

讓科學可見

—職前師資生動手做科學之探究

黃秋霞

黃麗鳳

楊志強

國立屏東大學特殊教育學系
副教授

國立屏東大學幼兒教育學系
助理教授

國立屏東大學師資培育中心
助理教授

摘要

過去至今，國小普通班自然科學的活動設計多半以理論講述居多，較少提供動手做科學的體驗活動，特教班亦是少之又少，因應 2019 年教育部 108 新課綱的自然科學融入生活應用與教學實務中，本研究邀請國際知名德國兒童科學探究中心的 Wedekind 教授與 Holger 講師，共同規劃 20 多項動手做科學體驗活動，提供約百種樣式的材料給 50 位職前師資研究參與者動手做科學的體驗活動工作坊。本研究旨在探究國內、外科學教育的應用情形；以 Google 問卷調查表檢視職前師資生研究參與者對動手做科學的體驗活動工作坊的滿意度情形，了解研究參與者在未來有無願意將所學的動手做科學專業技巧應用於生活或教學中；冀望未來培養其創意思考、合作學習、設計實作、動手實作、省思及修正中，培養自我學習等能力。本研究規劃兩梯次各 4 小時的動手做科學的體驗活動設計工作坊，50 位研究參與者，各梯次 25-30 人，每組 4-5 人，活動結束後，採不記名方式填答 Google 問卷調查表，共計 48 人填答，2 人未填答。

整體而言，本研究的問卷調查資料處理，採用描述性統計分析，結果顯示，87.50% 的研究參與者表示非常同意和同意本研究整體規劃動手做科學的體驗活動，89.59% 表示非常同意和同意動手做科學對於本身的學習有正面幫忙，89.59% 表示非常同意和同意，並願意未來將所學的動手做科學的專業技巧應用於生活或教學中。質性結果顯示，約有九成的研究參與者表示本研究提供的動手做科學工作坊是很有趣、很實用、收穫很大、受益良多，甚至於冀望未來師資培育機構能多辦理類似動手做科學的體驗活動。本研究擬未來擬規劃與辦理更多類似動手做科學的體驗活動工作坊，嘉惠於特殊生，教導其能將所學的科學專業應用技巧融入日常生活中，因應 2019 年教育部 108 新課綱的自然科學融入生活應用與教學實務中。

關鍵詞：職前師資生、科學教育、動手做科學

壹、緒論

若學習任何東西，僅是光聽、光看、光說，卻不動手做的話，很多時候皆是無益於學習的，此乃應證了古諺語所說：「聽而易忘、見而易記、做而易懂」的意涵，以及「學中做與做中學」、「知行合一」的最佳詮釋。面對 21 世紀全球化、地球村、資訊化、國際化、後工作社會等的強烈衝擊與世代交替趨勢來看，沒有人能將學習歸零、停止學習或不再學習，因「學習力」是決定未來的關鍵要素；明日無法預測，不學就被淘汰，猶如均一師資培育中心執行長藍偉瑩曾說：「灌輸學生知識，不如教會他為何及如何找知識」，其論述跟西方諺語"Give a man a fish and you feed him for a day. Teach a man to fish and you feed him for a lifetime."，意指：給魚吃，不如教導如何釣魚的終身學習技能來得重要，光教、光聽、光說、光給等皆不及教會學習者具備由學中做與做中學的終身學習力，並應用於生活場境中來得重要與有意義。

無論東西方國際知名的教育家，例如：學前教育的鼻祖福祿貝爾(Friedrich Wilhelm August Fröbel)、歐洲平民之父的裴斯泰洛齊(Johann Heinrich Pestalozzi)、杜威(John Dewey)、蒙特梭利(Maria Montessori)、甚至是孔子等，皆強調教育是平民化、教育即是生活、教育的關鍵是創造充分的條件讓學習者去「經驗」、教育須準備好學習環境、教育是不斷探索的概念、因材施教的有教無類，其論述皆具有

