方式激發學生動機也是重要的，因此教師在進行教學時應嘗試從教科書、教材或是來賓講者、外部教師等方式提供多元的形象，如種族、族裔和性別群體的榜樣鼓勵學生。Keller指出使用教材於授課中，如只是吸引學生好奇心將很快使學生失去興趣，需使教材吸引學生的注意並建立學生與教材之間的聯繫，以及透過教材傳達成功範例，使學生建立信心並以此提升根據教材而學習的動力，而最後為了維持此動機，並延續學習目標與持續挑戰的熱度，需讓學生從教材學習歷程中獲得因成就所帶來的滿足感。因此，學生於課堂學習的過程中，教材的形式是否一開始即能吸引學生相當重要，與實景影像和靜態圖像相比，多媒體動畫所具備的靈活特質與場景反覆變換的過程，即便在沒有文字輔

助之下，仍然可以促進學習，且跨越文化提升不同背景學生的潛力(Bello-Bravo & Baoua, 2012; Berney & Bétrancourt, 2016)。Rieber (1991)亦指出教學中利用多媒體動畫，不僅可以提升學習效能，也可增進學生的持續性動機，而持續性動機是指當外在的壓力不存在時，持續回來學習的意願。而對於科學這類學生較難掌握的科目，如在教學上以數位動畫教材介紹科學的典範人物故事，能有效引發學生科學學習的興趣與動機(Weng & Yang, 2017)。PISA 2015報告指出，成就動機指數前四分之一的學生在科學方面的得分比指數底部四分之一的學生高出38分，而根據經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development [OECD])報告，學生的科學素養表現與他們對科學的興趣之間密切相關(She, Lin, & Huang, 2019)。基於上述，本研究採用科學家傳記融入教學，形式上以多媒體動畫教材激發動機的特點鼓舞學生學習，教材的主角人物是以臺灣傑出的女科學家作為身教的典範，這些科學楷模人物與受教學生在同一片土地上生活，讓學生產生親近感而更願意學習科學。

三、性別與科學學習

科學教育中的性別因素是長期以來廣泛被關注的主題，Weinburgh (1995)以後設研究檢視1970至1991年之間探討科學學習的態度中性別差異(gender difference)為主題的研究篇章發現，對於科學學習的態度男孩比女孩較為正向，而不論男孩或女孩，科學學習態度越正面的學生在科學成績上表現越好，科學成績優異的女孩與其正面的科學學習態度呈現高度相關性，由此建議針對學生特別是女學生擬定有效的教學策略以建立正面的科學學習態度。Osborne, Simon與Collins

(2003)針對學生的科學學習態度為主題回顧20年之間的學術文獻發現，性別與教學品質是影響學生的科學態度兩大重要因素，在性別因素方面，由文獻中歸結出女學生對於科學科目較不積極的因素，包括女孩認為科學為陽剛氣息(masculine)的既定印象、學校中學習環境對於女孩學習科學不友善，亦或社會文化不鼓勵女孩接觸科學相關事務。相對的，男孩亦會順應傳統陽剛氣息的印象而選擇科學科目，其結論亦指出，改善教學環境與教學活動可望能增進學童對於科學的興趣與學習動機。Brotman與Moore (2008)系統性的回顧1995到2006年之間探討中小學階段女孩與科學的教育研究文獻指出，課程發展方面應該融入認同的議題，這包括性別或其他認同因素，如此可促使學生學習科學。女孩與少數族群的學生在國小階段，若無楷模人物作為典範學習，對其科學學習的認同感便逐漸下降，這是肇因於學生對科學家的想像停留在白人男性的陳規觀念，這項定型觀念在年級、性別、種族群體和國界之間是持續且普遍存在(Finson, 2003)。許多研究指出，個體在決定加入團體或領域前，會試圖將團體中的典型形象與自我感知進行匹配，由於女性和少數族群無法將自我與一般印象中科學家的形象互相匹配，而較易避開科學課程和避免以科學為業(Hannover & Kessels, 2004; Kessels, 2005; Kessels & Taconis, 2012; McCann & Marek, 2016)。因此，便持續導致女性、少數族群在科學專業領域的參與不足情況。探討原住民族群中的性別因素時，由於每一個族群的氏系繼承及社會權力結構不盡相同，其所承載的性別觀念也各異，蔣佳玲與李暉(2016)從族群文化的觀點來檢視原住民學生科學學習的研究發現，母系社會的阿美族女孩較男孩更願意投入科學學習，不同族群比較之下，太魯閣族的女生則更願意

為了將來的升學而學習科學，該研究以更細緻的族籍及其性別觀念回應了科學學習中種族與性別的議題。本研究對象小學生的族籍為花蓮太魯閣族，其氏系繼承制度為父系社會，性別觀念貼近主流社會既有的價值觀，故不分別探究個別族群特性的影響。

四、教材引起動機量表

教育心理學家Keller (2010)為了探究教材增進動機，以其學習動機理論之四項動機因素為基礎，發展出「教材動機量表」(Instructional Materials Motivation Survey, IMMS)。Keller解釋動機因素與教材設計關聯性時，於每一個動機因素下提出3個需要關注的分項，分別是：「引起注意」(attention)的「引發知覺」、「引發探究」、「變化運用」；「切身相關」(relevance)的「目標導向」、「動機切合」、「親和性」；「建立信心」(confidence)的「學習要求」、「成功機會」、「責任感」；「獲得滿足」(satisfaction)的「內在的增益」、「外在的獎勵」、「續航力」，前三項著眼於學生與教學環境之間互動為基礎發展而成，而最後一項構面的「獲得滿足」則為綜合前三項而成。Keller發展IMMS時，以90名兩個班級大學生實施信效度後，量表4項構面的內部信度分析Cronbach's α 值各為，引起注意(.89)、切身相關(.81)、建立信心(.92)、獲得滿足(.90)，整體信度為.96；而為測得量表效度，Keller將量表實施預測，比較一般教材與針對動機引發而設計的教材，分為實驗及對照組，結果實驗組較對照組在分數上更高。IMMS普遍施用於量測動機引起(Cook, Beckman, Thomas, & Thompson, 2009; Di Serio, Ibáñez, & Kloos, 2013; Huang, 2011; Loorbach, Peters, Karreman, & Steehouder, 2015)。其量表至今亦受到各項

研究採用或改編引用於量測教材介入激起小學生動機的實驗，其中也不限只使用於Keller所發展的動機教學模式的實驗(Kao, Tsai, Liu, & Yang, 2016; Kim, Ke, & Paek, 2017; Viteri, Clarebout, & Crauwels, 2014)。教育研究上存在各式探究學生動機引起的量表，只有少量表為評估教材的動機激起而設，其中IMMS最為廣泛被使用(Huang)。本研究除欲瞭解動畫教材吸引學生注意力上的影響之外，並希望探究不同族群科學家故事，何者較能令原住民學生感到切身相關，進而建立學習信心及維持熱烈的學習想望。因此，本研究基於IMMS，發展「多媒體教材引起動機量表」，針對原住民學生接受了女科學家傳記動畫融入教學之中後進行量測，以瞭解其動機改變情形。