異曲同工之妙。皮亞傑(Jean Piaget, 1964)提及「發生認識論」(genetic epistemology)，知識的本質是動作(action)；杜威(Dewey)所倡導的學中做(learning to doing)和教育的關鍵是創造充分的條件讓學習者去「經驗」，教育即是生活和強調學中做的重要性。若與杜威、蒙特梭利、孔子至現代教育家 Kirsti Lonka，堪稱芬蘭現象式教育(Phenomenon Based Learning)的第一人，他們所呼籲的教育雷同理念乃教育即是生活、準備好的環境、有教無類等。Lonka (2019, 2020 & 2021)的現象式教育是現代最先進的教學模式之一，一種注重跨學科知識綜合運用的教學模式，目標的選擇乃來自學生日常生活或現象所能接觸和熟悉的「場景」，以熟悉場景作為最佳的自然教學素材，培養其整體綜合能力。其次，學習不是為了別人或父母而學，學習更不是為了應付考試而準備，學習皆為自己的未來而學習，為生活而教育，從小做好為生活而教育的環境準備，如此以後才能服務或幫助更多人，若由幫助他人、教別人，你才能學到最多。值得一提的是蒙氏教育法，呼籲教學者應提供「準備好的環境」(Prepared environment)，意味著在不同階段為人類的根本特點和孩童的具體特點量身定製教育，並符合孩童的比例和他/她所需要的結構，也強調環境的美、和諧淨潔、清楚指令、能促進動作和活動的安排、提供僅支持孩童成長的材料等。林玟君(2015、2021)提及 Dewey 的「完整經驗」，即是「創作」與「感受」的經驗結合，當學習者沉浸在

某一事件或事物中，真誠而專注的參與其中，使自己的理性與感性相融合時，並與正面的情意結合，讓學習者不斷地得到心靈的感動與愉悅的感受，在不斷的「做」、「創作」與「受」或「感受」的互動中，得到持續又統一的完整經驗，即成就了一種具有統一性質的經驗，並在經歷過後，具有滿足、淋漓盡致的感受，此乃稱為是一種「完整經驗」。Dewey 的「完整經驗」對於學中做與做中學是最貼切最佳的詮釋。

根據上述具有異曲同工之妙的論述中，採取持續的好奇心學中做(continuous learning to doing with curiosity)與持續的趣味性做中學(continuous doing to learning with interest)的主要概念，本研究規劃提供給 50 位職前師資生兩場次各 4 小時動手做科學的活動設計，讓他們有機會體驗和探究動手做科學的趣味性，冀望未來能將習得的科學教育理念應用於生活或教學中。

一、研究背景與目的

未來全球化的世界公民皆須具備創新思考、批判思考或解決問題能力的重要基礎能力，方能具備擁抱改變和勇於創新的創業家，甚至企業家精神。Dewey 主張教育即是生活的完整經驗、Lonka 提倡現象式教育的生活熟悉場景學習、跨學科領域知識的綜合應用、臺灣教育部的《創造力教育白皮書》、《科學教育白皮書》、以及歐盟執委會所倡導培育學生具備有科學教育的創造思考、批判思考或解決問題等世界公民的移動競爭能力。

李昆明與洪振方（2012）將美國國家

課程標準 (National Research Council [NRC], 2000)出版的《探究與國家學教育標準》(Inquiry and the National Science Education Standards)五階段探究式教學整併成形成心智組型、實行實驗、解釋及表達、科學語詞引介、應用及自我反思五階段；即針對 80 位實驗組與對照組國中生在形成心智組型、實行實驗、解釋及表達、科學語詞引介、應用及自我反思等階段的實驗教學後，實驗研究顯示其所研發的「提升科學創造力的探究教學策略」對於國中生的科學創造力的認知、情境與技能三面向皆具顯著提升效益。

靳知勤（2007）提及世界各國已著手根據理論研究與實務推廣科學教育，全民科學素養的提升也成為各國科學教育的首要趨勢目標，惟科學素養本身為廣泛定義的構念，若能在科學義理推理發展出解釋架構與歸納出明確的操作性定義，此乃影響科學教育課程內涵與教學方法的重要因素，若能在落實科學教育素養的過程中，也能根據各國社會文化之差異而適切調整，如此方能達成提升科學教育的首要目標。

當代因與時俱進，教育部（2018）公佈的十二年國教新課程綱要，除了延續九九課綱，也調整增添了自然科學領域的領域綱要。自從 108 學年度實施十二年國民基本教育課程綱要，預計 110 學年度國小三年級自然科學領域即適用新的領域綱要（簡稱：領綱），其中學習表現架構表包含：科學認知、探究能力、以及科學的態度與本質三個項目。自然科學教學設計的

重大挑戰乃是如何依據上述三個項目的學習表現有系統地呈現於教學；科學認知係指對應相關學習內容，區分記憶、了解、應用、分析、評鑑、創造的六個層次。由上述得知，教育部（2018）的科學認知的相關學習內容與 Bybee（2002 & 2014）、Bransford et al., (2000)在 *How people learn* 書中論述相呼應，他們認為可符應學習關鍵發現的教學模式包含，5E 教學模式，各為五個階段：投入（Engage，簡稱 E-1）、探索（Explore，簡稱 E-2）、解釋（Explain，簡稱 E-3）、精緻化（Elaborate，簡稱 E-4）、評鑑（Evaluate，簡稱 E-5）。