五、PIRLS閱讀理解教學策略

促進PIRLS是教育成就評量國際協會(International Association for the Evaluation of Educational Achievement [IEA])主辦的全球性學習評量，針對國小學生評量其對於說明文及故事敘述的閱讀、理解及詮釋能力。除了評量之外，PIRLS也提供閱讀理解相關的教育研究資訊。PIRLS針對評量架構的資訊彙整中引述動機相關的研究指出，學生的動機對閱讀而言十分重要，課堂環境及教學上使用教學科技與學生的動機息息相關，每個學科領域中不同程度的學生有著不同的學習動機(Hooper, Mullis, & Martin, 2016)，張建妤與柯華葳(2012)利用兩項大型國際教育評比結果，分析國小學生數學成就表現與閱讀理解的關係，發現數學成就表現越好的學童閱讀理解的表現也越好，但閱讀理解較能解釋低分組和中分組學童的數學表現，並建議針對數學表現低落的學童加強其閱讀能力的

培養。而今數位資訊蓬勃發達，為了汲取知識，學生從不同的載體上進行閱讀學習，教育的文本也呈現數位與傳統紙本綜合多樣形式，學生通常接觸到的文本模式是多媒體集結而成(Mullis, Martin, & Sainsbury, 2015)。PIRLS於2016年展開extension of PIRLS (ePIRLS)針對數位文本的閱讀理解進行評比，ePIRLS遵照PIRLS閱讀理解歷程主要架構，但針對閱讀架構中設定的兩項閱讀目標配分不同的權重，ePIRLS的評量在閱讀目標上以取用資訊的直接歷程為主(表1)。臺灣自從參與PIRLS 2006以來，增進閱讀理解素養的教學受到國內教育工作者的重視，教育實務界、各級授課教師以PIRLS閱讀理解歷程發展出閱讀理解提問策略，運用在不同科目的實際教學活動，除了相關程度較高的語文科目外，資訊課乃至於針對科學文本都有相對的教學活動提出。本研究以女科學家之傳記教材探究原住民國小學生學習動機，援引的女科學家傳記教材系列曾受到花蓮縣性別平等教育議題輔導團(2016)公開教學演示，本研究學習單及教學提問策略亦一併沿用其所採取的教學提問策略。

參、研究方法

一、研究參與者

本研究於花蓮縣的偏鄉小學實施，每校各年級只有1個班級，每班學生10人以下。地處偏鄉原住民小學生，研究上屬於特定而稀少族群，另外因研究主題觸及性別及族群議題，參與協同實驗的國小教師需具有一定的國小性別議題師培訓練。為了使得樣本切合本研究內涵，取得研究主題最相關的資料，本研究從花蓮縣性別平等教育議題輔導團中徵求偏鄉國小教師，來自3所偏鄉學校的各一

表1：ePIRLS, PIRLS, PIRLS Literacy閱讀評量中各項理解歷程及目標配分

閱讀理解層次	ePIRLS	PIRLS	PIRLS Literacy
閱讀目標			
取用資訊	100%	50%	50%
識讀經驗	0%	50%	50%
理解歷程			
提取資訊	20%	20%	25%
推論資訊	30%	30%	25%
詮釋整合	30%	30%	50%
比較評估	20%	20%	

資料來源：“PIRLS 2016 Reading Framework,” by I. V. S. Mullis, M. O. Martin, & M. Sainsbury, in I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *PIRLS 2016 Assessment Framework* (2nd ed., p. 14), 2015, Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, & International Association for the Evaluation of Educational Achievement.

註：ePIRLS：PIRLS線上閱讀評量(extension of PIRLS)；PIRLS：國際閱讀素養研究(Progress in International Reading Literacy Study)。

位教師參與，從其所任教之班級中隨機抽取5個班級，共35位學生參與。5個班級皆為普通班，為使男女學生數量分布相當，以其中1所學校的四、五、六年級各1個班為1組，另外兩校分別為四年級、六年級各1班的學生為1組，由3位教師決定以各自學期中可配合時段。實驗共分為「漢原」、「原漢」兩組；「原漢組」為18位原住民，男、女各為7人、11人；「漢原組」為17位原住民，男、女各為11人、6人，詳細說明請見「研究設計與流程」。本研究的教學安排在各個學校課表的空白課程進行，偏鄉學校全校學生人數少，空白課程經常混合年級授課。因此，本實驗亦無特別依照學童的年級進行分析，可視為本研究限制之一。

二、研究設計與流程

本研究為探討不同族群背景之女科學家傳記多媒體動畫教材，對偏鄉原住民學生之學習動機的影響，研究設計如圖1。參與研究的學生分為兩組，分別為「原漢組」與「漢原組」，「原漢組」先實施原住民女科學家

傳記多媒體動畫教材，後進行漢人女科學家傳記多媒體動畫教材，而「漢原組」則是與「原漢組」順序相反，每一組學生每一次接受女科學家傳記多媒體動畫教材的教學後，分別填寫一次多媒體教材引起動機量表，作為第一次施測與第二次施測，以瞭解學生於教學後動機變化情形。

本研究採混合研究設計，量化方面，以「多媒體教材引起動機量表」施測，瞭解學生看完傳記動畫後的動機情形，質性方面，則是藉由開放問答的「學習單」，讓學生依據題目描述，回憶傳記動畫內容，填寫自己的想法與省思。由於教材的兩位女科學家對所有受測學生而言都是陌生的，本研究期待在學生既定印象之中初次引介女性、原住民科學家形象之時，除欲瞭解性別因素的影響外，亦欲瞭解原住民、漢人科學家故事一併使用對於原住民學生的影響力，進一步探究教材施教順序是否會影響動機激起。因此，將參與研究的學生分為「原漢組」與「漢原組」，兩組教材實施順序相反，但是，兩組學生均進行4週教學，每週上課2節80分鐘，



圖1：實驗設計

註：M(原)：原住民女科學家；W(漢)：漢人女科學家。

第一週，並未正式觀看傳記動畫，而是由授課教師介紹整體教學流程與女科學家，學生初步分享自己對於科學家的印象；第二週播放第一支傳記動畫，學生觀看動畫後填寫學習單，並填寫量表作為第一次施測；第三週觀看第二支動畫，之後填寫學習單、量表作為第二次施測；第四週教師為整體教學總結(圖1)。

三、多媒體動畫教材內容與教學活動設計

(一)多媒體動畫教材內容

本研究採用之多媒體動畫教材內容，是描繪臺灣女科學家真實人物的學涯與職涯歷程，所有受測學生均未接觸這兩位女科學家的相關事蹟。兩位主角分別為漢人科學家，以W代稱，以及原住民籍的科學家，以M代稱，兩位皆曾負笈國外求學，回國後於大學任教。M父母親皆是原住民，早年部落醫療資源貧乏及族人排斥就醫的觀念下，M的母