根據「國際數學與科學教育成就趨勢調查 2019」（Trends in International Mathematics and Science Study 2019，簡稱 TIMSS 2019）的結果顯示，臺灣學生的數學與科學學科成就表現顯著優於國際平均，四年級學生的數學和科學平均成就分別排名第四和第五，八年級學生的數學和科學平均成就排名皆為第二；學習落後學生百分比亦呈現了持續下降的趨勢，城鄉差距也微幅縮小。近幾年，無論是國家政策、民間團體、公私立學術機構、甚至全僑國民對於如何提升國家競爭力，皆不遺餘力各司其職深耕於自然科學教育等相關領域的改革與創新，也逐漸看見了多年來而努力成果。由上述可知，臺灣科學教育有如今足以傲立國際間，讓人稱奇的豐碩深耕成果，除了歸功於教育部（2003）的《科學教育白皮書》的落實與臺灣中小學教師和社會各界對數學與科學教育深表關心和努力的成果；持續滾動式調整與修訂

科學教育目標，與時俱進跟國際順暢接軌等多元雙管齊下等因素，締造如此輝煌科學教育的軟實力奇蹟。洪碧霞（2010）提出 PISA 2009 評比結果顯示，臺灣的科學素養有明顯退步情形，急需高度關切與積極改善。因此，培養教師具備專業知能也是相當重要的要素攸關推廣科學教育的落實與否。因應全球化、科技化、資訊化、後工作社會、以及社會快速轉型的強烈衝擊，提升國家競爭力不僅須具有韌性強的軟實力，也須具有續航力的硬實力。基於國家競爭力與是否能與國際接軌的關鍵取決於與時俱進與積極創新的觀念，教育課程改革旨在不僅為了維持與提升國家競爭力，也須做好提早準備與預防退步的可能性。

職是故，本研究者身為高等教育職前師資生培育單位之成員，國內特教職前師資生極欠缺動手做科學融入生活或教學中的體驗，因此，本研究由蒐集國內、外科學教育相關研究的應用情形後，發現多數研究皆以探究普通生或資優生的科學教育學習表現、科學教師的探究式教學策略之成效等相關議題，卻少有針對特教教師或身心障礙學生融入科學教育的相關研究。本研究有兩個研究目的：

- (一) 探究國內、外科學教育的應用情形。
- (二) 以 Google 問卷調查，檢視職前師資生研究參與者對動手做科學工作坊的滿意度情形，了解研究參與者在未來有無願意將所學的動手做科學的專業技巧應用於未來生活或教學中。

二、Lonka (2019, 2020 & 2021)的現象式教育 (Phenomenon Based Learning)

Lonka(2019, 2020 & 2021)提及芬蘭國家會經常更新國家課標，如此更能因應社會需求和世界的發展變化，因此，芬蘭可說具有很先進的教學模式，更新的國家課標基礎於 2014 年出版，七大模塊的基礎能力，各為：(1)思考和學習能力(Thinking and Learning to learn)，(2)文化素養、溝通及自我表達 (Cultural Competence, Interaction and Self-Expression)，(3)自我照顧和生活管理 (Self-care and Managing Everyday Life)，(4)多元讀寫/多元素養能力(Multiliteracy)，(5)資訊傳播科技/訊息與傳媒技術(Information and Communication Technology)，(6)工作生活能力與創業精神 (Working Life Skills and Entrepreneurship)，(7)參與、影響及建構永續發展能力 (Participating, Influencing and Building a Sustainable Future)。這些素養能力也是整合在學科學習中的，早期兒童教育並沒有學科目標，1 至 6 年級階段較強調整體性的發展，直至 7 年級逐漸有學科概念融入。其次，Lonka(2020)也提及早期兒童階段的思維能力與學習如何學習的重要性，芬蘭學前教育從 3 至 6 歲就開始試著讓孩子們去學習批判性思維教育，直至 7 歲時，已開始教孩子們批判思維，如何進行推理、如何包容彼此、如何多元識讀、以及如何和別人共同創造新知識，如此培育他們就不會盲目地相信錯誤的消息，批判性思維意味著他們能夠批判性地看待與別

人的相處方式；若具有批判性，即能去搜索信息、進行推斷，不僅能吸收知識，也能共同創造知識。由此可見，芬蘭教育，除了重視批判性思維培力，也重視社交和情感學習，溝通能力，如何善待他人，以及如何與他人合作等養成教育。