親因親人紛紛亡故而從醫，受母親啟發的M對於學業相當投入，高中時期卻因原住民加分被同儕與老師排擠，高中未畢業即轉學國外高中，其後取得博士學位回國任教，教書之餘，M時常回到部落幫助學生們從部落文化中學習營養的知識。W自小母親便教誨她要做個獨立的女人，W求學過程受到1位化學女老師的鼓勵，長大成為植物化學家，W留學期間為籌措臺灣礦工子女獎學金在校園中發起募款，回國到大學任教時，意識到教授男女人數比例與權益不均而投入性別平權運動，現為退休榮譽教授。

(二)教學活動設計

本研究依據PIRLS閱讀理解層次，針對課堂中使用女科學家傳記影片設計教學提問策略及學習單。PIRLS閱讀理解的歷程分為兩個部分(圖2)：基本的「直接歷程」，從字裡行間就可以擷取訊息，找到固定的答案；較高層次思考的「詮釋歷程」，必須連接許



圖2：國際閱讀素養研究(Progress in International Reading Literacy Study, PIRLS)閱讀理解層次

資料來源：整理自柯華葳、詹益綾、張建妤、游婷雅(2009年3月9日)。臺灣四年級學生閱讀素養(PIRLS 2006報告)：第二版。查詢日期：2018年10月10日，檢自<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxyZWfkaW5nOGx1YXJuaW5nMDF8Z3g6NjNIYTc2OTU1OGQ1ZjE4ZA>；“PIRLS 2016 Reading Framework,” by I. V. S. Mullis, M. O. Martin, & M. Sainsbury, in I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *PIRLS 2016 Assessment Framework* (2nd ed., p. 41), 2015, Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, & International Association for the Evaluation of Educational Achievement.

多訊息與經驗之後，融入自己的舊經驗才能整理出合理的解答(柯華葳、詹益綾、張建妤、游婷雅，2009；Mullis et al., 2015)。其中提取訊息與推論訊息係為直接歷程，在本研究中即是讓學生透過影片內容找到解答，而詮釋整合與比較評估為詮釋歷程，則是學生需要詮釋訊息、歸納重點並根據自己過去經驗來回應課堂上教授的內容。

基於上述，本研究之教學提問設計首先依照影片中傳記人物的生涯歷程編定提問層次(表1)，分別為：「提取訊息」，故事中科

學家成長背景；「推論訊息」，女科學家選擇進入科學領域的契機；「詮釋整合」，女科學家學涯歷程轉折點；「比較評估」，反思總結及自我展望。本研究與3位參與之教師，參照影片中的劇情針對W與M的學涯、職涯歷程，討論編修以符合偏鄉國小學生的能力，擬定出授課中提問策略(表2)與學習單問項(圖3)。3位教師亦透過共同備課，使得所有參與教學的教師於課堂中對學生提問趨於一致。

表2：教學中針對女科學家傳記多媒體動畫教材提問策略

閱讀理解層次	提問層次	M影片提問策略段落主題	W影片提問策略段落主題
1.提取訊息	女科學家成長背景	舊有的部落勇士不接受醫療救護的觀念	母親的忠告與主角的人格特質
2.推論訊息	女科學家進入科學領域的契機	母親為了服務部落而從醫對主角的感召	教師正面態度促使學生選擇科學
3.詮釋整合	女科學家學涯的轉折點	升學過程中因原住民身分而受到同學老師排擠	異國求學不忘為家鄉的弱勢發起救濟
4.比較評估	總結與自我展望	以科學知識回饋部落教育族人	發現科技領域的性別不平衡現象起而行動

註：M：原住民女科學家；W：漢人女科學家。

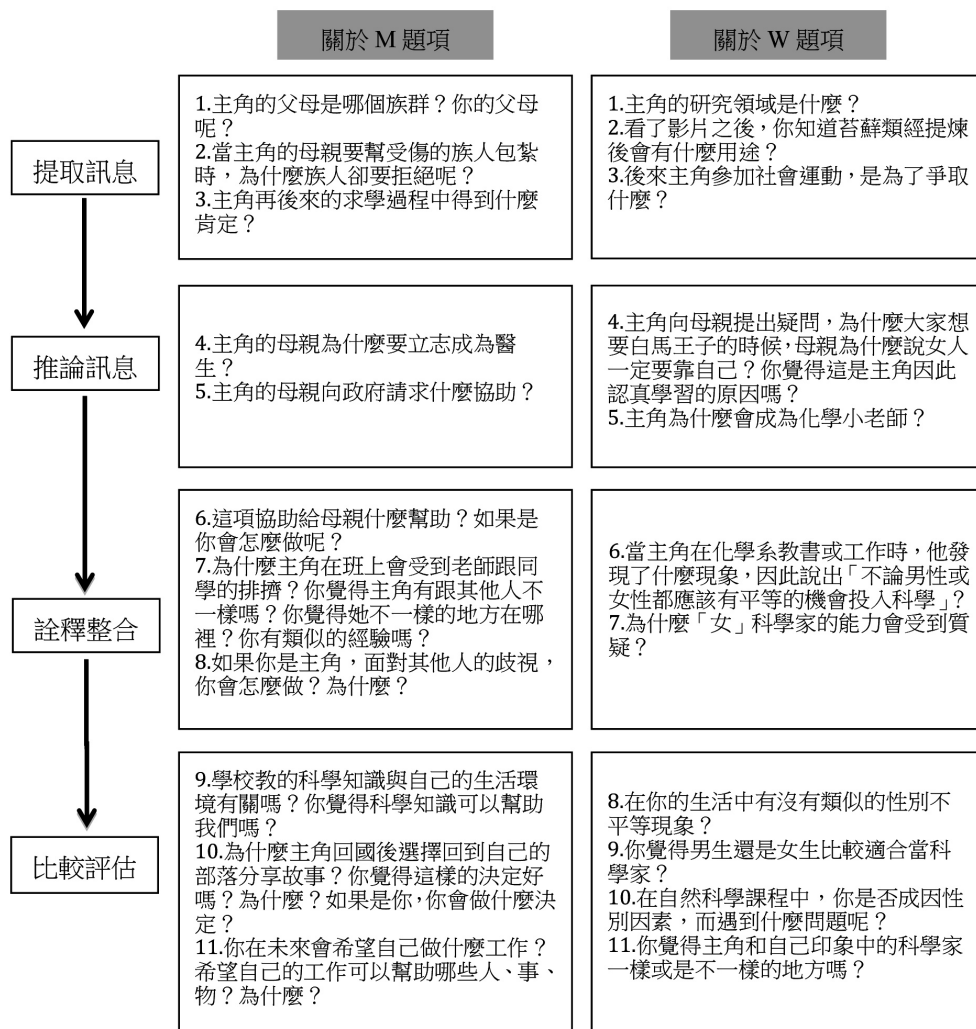


圖3：針對漢人(W)與原住民女科學家(M)的動畫故事以閱讀理解層次擬定的學習單題項

四、研究工具

(一)多媒體教材引起動機量表

本研究之「多媒體教材引起動機量表」修改自IMMS，詳細說明請參考文獻探討。本量表由2位國小教師修正用詞，並將IMMS的「教材」改為「多媒體教材」以符合本研究施測教材的特性。5位教育專家審核量表改編後內容效度後，由臺北市某一所國小五、六年級兩班之45名學生參與預試。量表為