整體而言，雖芬蘭沒有學科標準化考試，卻未放棄學科教學，仍有數學與體育等科目，僅是培養孩童能具有整合七大模塊的基礎能力；其學科包括藝術、體育、音樂，甚至家庭經濟；強調在生活場景中學習如何製作食物、如何運動保持身心健康、如何有趣玩藝術、甚至如何理解家庭經濟等。由於場景的學習是非常廣泛的整合學習；因此，對於教師而言，此乃是相當重大和專業性的挑戰任務，教師須持續不斷以新思考方式和促進創新能力來因應新教育趨勢與潮流的衝擊，由此可見，芬蘭師資培育的重要與必要學習培力養成，誠如芬蘭教育部長曾說：「高水準素質的教師是高品質教育的基礎。」Lonka(2019, 2020 & 2021)提及師培訓很難，若想要成為職業諮詢師，即需要接受的培訓會更難，因此，由全世界角度來看，芬蘭有最高水平的教師教育背景（碩士學歷以上），薪資收入既穩定且很好，教師是個很受歡迎的專業職業。

三、誘發動手做科學的樂趣與原則

Palmer(2009)提及動手做科學，因學習內容的有趣，最容易誘發學童的情境興趣。Polloway et al., (2008 & 2013)；Polloway、Patton et al.,(2017)提及傳統的教學方法較不適合身心障礙學童。吳秉叡

與易世維（2004）提及身心障礙學童的學習問題與其薄弱的學習動機有關，故，如此誘發他們的學習動機是相當重要也常困擾許多教師們。其次，陳忠志（2005）主張動手做科學，若以易取得材料、設計操作簡單、容易完成的科學活動，方能讓每一個學習者都能體會到動手做的樂趣。周建和與李舒婷（2003）、劉啟正（2005）認為動手做科學的數項原則：器材容易取得、實驗容易操作、容易修正、花費時間少。Wedekind 與 Holger（2021）認為誘發動手做科學的關鍵要素，可採取自助餐教學模式(buffet materials model)，提供多元多樣的材料與安排自然安全的學習情境，讓學童感到好奇心高、選擇性高、自由度高、選擇性多、探索機會多、動手做機會多、趣味性高、創造性多、持續性高等優勢學習環境。若僅提供單點配料或套餐式材料給學童，學童易感到無趣、制式化、低挑戰、低持續性等劣勢學習環境。

四、德國兒童科學探究中心(Helleum Children Research Center)

德國兒童科學探究中心，雖是一間自然科學探索中心，但這邊是非常鼓勵跟其他人互動，「社會建構論」提供許多機會讓學生和其他人互動，利用語言的溝通讓他們彼此去理解彼此的想法。德國兒童科學探究中心，原來的空間是給 5 至 12 歲學童，後續建造青少年科學探究中心，提供給 13 至 18 歲青少年使用。從 2015 年成立至今使用這個空間，總共有 50,000 個學童，亦有從各地各地與當地學者專家，總共有 17,000 人參訪過該科學中心。

孩子，你只要相信他，他就可以保護自己或可以自己學習很多東西。例如：相同的一臺組裝的玩具車，讓不同的孩子拆解或組裝，都會創作出不同的產品；大人準備這些東西就是要讓孩子們破壞它、拆解它，讓孩子們可以自主的拆解或組裝，因好奇或驚訝而重複性拆拆解解、拼拼湊湊、組合拼裝等過程中，他們會由嘗試錯誤、思考推理、理解或解決問題的學習歷程。舊的東西其實蠻適合拿來拆解的，例如：舊的玩具車、舊的腳踏車、舊的果汁機、舊的打字機、舊的投影機、舊的印表機……。其實，德國有些較弱勢的區域因缺乏社會資源挹注，但該探究中心教師們從未因此而放棄機會讓這群社經地位或環境不利的孩子們學習，他們設計一些科學探究活動，即便只有一些手機，就可帶領孩子們想想一些想法，進行科學探究了。德文裡面有一個詞：如果用手作就能夠得到理解，以前的小孩子是從動手操作裡去理解了解這個世界。學習開始於好奇，開始於驚訝，原是提供的低結構材料（沙子、土、水等）或高結構材料（玩具小車子、果子機等），皆可利用蒙特梭利的概念，讓孩子由嘗試錯誤中學習、然後學習自我修正的形成概念的學習歷程，此說明：教育即是生活，生活中處處可見科學，科學也在生活中隨時可見。