李克特五尺度分為4個構面(表3)：「引起注意」、「切身相關」、「建立信心」、「獲得滿足」，每個構面4至8道題目，各構面主題著眼教材於教學過程中的程序，首先引起學生對上課內容的注意，並覺察課程與己關聯後，以此建立信心完成任務，最後學習成果使得學生獲得滿足(Keller, 1987)。預試之信度分析，4個構面分別為.73、.89、.85、.89，整體量表信度為.96，均大於.70，具屬良好信度。

表3：多媒體教材引起動機量表範題

構面	代表題項
引起注意	1.這個多媒體教材內容開始有一些有趣的內容吸引我的注意。 13.這個多媒體教材有些內容會刺激我的好奇心。
切身相關	5.這個多媒體教材的內容對我很有用。 23.我可以將這個多媒體教材內容與我自己生活中看到、做過或想到的事情聯繫起來。
建立信心	2.當我第一次看到這個多媒體教材，我的印象是它很容易學習。 14.在我看完這個多媒體教材時，我有信心可以學會裡面的內容。
感到滿足	20.完成這個多媒體教材的練習讓我很有成就感。 22.學習過程裡，這個多媒體教材練習中的建議，給我鼓勵的感覺。

(二)學習單

本研究之學習單主要在於探討學生觀看教材後性別意象之影響。本學習單之內容與3位參與授課教師討論編修，根據閱讀理解策略逐步擬定題項，並符合偏鄉四至六年級學生理解程度。學習單讓學生觀看女科學家傳記動畫後，透過開放式問答，引導學生回憶影片中不同族群女科學家的故事，省思性別與種族議題。因影片中女性和少數族群的科學家楷模原型，與偏鄉原住民學生的自我原型貼近，學習單的問題，可以促使學生在反思後，藉由作答開放式問答，而進行自我對話。具體作法是，學習單問題提出傳記中主角、配角對白的見解，學生則回憶影片中的故事線索，反思自身未來面臨種族與性別上的困境時，如何參考動畫中楷模人物面對此類挑戰的對策，做出正確決定。學習單於課程結束前發放讓填寫，學生藉此及時回顧與省思女科學家傳記動畫中的訊息。本研究中受測兩組上課皆使用相同的學習單，作為質性分析的依據之一。

五、資料蒐集與分析

本研究量化資料為「多媒體教材引起動機量表」之二次施測成績，以SPSS 22.0統計軟體分析數據，透過描述性統計、Wilcoxon

符號等級檢定先針對不同族群女科學家傳記多媒體動畫教材使用順序對學生的動機影響，從量表的4個構面「引起注意」、「切身相關」、「建立信心」、「獲得滿足」檢視引起動機之變化，再進一步分別檢驗不同族群女科學家傳記多媒體動畫教材實施順序對於男女學生動機的影響。質性的分析是收集學童的學習單，針對填答的詞彙做百分比統計分析，以深入瞭解原住民學生接受女科學家傳記多媒體動畫教材授課後之性別意象。

肆、研究結果與討論

一、多媒體教材引起動機量表分析結果

(一)比較不同族群女科學家傳記多媒體動畫教材教學順序對於原住民學童動機引起影響

本部分探討，若漢人與原住民女科學家傳記多媒體動畫教材一併使用於課程中，教材實施的順序對於原住民學生引起動機的影響。採用Wilcoxon符號等級檢定分析「原漢組」、「漢原組」學生，接受先原住民後漢人及先漢人後原住民女科學家傳記多媒體動畫教材授課對於動機激起之影響，由表4可知，「原漢組」成績顯著下降，「漢原組」則總體而言無顯著差異，分別就兩組第一、

表4：原漢組與漢原組學生之多媒體教材引起動機量表填答分數之分析結果

構面	第一次施測		第二次施測		z值
	M	SD	M	SD	
引起注意					
原漢組	25.44	3.29	21.61	0.72	-2.98*
漢原組	25.76	3.56	25.18	0.07	-0.26
切身相關					
原漢組	33.63	4.52	29.56	0.58	-2.39*
漢原組	30.53	6.82	33.06	-0.26	1.02
建立信心					
原漢組	22.78	2.90	20.50	0.49	-2.02*
漢原組	22.48	3.32	22.94	-0.09	0.36
獲得滿足					
原漢組	17.72	2.38	15.44	0.57	-2.37*
漢原組	16.47	2.74	16.12	0.01	-0.04
總體					
原漢組	99.61	11.86	87.11	0.66	-2.74*
漢原組	95.24	14.81	97.29	-0.10	0.38

註：1.樣本數原漢組：18人；漢原組17人。

2.* $p < .05$ 。

二次受測成績的變化來分析量表4項構面，結果顯示「原漢組」在4個構面的分數都是明顯下降，達到顯著水準。而相對的「漢原組」在「切身相關」、「建立信心」2個構面上升，而「引起注意」、「獲得滿足」2構面則是稍微下降，但皆未達顯著水準。

(二)不同族群女科學家傳記多媒體動畫教材施教順序對於原住民男女學生動機引起之比較

探討原漢組、漢原組不同性別學生動機引起之改變，採用Wilcoxon符號等級檢定分析第一次與第二受測成績的變化發現，原漢組中，男女學生整體動機得分均下降，男女學生在「引起注意」構面均達到顯著水準，而漢原組中，男女學生動機得分整體而言均無顯著變化，但是男性動機略為提升，表現於「引起注意」、「切身相關」與「建立信心」3個面向，但不明顯，而女性動機略為下降。檢視第一次及第二次受測分數變化女學

生總體上對於女性科學家的傳記，不論教材順序「原漢組」或是「漢原組」皆無法提升動機。而男學生在「原漢組」4個構面第一次到第二次受測分數表現出下降情形，且除了「建立信心」外，達到顯著水準；男學生在「漢原組」中的3個面向雖有提升，但上升幅度不明顯(表5)。

綜合比較，教材的「種族」因素可能對偏鄉原住民的學生的動機引起具有影響力，若同時以原住民、漢人女科學家傳記多媒體動畫教材授課，順序上避免先使用原住民後使用漢人，以免對於偏鄉原住民國小學生動機引起造成負向效果。綜合上述，相對於女學生，授課中使用不同族群楷模人物教材之順序，對於男學生動機之影響較明顯。換言之，教材中科學家意象是重要的，當教材中對於科學家的種族與性別存有既定印象時，教師意欲於課堂上打破科學楷模的性別、族群刻板印象，除考量教材的內容之外，亦需