在德國兒童科學探究中心的學習工廠裡面，最重要的就是，就是把環境準備好，給予豐富的環境讓學生自由的探索！學生可以自己拿自己想要拿的工具，不需要經過老師的同意，就可以自主熟悉他的內容

是什麼，並且能夠靈活鼓勵學生不斷地使用這些工具。探究中心也是一個教育研究所的實驗室。大學生跟小朋友玩的時候，大學老師可以觀察一下預備教室和孩子是怎麼互動教育裡面也不是新的，這是屬於建構理論，你把環境準備好孩子就會自動地去探索。學生有人好奇的動力，那老師應該要擁有什麼呢？老師其實就是應該幫學生設計好他的探究歷程、組織好他們的探究環境，科學探究的對話是很重要的（這邊的對話可以是互動式的對話、也可以是挑戰性的對話）根據你的問題去了解他的內容引起他們的想像更進一步更深入地了解這個世界。若有學生他所要完成的任務有困難時，可以提問許多問題讓他們去思考且嘗試能夠設法去解決問題。善用平常隨手可得的材料，例如：雞蛋，也可以成為一個探究的好材料，讓學生盡情地探索他們的科學原理。老師的任務是鼓勵小孩、讚美小孩，有時候會給他一些小小的意見，如果大人不在身邊，小孩子怎麼辦？所以在疫情期間，他們做了一個網頁，小孩子有手機、有網路就可以到這個網頁去找資料；如果這樣子繼續不斷地學習的話，就可以讓學生的概念加以延伸，讓他們能夠不斷地接受挑戰。

五、ARCS 動機模式、CCE 知覺玩興

本研究彙整國內外針對 Keller (1983a, 1983b, 1984, 1987a, 1987b & 2016) 的 ARCS 的動機模式與 Moon 與 Kim (2001) 的 CCE 知覺玩興等研究發現。其次，也列舉相關研究結果，例如：王衍 (2005a、2005b)、吳天貴 (2007)、李文瑞 (1990)、

李來春與郝光中 (2013)、許淑玫 (1998)、張志全 (2002)、劉奕帆與廖冠智 (2011)、謝鎔襄 (2011)、Keller 與 Suzuki (1988)、Keller 與 Kopp (1987)、Li 與 Moore (2018)、Naime-Diefenbach (1991)、Shellnut et al., (1999)、Weiler (2005) 等，分別針對 ARCS 動機模式的四個要素含注意力(attention)、相關性(relevance)、自信心(confidence)、滿足感(satisfaction)的定義、研究結果分析或教學所需要考量的問題等進行相關研究。Moon 與 Kim (2001) 根據 Csikszentmihalyi 與 Davis (1977) 提出心流理論(flow theory)的知覺玩興(perceived playfulness)，CCE 知覺玩興的定義具有三要素：專注(concentration)、好奇(curiosity)、娛樂(enjoyment)。綜合上述，Keller (1983a, 1983b, 1984, 1987a, 1987b & 2016) 的 ARCS 動機模式、Moon 與 Kim (2001) 的 CCE 與學習者的學習成效似乎有異曲同工之妙與殊途同歸並存關係。ARCS (動機模式)、CCE (知覺玩興)，似乎跟我們的「聽而易忘，見而易記，做而易懂，知行合一」等學習動機理論與應用原理，皆具有異曲同工之妙用；若教學者能提供知覺玩興的沈浸情境與趣味性的學習媒材，即能逐漸改善學習者的學習動機與提升其學習興趣、高聯結性的參與度、學習成效等。

六、動手做科學的活動設計要領

陳忠志 (2005) 認為動手做科學的活動設計要領包括：讓每一個學生都能動手做、取材自日常生活常見的現象、利用生活周遭可取得的簡單器材、題材能顯示奇

妙有趣的現象、情境盡量簡化或單純化、活動過程活潑生動化。許良榮（2009）提出，若教學者經過組織與過濾過，將科學遊戲融入教學活動，雖能單純誘發學習者的學習興趣，但缺乏融入學習的內涵設計，就會很可惜；因此，教學者要讓學習者有動腦筋的機會，必須掌握讓學習者主動探索或解決問題的原則。本研究的動手做科學的活動設計要領，亦遵循此原則，多次跟授課講師討論課程內涵，以符合動手做科學的學習重點與教學原則。本研究的科學教育的教學活動設計主要依據 Wedekind 與 Holger（2021）深耕於德國兒童自然科學探究中心所倡導的動手做科學的活動設計要領，他們認為科學教育可為：簡單操作、科學學理易懂、生活化的科學、環保素材、方便取得材料、經濟實惠的花費、盡情嘗試不怕危險、自然情境動手做、探索多樂趣多等。