表5：原漢組與漢原組學生之多媒體教材引起動機量表填答分數之分析結果

構面	第一次施測		第二次施測		z值
	M	SD	M	SD	
引起注意					
原漢組					
男	27.71	0.89	22.14	1.11	-2.73*
女	24.00	3.03	21.27	0.70	-2.21*
漢原組					
男	24.73	2.49	25.55	0.22	0.70
女	27.67	4.63	24.50	0.58	-1.29
切身相關					
原漢組					
男	37.14	2.54	30.14	1.05	-2.58*
女	31.45	4.13	29.18	0.34	-1.09
漢原組					
男	28.91	6.80	32.09	-0.35	1.12
女	33.50	6.32	34.83	-0.11	0.24
建立信心					
原漢組					
男	23.57	1.51	20.43	0.76	-1.87
女	22.27	3.50	20.55	0.36	-1.13
漢原組					
男	21.55	2.94	22.73	-0.20	0.63
女	24.17	3.54	23.33	0.21	-0.48
獲得滿足					
原漢組					
男	19.14	0.90	15.29	0.93	-2.28*
女	16.82	2.60	15.55	0.30	-0.96
漢原組					
男	16.00	2.57	15.45	0.02	-0.07
女	17.33	3.08	17.33	3.08	0.00
總體					
原漢組					
男	107.57	5.19	88.00	1.13	-2.76*
女	94.55	12.27	86.55	0.47	-1.48
漢原組					
男	91.18	12.31	95.82	-0.28	0.89
女	102.67	17.20	100.00	0.32	-0.72

註：1.樣本數原漢組男7人、女11人；漢原組男11人、女6人。

2.* $p < .05$ 。

留意教材的使用方式，以發揮最佳之效果。

二、學習單分析結果

本研究分析學童填寫的學習單之題項回

答內容，根據回答內容進行編碼分析。編碼之後援引閱讀理解歷程中PIRLS Literacy類型配分著重的比例(表1)，聚焦於歷程中「詮釋整合」、「比較評估」(圖3)相關題項學生的

回答進行分析。

在性別因素的分析上，W的學習單問項中：「為什麼『女』科學家的能力會受到質疑？」學童回答「女生柔弱」占35%，而回答「重男輕女」、「男主外，女主內」各占11%，5%認為是因為「女科學家少數」亦有11%學生回答「女科學家沒有能力」。W回國任教發現科學領域中性別失衡的現象，因此片中的W說「不論男性或是女性都應該有平等的機會投入科學」，令學童反思科學中的性別現象的問項為：「男生還是女生比較適合當科學家？為什麼？」86%學童認為「男女都可以」。性別影響任職科學家的因素中，8%學童認為「女生細心」適合當科學家，而16%認為「科學不分男女」、27%認為「男女平等」，對於科學為業較無性別刻板印象因素，也有5%學生認為「男女各有才華」(表6)。

當W影片的學習單進入結論反思，學習單問項亦進入「比較評估」階段，從影片中的故事對比於現實生活，問項為：「生活中是否有男女機會不平等的現象？」學童的觀察表示「司機男多女少」、「護士

女多男少」。W除了是一位所學有成的科學家，亦關懷家鄉弱勢發起募捐，也爭取科學領域中的性別平權，學習單針對W故事人道關懷面向，希望學生對此作為提出比較評估對比於一般科學家的印象，問項是：「W跟自己印象中的科學家有一樣或是不一樣的地方嗎？」少部分學童認為W與自己印象中的科學家一樣為「女性科學家」，特質為具有「熱心」、「努力」等，而大部分學童認為W與印象中科學家不一樣，因為W不是男性科學家占多數37%，其次，30%學童表示W的植物化學研究與印象中的科學家不同，少數學童認為W與印象中瘋狂、恐怖的科學家不同，W種族上不是西方人士這一點也是不一樣。而另一涉及性別與就業的題項中，發生在W故事影片開端母女的對話，屬於「提取訊息」階段，亦可以從學生的回答中看到引發學童對於性別面向的思考。題項是關於W母親告誡說女生要有自己的事業，比嫁給白馬王子重要，學生回答多數認為，「不能依賴男性」、「獨立自強」，亦有學生回答「男女平等」(表6)。參與本研究的原住民學生，對於動畫教材中女性科學家的生涯歷

表6：學習單中針對W部分題項的學生回答總占比

為什麼「女」科學家的能力會受到質疑？	男生還是女生比較適合當科學家？為什麼？	生活中是否有男女機會不平等的現象？	W跟自己印象中的科學家有一樣或是不一樣的地方嗎？	母親為何告訴W，女人一定要靠自己？
女生柔弱(35%)	男女都可以(86%)	男主外，女主內(8%)	女性科學家(10%)	男女平等(19%)
女科學家沒有能力(11%)	男生(5%)	當兵男多女少(8%)	熱心(3%)	不能依賴男性(42%)
女科學家少數(5%)	女生(8%)	司機男多女少(24%)	努力(8%)	獨立自強(34%)
男主外，女主內(11%)	女生細心(8%)	火車站員男多女少(2%)	年齡(3%)	
重男輕女(11%)	科學不分男女(16%)	醫生男多女少(8%)	男性科學家(37%)	
男生比女生聰明(2%)	男女平等(27%)	醫生女多男少(2%)	研究領域(30%)	
男生粗心(2%)	男女各有才華(5%)	護士女多男少(21%)	種族(8%)	
		教師女多男少(2%)	瘋狂、恐怖(3%)	
		美髮師女多男少(2%)		

註：W：漢人女科學家。

程，多數體認到進入科學領域的性別限制，但也受啟發於女性科學家突破窠臼的努力。

繼而，從教材內容觀察族群因素與科學楷模人物的關聯。故事中M小時候因為部落醫療資源不足，M母親向政府請求協助，學習單上問項促使學童回應如何面對部落族群社會弱勢的處境：「M的母親向政府請求協助，如果是你會怎麼做？」，其中超過一半的學生贊同劇情中M母親的表現，回應：「向政府請求協助」。針對原住民受歧視的問題，M被高中同學排擠，被認為仗著原住民加分進入第一志願，學習單問項：「為什麼M在班上會受到老師跟同學的排擠？你有類似的經驗嗎？」80%學童順應故事情節表示是「原住民加分關係」，65%回答無類似M在學校受排擠經驗。參與本研究受測的學校都是偏鄉國小學校，受測者同學幾乎都

是原住民，而受測者是國小學生尚未有升學壓力，也未與漢人學童一同面臨升學競爭情況。進而讓學生思考若是受到種族歧視的對策，問項為：「如果你是M，面對其他人的歧視，你會怎麼做？為什麼？」55%的學童均表示面對其他人的歧視，選擇「不理會他人言語」，22%的回答是「努力讀書」(表7)。

進入「比較評估」階段，故事主角M是原住民科學家，典範人物故事的尾聲促使學童思考科學知識價值與生活上的連結，題項為：「學校教的科學知識是否與自己的生活環境有關？學習科學知識有何幫助？」學童均表示從學校學習的科學知識與自己的生活環境有所關聯，且表示有所幫助於「運用於生活環境」、「觀察生物、動物、昆蟲」、「使生活更有趣」等。M選擇回歸部落貢獻所長，問項企圖讓學生連結到自身族群的認