七、動手做在身心障礙學童的學習科學應用情形

Grossman(1990)指出教師專業知識的重要性，歸納為四類型：(1)一般的教學法知識；(2)主題學科知識；(3)教師學科教學知能，以及(4)教育情境脈絡的知識。其次，Arangala(2013)認為「動手做」應用在學習科學，乃具有相當的重要性與必要性的教育意涵。Mastropieri 與 Scruggs(2000)也指出，若教學者能提供生動知覺玩興且可操弄的多元媒材，即能誘發學習者身心障礙學童的學習動機。其次，鈕文英（2003）認為若運用各種不同且有趣的活動練習新的技能，即能提升學習者身心

障礙學童的動機與參與度；若能採逐步鷹架的小步驟教學，也能增進學習者身心障礙學童的成功經驗，進而提升其自信心。

黃玉枝（2013）針對高屏地區國小階段 2 至 6 年級 77 位輕度身心障礙學童，兩梯次各進行兩天參與 18 個動手做科學活動，因身心障礙學童無法填答問卷，則由家長代為填答問卷調查表，30 名現職特教教師與特教系碩班與大學部學生擔任輔導人員，科普團隊共計 30 人分成 6 組成員。該研究目的旨在誘發身心障礙學童的學習興趣為設計的重點，強調能夠實際觀察與動手做，以提升對科學學習的興趣；研究結果顯示身心障礙學童從中學習科學知識、科學詞彙，改變其對學校自然與生活科技課程的興趣，家長表示科普活動對於身心障礙學童非常有意義，希望活動持續辦理。黃玉枝（2013、2016）的研究結果顯示，動手做科學活動乃有助於特教班學生對相關科學概念的認識，不僅能提升他們對科學的學習興趣，他們也願意動手解決科學問題。其研究發現和 Browder 與 Spooner（2011）、Courtade et al.,(2010)等的研究發現相符合。

蔡明富等人（2018）辦理 10 梯次的動手做科學活動在國中小集中式特教班學生實施之初探，由 13 名教師共設計 40 個單元共 147 名學生參與，由參與者的問卷與回饋單得知，動手做科學活動有助提升其學習興趣和願意動手做科學活動的意願；由輔導員的回饋得知，參與者的學習呈現正向成效，由此可知，該活動成果可供未來特教班學生動手做科學的課程設計與教

學實施參考。另外，屏東縣政府教育處（2020）在中正國中辦理「屏屏愛科學-國中身心障礙學生科學闖關趣」，總計 150 位來自屏東縣市各國中集中式特教班的師生、家長及志工共襄盛舉活動，科學闖關活動設計乃融入該縣在地物產文化等元素於各闖卡課程中，數學、化學、物理、生物等 12 個關卡，例如：數學關卡「對稱之美」的孔廟或屏東教會的建築、化學關卡「檸檬會發電」、「彩虹果汁」選取屏東的檸檬、火龍果等、物理關卡「誰是大力士」使用椰子、生物關卡「鮪鮪道來」等課程相當豐富有趣，連結真實生活情境，彰顯十二年國教「核心素養」的精神。

綜合上述國內、外研究發現，若教學者事先妥善規劃動手做科學的體驗活動、營造豐富有趣的學習情境、提供多元彈性的生活素材、靈活應用引導策略等，即能誘發學習者的參與度、引起學習興趣、提高學習動機、甚至誘發探究精神等。本研究認為攸關落實動手做科學的關鍵要素之一，讓學習者不斷地得到心靈的感動與愉悅的感受，在不斷的「做」、「創作」、「感受」、「感動」等互動中的滿足與成就感；發揮老師肯放手與從旁觀察引導的勇氣，讓學生自己嘗試用他的方式動手做科學，若因動手做科學誘發其想學想做的動機與興趣，相信離探究學習已不遠了……。

貳、研究方法

一、研究目的：

本研究旨在探究國內、外科學教育

的應用情形；其次，以 Google 問卷調查表檢視職前師資生研究參與者對動手做科學的體驗活動工作坊的滿意度情形，了解研究參與者在未來有無願意將所學的動手做科學專業技巧應用於生活或教學中，冀望培養其創意思考、合作學習、設計實作、動手實作、省思及修正中，培養自我學習等能力。