表7：學習單針對M的部分題項學生回答總占比

M的母親向政府請求協助，如果是你會怎麼做？	為什麼M在班上會受到老師跟同學的排擠？你有類似的經驗嗎？	如果你是M，面對其他人的歧視，你會怎麼做？為什麼？	學校教的科學知識是否與自己的生活環境有關？學習科學知識有何幫助？	M回國後選擇回到自己的部落分享故事，如果是你會做什麼決定？
不放棄、努力學習(10%)	原住民加分關係(80%)	不理會他人言語(55%)	有幫助(100%)	回到部落分享故事(69%)
向政府請求協助(54%)	不放棄、努力學習(13%)	生氣(10%)	沒有幫助(0%)	留在部落(6%)
向村長請求協助(5%)	認真讀書(2%)	告知家長、教師(8%)	運用於生活環境(11%)	讓原住民學習科學、知識(21%)
向基金會請求協助(2%)	有類似經驗(11%)	溝通、告訴這是歧視不同族群的人(8%)	瞭解自然現象(5%)	當大學教授(2%)
向善心人士請求協助(3%)	無類似經驗(65%)	努力讀書(22%)	觀察生物、動物、昆蟲(8%)	幫助原住民建立自信心(13%)
當醫生(2%)		告訴他人原住民不笨、需要受到尊重(8%)	做實驗(2%)	宣揚人人平等(2%)
捐錢(2%)		專心自身事物(5%)	使生活更有趣(8%)	持續專研學習(2%)
努力賺錢(6%)		忍耐(2%)	瞭解環境危險性(2%)	
放棄(3%)		打架(2%)	學習科學知識(8%)	
			創造、發明物品(2%)	
			幫助人類(2%)	

註：M：原住民女科學家。

同省思：「M回國後選擇回到自己的部落分享故事，如果是你會做什麼決定？」69%學童表示會像M一樣回到部落分享自己的故事，21%回應「讓原住民學習科學、知識」，其次為「幫助原住民建立自信心」(表7)。

儘管受測原住民學生未有具體受到歧視的經驗，但從質性統計學生回答的結果來看，原住民學童對於同是原住民身分的科學楷模人物的傳記故事較能引起共鳴(表7)，與前述文獻探討科學教育中性別、少數族裔的自我原型匹配的觀點(Kessels, 2013; Kessels & Taconis, 2012; McCann & Marek, 2016)相呼應。在性別上因素，學生能從女性科學家傳記中觀察到與自己習以為常科學家的意象相異之處，於人格特質(如：瘋狂、恐怖)、性別及種族。從整體學習單上學生的填答可發現，依據閱讀理解的各個層次的推演，學生皆能提取動畫教材的傳達的訊息，掌握主角人物M與W的個人特質與成長時期的經歷，進而推論女科學家走向科學的契機，在詮釋整合上學生們整合並能提出自己的觀點；最後比較評估層面上，學生多數可察覺進入科學領域受到性別、種族因素的影響，而能將楷模人物在科學領域中克服種族與性別帶來的挑戰，連結至對於未來生涯規劃的想像。

伍、結論與建議

〈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〉提出國民小學三至六年級的教育階段應當引發學生對科學的好奇心與主動學習的意願為起點，進行主動探索、實驗操作與多元學習，使學生能具備科學核心知識、探究實作與科學論證溝通能力(國家教育研究院，2018)。事實上科學課堂中有著不同文化背景的學生，如能透過教材引介不同族群、性別

的科學典範人物，使學生對於科學家形象形成多元的見解，並且藉由楷模人物提升學習動機。綜合質性與量化結果，本研究發現相同族群背景的科學楷模人物傳記教材，能引發偏鄉原住民學生的認同與反思，多數學生能從女性科學家傳記中覺知，其與刻板印象中科學家的差異。但是多媒體教材引起動機量表結果顯示，教材中若同時存在原住民與漢人科學家故事時，教授的順序上應先「漢人」後「原住民」方式實施，避免先「原住民」後「漢人」，較能正面激勵偏鄉原住民學生學習動機。此外，本研究整理採用PIRLS之閱讀理解層次發展教師以科學傳記人物動畫授課時的提問策略與學習單，如前文獻所述，一開始是從影片劇情就可以直接得到答案的「直接歷程」；進一步則是將影片中的訊息與結合自身經驗進行反思的「詮釋歷程」。閱讀理解提問層次結合影片放映，使學生觀看動畫影片時有其目標，帶入自身背景知識來解讀文本訊息而形成意義。本研究教學活動設計中在影片放映後，教師次第逐步提問導引學生從劇情中的訊息推敲線索，教師向學生設想將來若遭逢與主角相同困境時，由學生提出解決策略並想像運用至未來生活。透過多媒體動畫教學結合閱讀理解教學提問策略，有助於學生彼此激盪思考並提升科學學習動機，適合於應用於科學楷模人物之課堂教學。

科學家在孩童心理原型中負面、刻板特徵，可能不利於參與度不足的群體追求科學專業，其中性別和種族是令人擔憂的因素(Rawson & McCool, 2014)。因為，教科書與大眾媒體中出現的科學家以白人男性為主，缺乏女性和少數族群，孩童對於科學家的原型傾向白人和男性，以至於無法吸引多元背景學生選擇科學為志向(Singh et al., 2002)。如

前述文獻指出，長期以來女孩認定數理具陽剛氣息而逃避，而男孩則順應性別刻板而選擇數理(Osborne et al., 2003)，這都顯示學生選擇學習科目與其自身性別認同及性別所蘊含的社會意義強烈關聯，研究建議採取適當的介入措施可使得特定科目契合個別的性別認知，如針對女孩的數理科目及針對男孩的語言科目，從認同中產生學習的意願(Kessels, Heyder, Latsch, & Hannover, 2014)。基於本研究之發現，建議小學科學課程介紹傑出科學家時注意平衡種族、性別因素，利用多媒體動畫教材吸引學童感官注意，並以閱讀理解策略於觀映後向學生提問反思，有效的引起學習者的動機。

本研究主要在花蓮偏鄉國小進行，由於臺灣現行偏鄉國小學生稀少，每1個年級只有1個班級，班級中學生人數不超過10位，不易取得大量樣本數，此為本研究的主要限制。另外，本研究樣本雖然包括來自北花蓮及南花蓮學校的原住民學生，但所取得原住

民學生樣本清一色為太魯閣族，少數學生是父母親為太魯閣族與其他族裔通婚，因此研究中探究族群因素時無法將原住民不同族籍的學生分別討論，此為本研究另一項限制。由於原住民族各族別存在各自的社會規範、家庭組織及文化傳統，其所承載的性別觀念也不盡相同，如近期蔣佳玲與李暉(2016)的研究篇章所示，母系社會阿美族女孩對於科學學習認同較男孩高，異於其他族別一般所呈現的樣態。因此，期待未來的研究可進一步將不同原住民族別列入考察，結合不同族群的社會文化概念探討此研究主題，使得科學教育中性別、族群的多元觀點與實踐能更細緻地回應原住民個別族群的需求。