二、研究參與者：

本研究規劃兩梯次（2021 年 4 月 26 日和 4 月 29 日 6:00-10:00pm）各 4 小時的動手做科學的體驗活動設計工作坊，因其活動設計與物理空間等限制之故，各梯次僅有 25-30 人，每組 4-5 人，共計 50 位研究參與者參與本研究。

三、研究方法：Google 問卷調查法。

四、研究工具：

本研究工具為 Google 問卷調查表【科學教育融入特教生科學教育實務】，20 題題目，第 1-16 題是 Likert 五點量表的選擇題，第 17-20 題是開放簡答題；活動結束後，研究參與者僅須花費 5-10 分鐘，採不記名方式填答 Google 問卷調查表，共計 48 人填答，2 人未填答。

五、工作坊教學者：

德國兒童科學中心的 Wedekind 教授與 Holger 講師。

六、工作坊講座助理：

因疫情肆虐，兩位德國專家無法來臺授課，調整改為遠距教學，為了避免因雙語授課而導致動手做科學的理解與實作品質，即邀請兩位臺灣長期與他們合作無間的幼教系教授，黃麗鳳助理教授與陳雅鈴

教授擔任現場遠距教學口譯重責，黃秋霞副教授擔任統籌執行工作坊等相關事宜。

七、動手做科學的活動設計名稱與材料明細表範例：

本研究的動手做科學的活動設計，包含至少 18 項活動設計與 100 多種材料配置，簡述 21 項常見材料配置範例：



活動一 冒煙的喬(Smoky Joe)