誌謝

本研究由行政院科技部計畫(MOST:105-2511-S-036-001-)經費支持完成，特別感謝主編與匿名審查者之寶貴意見，使本文得以更完善。

參考文獻

1. 瓦歷斯·尤幹(1994)。語言、族群與未來——臺灣原住民族母語教育的幾點思考。山海文化月刊，4，7-21。
2. 吳百興、吳心楷(2010)。八年級原住民學生在設計導向活動的科學學習。科學教育學刊，18(4)，277-304。doi:10.6173/CJSE.2010.1804.01
3. 吳事勳、高慧蓮、歐和英(2016)。漢原族群國小學童在科學學習動機及科學學習興趣之探究。屏東大學科學教育，7，73-91。
4. 李哲迪(2009)。臺灣國中學生在TIMSS及PISA的科學學習成果表現及其啟示。研習資訊，26(6)，73-88。
5. 佘曉清、林煥祥(2017)。PISA 2015臺灣學生的表現。臺北市：心理。
6. 林妙徽、顏瓊芬、李暉(2008)。原住民科學教育之困境與未來展望。臺灣人文生態研究，10(1)，89-112。

7. 花蓮縣性別平等教育議題輔導團(2016, 4月)。性平教材與閱讀理解教學編織~以林媽利醫師故事文本為例。發表於花蓮縣性別平等議題輔導團公開觀議課教學活動。宜蘭縣：宜蘭縣立冬山國民中學。
8. 姚宗威、蔣佳玲、林淑芬、顏瓊芬(2011)。原住民小學高年級在地教育課程模組學生學習成效之評估。《生物科學》，53(2)，1-15。doi:10.29981/CB.201112.0001
9. 姚宗威、蔣佳玲、顏瓊芬(2015)。效化適用於漢族與廣義賽德克族學生科學調適學習問卷。《科學教育學刊》，23(4)，353-374。doi:10.6173/CJSE.2015.2304.02
10. 柯華葳、詹益綾、張建妤、游婷雅(2009年3月9日)。臺灣四年級學生閱讀素養(PIRLS 2006報告)：第二版。查詢日期：2018年10月10日，檢自<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxyZWFKaW5nOGxlYXJuaW5nMDF8Z3g6NjNlYTc2OTU1OGQ1ZjE4ZA>。
11. 洪萱芳、顏瓊芬、張妤萍、洪韶君(2016)。以偏鄉國小為場域之地方本位環境教育課程省思。《科學教育學刊》，24(3)，299-331。doi:10.6173/CJSE.2016.2403.04
12. 教育部統計處(2016a)。104學年原住民教育概況分析。查詢日期：2016年9月10日，檢自<http://stats.moe.gov.tw/files/analysis/104native.pdf>。
13. 教育部統計處(2016b)。大專校院各等級男女結構及就讀系所概況。查詢日期：2017年9月1日，檢自<http://stats.moe.gov.tw/files/brief/大專校院各等級男女結構及就讀系所概況.pdf>。
14. 張美玉(2011)。四年級學生科學成就及相關因素探討。收錄於林陳涌(主編)，國際數學與科學教育成就趨勢調查2011國家報告(修訂版，頁118-185)。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。
15. 張建妤、柯華葳(2012)。數學成就表現與閱讀理解的關係：以TIMSS 2003數學試題與PIRLS 2006閱讀成就測驗為工具。《教育心理學報》，44(1)，95-115。doi:10.6251/BEP.20110801
16. 張俊彥、李哲迪、任宗浩、林碧珍、張美玉、曹博盛等(2018)。國際數學與科學教育成就趨勢調查2015 (TIMSS 2015)：臺灣精簡國家成果報告。查詢日期：2019年9月28日，檢自http://www.sec.ntnu.edu.tw/timss2015/downloads/T15TWNExecutive_CH.pdf。
17. 國家教育研究院(2018年11月2日)。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。查詢日期：2019年7月23日，檢自https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/63/pta_18538_240851_60502.pdf。
18. 許添明、葉珍玲(2015)。城鄉學生學習落差現況、成因及政策建議。《臺東大學教育學報》，26(2)，63-91。
19. 莊嘉坤(1999)。從認同的觀點分析學童對科學本質的瞭解與科學生涯的知覺。《科學教育學刊》，7(4)，343-366。doi:10.6173/CJSE.1999.0704
20. 傅麗玉(1999)。從世界觀探討臺灣原住民中小學科學教育。《科學教育學刊》，7(1)，71-

90。doi:10.6173/CJSE.1999.0701.04

21. 蔣佳玲(2015)。教室中的科學社群——從社會文化的觀點剖析科學的教與學。臺北市：翰蘆圖書。
22. 蔣佳玲、李暉(2016)。你說的原住民是哪一族？太魯閣、阿美與漢族學生科學學習認同之比較。科學教育學刊，24(4)，417-435。doi:10.6173/CJSE.2016.2404.04
23. 賴俊兆(2016)。從教育法規看現階段體制內原住民族教育的發展與困境。原教界雙月刊，70，18-23。
24. 羅廷瑛、張景媛(2011)。國小原住民學生數理科學創新教學活動之行動研究。慈濟大學教育研究學刊，7，69-100。doi:10.6754/TCUJ.201102.0069
25. Agbo, S. A. (2011). Conformity and rationality in indigenous schooling: The education situation on First Nations reserves. *Interchange*, 42(4), 333-362. doi:10.1007/s10780-012-9163-x
26. Appleton, J. J., Christenson, S. L., & Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: Critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the Schools*, 45(5), 369-386. doi:10.1002/pits.20303
27. Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564-582. doi:10.1002/tea.20353
28. Baker, D. R. (2016). *Understanding girls: Quantitative and qualitative research*. Rotterdam, The Netherlands: Sense.
29. Bello-Bravo, J., & Baoua, I. (2012). Animated videos as a learning tool in developing nations: A pilot study of three animations in Maradi and surrounding areas in Niger. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 55(1), 1-12. doi:10.1002/j.1681-4835.2012.tb00394.x
30. Berney, S., & Bétrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. *Computers & Education*, 101, 150-167. doi:10.1016/j.compedu.2016.06.005
31. Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *The Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971-1002. doi:10.1002/tea.20241
32. Cook, D., Beckman, T., Thomas, K., & Thompson, W. (2009). Measuring motivational characteristics of courses: Applying Keller's instructional materials motivation survey to a web-based course. *Academic Medicine*, 84(11), 1505-1509. doi:10.1097/ACM.0b013e3181baf56d
33. Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. doi:10.1016/j.compedu.2012.03.002
34. Finson, K. D. (2003). Applicability of the DAST-C to the images of scientists drawn by stu-

- dents of different racial groups. *Journal of Elementary Science Education*, 15(1), 15-26. doi:10.1007/BF03174741
35. Hannover, B., & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*, 14(1), 51-67. doi:10.1016/j.learninstruc.2003.10.002
36. Hooper, M., Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2016). PIRLS 2016 context questionnaire framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *PIRLS 2016 assessment framework* (2nd ed., pp. 31-54). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, & International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
37. Huang, W.-H. (2011). Evaluating learners' motivational and cognitive processing in an on-line game-based learning environment. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 694-704. doi:10.1016/j.chb.2010.07.021
38. Kao, G. Y.-M., Tsai, C.-C., Liu, C.-Y., & Yang, C.-H. (2016). The effects of high/low interactive electronic storybooks on elementary school students' reading motivation, story comprehension and chromatics concepts. *Computers & Education*, 100, 56-70. doi:10.1016/j.compedu.2016.04.013
39. Kaya, S., & Rice, D. C. (2010). Multilevel effects of student and classroom factors on elementary science achievement in five countries. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1337-1363. doi:10.1080/09500690903049785
40. Keller, J. M. (1987). Development and use of ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10. doi:10.1007/BF02905780
41. Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. New York, NY: Springer.
42. Kessels, U. (2005). Fitting into the stereotype: How gender-stereotyped perceptions of prototypic peers relate to liking for school subjects. *European Journal of Psychology of Education*, 20(3), 309-323. doi:10.1007/BF03173559
43. Kessels, U. (2013). Why girls stay away from STEM: How the image of science clashes with teenagers' identity. In F. Sagebiel (Ed.), *Motivation: The gender perspective of young people's images of science, engineering and technology (SET): Proceedings of the final conference* (pp. 47-60). Opladen, Germany: Budrich UniPress.
44. Kessels, U., Heyder, A., Latsch, M., & Hannover, B. (2014). How gender differences in academic engagement relate to students' gender identity. *Educational Research*, 56(2), 220-229. doi:10.1080/00131881.2014.898916
45. Kessels, U., & Taconis, R. (2012). Alien or alike? How the perceived similarity between the typical science teacher and a student's self-image correlates with choosing science at school.

- Research in Science Education*, 42(6), 1049-1071. doi:10.1007/s11165-011-9230-9
46. Kim, H., Ke, F., & Paek, I. (2017). Game-based learning in an OpenSim-supported virtual environment on perceived motivational quality of learning. *Technology, Pedagogy and Education*, 26(5), 617-631.
47. Lee, H., Yen, C.-F., & Aikenhead, G. S. (2012). Indigenous elementary students' science instruction in Taiwan: Indigenous knowledge and western science. *Research in Science Education*, 42(6), 1183-1199. doi:10.1007/s11165-011-9240-7
48. Loorbach, N., Peters, O., Karreman, J., & Steehouder, M. (2015). Validation of the instructional materials motivation survey (IMMS) in a self-directed instructional setting aimed at working with technology. *British Journal of Educational Technology*, 46, 204-218. doi:10.1111/bjet.12138
49. Lynch, S. J. (2000). *Equity and science education reform*. New York, NY: Routledge.
50. McCann, F. F., & Marek, E. A. (2016). Achieving diversity in STEM: The role of drawing-based instruments. *Creative Education*, 7(15), 2293-2304. doi:10.4236/ce.2016.715223
51. Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Sainsbury, M. (2015). PIRLS 2016 reading framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *PIRLS 2016 assessment framework* (2nd ed., pp. 11-29). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, & International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
52. Narayan, R., Park, S., Peker, D., & Suh, J. (2013). Students' images of scientists and doing science: An international comparison study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(2), 115-129. doi:10.12973/eurasia.2013.923a
53. Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. doi:10.1080/0950069032000032199
54. Rawson, C. H., & McCool, M. A. (2014). Just like all the other humans? Analyzing images of scientists in children's trade books. *School Science and Mathematics*, 114, 10-18. doi:10.1111/ssm.12046
55. Rieber, L. P. (1991). Animation, incidental learning, and continuing motivation. *Journal of Educational Psychology*, 83(3), 318-328. doi:10.1037/0022-0663.83.3.318
56. She, H.-C., Lin, H.-S., & Huang, L.-Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1309-1340.
57. Shin, D. D., Lee, M., Ha, J. E., Park, J. H., Ahn, H. S., Son, E., et al. (2019). Science for all: Boosting the science motivation of elementary school students with utility value intervention.

- Learning and Instruction*, 60, 104-116. doi:10.1016/j.learninstruc.2018.12.003
58. Singh, K., Granville, M., & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. *The Journal of Educational Research*, 95(6), 323-332. doi:10.1080/00220670209596607
59. Tsai, L.-L. (2004). From equity to identity: A shift in Focus in gender and science education studies. *Journal of General Education*, 11(1-2), 73-116. doi:10.6745/JGE.200406_11(1_2).0003
60. Viteri, F., Clarebout, G., & Crauwels, M. (2014). Children's recall and motivation for an environmental education video with supporting pedagogical materials. *Environmental Education Research*, 20(2), 228-247. doi:10.1080/13504622.2013.771734
61. Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(4), 387-398. doi:10.1002/tea.3660320407
62. Weng, T.-S., & Yang, D.-C. (2017). Research on mathematical animation using pascal animation as an example. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 1687-1699. doi:10.12973/eurasia.2017.00692a

The Exploration of Effectiveness of Agitating Indigenous Students' Motivation and Their Female Images by Using Animated Scientists Biographies

Ming-Hsiu Mia Chen¹, Tzu-Hua Wang^{2,*} and Man-Shan Li³

¹Graduate Institute of Design Science, Tatung University

²Department of Education and Learning Technology, National Tsing Hua University

³Department of Industrial Design, Tatung University

Abstract

This study applied the use of “gender and technology” to animated instructional materials. These materials included biographies from indigenous and Han female scientists. Reading comprehension teaching strategies were used to teach these materials to indigenous students ($n = 35$) in five classes (grades 4 to 6) located in three Hualien County rural primary schools over a period of four weeks. Investigators explored the extent that these materials affected students' learning motivation. Student participants were divided into two groups. One group was taught indigenous female scientists first followed by material on Han female scientists material (i.e., “Indigenous-Han”); the other group was taught material on Han female scientists material first followed by material on indigenous female scientists (i.e., “Han-Indigenous”). The “Instructional Materials Motivation Survey Instrument” was used to collect quantitative data from students whereas worksheets were used to collect qualitative data from students. Overall quantitative analysis results suggest that “Han-Indigenous” teaching order had a greater positive motivational effect on rural indigenous students' learning than the “Indigenous-Han” teaching order. However, using “Indigenous” and then “Han” had a decreased and negative impact on male students' motivation than their female counterparts. Qualitative analysis results suggest that both male and female participants were inspired by the teaching of female scientist animated biographies instructional materials.

Key words: Female Scientist Biographies, Multimedia Motivational Teaching Materials, Indigenous Students

* Corresponding author: Tzu-Hua Wang, tzuhawang@gmail.com