動手做科學探究概念：空氣熱力。

材料：空塑膠瓶、火柴、瓶蓋、熱水

活動二 乖巧的番茄醬

動手做科學探究概念：控制水的流動。

材料：空瓶罐蓋、水、番茄醬包

活動三 浮浮沉沉

動手做科學探究概念：浮力或表面張力。

材料：大頭針、迴紋針、鈕扣、黏土、石頭、剪刀、玻璃杯、寶特瓶、水。

活動四 化學動力船

動手做科學探究概念：浮力或表面張力

材料：空玻璃罐、吸管、牙膏、水

活動五 滴水不漏。

動手做科學探究概念：水分子吸附力

材料：小瓷茶壺、棉線或毛線、水。

活動五滴水不漏

動手做科學探究概念：水分子吸附力

材料：漏斗、氣球、細的透明水管、橡皮筋、水、澆水器。

活動六 甜度密度溶於水否

動手做科學探究概念：密度、浮力原理

材料：各類蔬果（蘋果、熟香蕉、半熟香蕉、葡萄、奇異果、胡蘿蔔、馬鈴薯等）、大的塑膠容器、水、鹽巴、蘇打水、醋、太白粉、沙拉油。

活動七 繽紛色譜花漾

動手做科學探究概念：表面張力、擴散、滲透原理

材料：咖啡濾紙（白色）、玻璃杯、彩色馬克筆（黑色）、水、面紙、試滴管、手套。

活動八 彩虹摩天輪

動手做科學探究概念：密度、擴散、滲透原理

材料：smarties 聰明豆、食水、白色磁碟、滴管/試管。

活動九 魔鏡魔鏡

動手做科學探究概念：凸面鏡、光學成像

材料：湯匙、大湯匙。

活動十 神奇聚寶盆/雙杯相吸/水杯疊羅漢

動手做科學探究概念：毛細現象、附著力、表面張力

材料：兩個同尺寸的空玻璃杯、珍珠板、水。

活動十一 浮空飛輪/特技運球

動手做科學探究概念：轉動、空氣的流動原理（康達效應(Coanda effect)或「附壁作用」

材料：吹風機、保麗龍球、乒乓球、延長線。

活動十二 馬德堡半球

動手做科學探究概念：真空原理、托里切利大氣壓力原理、拉力＝內外氣壓差×半球的截面積

材料：馬德堡半球、帶柄湯鍋勺子、小湯勺等。

活動十三 古溜溜蛋

動手做科學探究概念：熱脹冷縮

材料：煮熟蛋、熱水、碗、兩個碗一個裝熱水（100度）、一個裝非常冷的水（加冰塊）。

活動十四 滴水不漏的錢幣

動手做科學探究概念：表面張力、分子內聚力

材料：1元、5元、10元錢幣、針筒、滴管/試管、盤子、水。

活動十五 泡泡水

動手做科學探究概念：鹼性、水分子

材料：空塑膠罐、玻璃杯、氣泡水。

活動十六 舞動葡萄

動手做科學探究概念：浮力原理

材料：玻璃杯、氣泡水、葡萄乾、水等。

活動十七 膨脹手套

動手做科學探究概念：熱脹冷縮原理

材料：大氣球、玻璃杯、火柴盒、手套。

活動十八 虹吸管原理

動手做科學探究概念：虹吸管原理

材料：漏斗、吸管、水。

活動十九 空氣砲

動手做科學探究概念：空氣的流動原理

材料：大氣球、玻璃杯、火柴盒、蠟燭臺。

活動二十 其他

動手做科學探究概念：自圓其說

材料：自行選取。

八、蒐集資料分析方法：

問卷調查資料採用次數與百分比的描述性統計分析。

參、研究結果與發現

本研究以 Google 問卷調查採不記名填答方式，共計 20 題，第 1-16 題是 Likert 五點量表的選擇題，第 17-20 題是開放簡答題；除此之外，研究參與者皆須填答基本資料，例如：性別、就讀科系、年級等。本研究參與者共計 50 人，48 人填答問卷，2 人未填答問卷，本研究針對 48 位研究參與者的基本資料分析、1-16 題 Google 選擇題問卷調查結果分析(表 1)、以及 17-20 題 Google 簡答題的結果分析，簡述如下：

一、基本資料分析

1. 本研究共有 50 位研究參與者，2 位未填答問卷，48 位完成問卷填答者。44 位特殊教育學系和 4 位幼兒教育學系

的職前師資生。

2. 女性占 38 位 (79%) 和男性占 21 位 (21%)。
3. 5 人大一、17 人大二、21 人大三人、2 人大四、1 人大五教育實習生、以及 2 人碩士班。

二、第 1-16 題 Google 選擇題問卷調查結果分析

本研究的問卷調查共有 16 題 Likert 五點量表，48 位研究參與者在各題 Likert 五點量表（非常同意、同意、尚可、不同意、以及非常不同意）的 Google 問卷調查結果分析，以次數分配與百分比的描述統計方式。

Q1. 我對本次活動提供的物理空間安排讓我感到滿意。

第 1 題的問卷結果顯示，22 位 (45.83%) 研究參與者填答非常滿意物理空間安排滿意度，19 位 (39.58%) 填答滿意，4 位 (8.33%) 填答無意見，沒有人填答不同意，3 位 (6.25%) 填答非常不同意，由上述得知，41 位 (85.42%) 研究參與者對於本次活動提供的物理空間安排而感到滿意，3 位 (6.25%) 研究參與者並不滿意本次活動

提供的物理空間安排。準備好學習環境的重要性。

Q2. 專家學者重視教學互動，鼓勵學生發問或表達意見。

第 2 題的問卷結果顯示，23 位 (47.92%) 研究參與者填答非常滿意物理空間安排滿意度，22 位 (45.83%) 填答滿意，1 位 (2.08%) 填答無意見，沒有人填答不同意，3 位 (6.25%) 填答非常不同意，由上述得知，45 位 (93.75%) 研究參與者對於專家學者重視教學互動，鼓勵學生發問或表達意見而感到滿意，3 位 (6.25%) 研究參與者並不滿意專家學者重視教學互動，鼓勵學生發問或表達意見。教學互動的重要性。

Q3. 我對本次活動抱持的參與度是高的。

第 3 題問卷結果顯示，16 位 (33.33%) 研究參與者填答非常滿意本次活動抱持的參與度是高，25 位 (52.08%) 填答滿意，4 位 (8.33%) 填答無意見，沒有人填答不同意，3 位 (6.25%) 填答非常不同意，由上述得知，41 位 (85.42%) 研究參與者對於本次活動抱持的參與度是高而感到滿意，3 位 (6.25%) 研究參與者並不滿意對本次活動抱持的參與度是高的。

表 1

第 1 至 16 題 Google 選擇題問卷調查表之各項結果分析

題號	非常同意(%)	同意(%)	無意見(%)	不同意(%)	非常不同意(%)
Q1	45.83%	39.58%	8.33%	0%	6.25%
Q2	47.92%	45.83%	2.08%	0%	6.25%
Q3	33.33%	52.08%	8.33%	0%	6.25%
Q4	41.67%	42.75%	8.33%	0%	6.25%
Q5	41.67%	50.00%	2.08%	0%	6.25%
Q6	43.75%	45.83%	4.17%	0%	6.25%
Q7	35.42%	47.92%	10.42%	0%	6.25%
Q8	43.75%	45.83%	4.17%	0%	6.25%
Q9	39.58%	47.92%	6.25%	0%	6.25%
Q10	31.25%	54.17%	8.33%	0%	6.25%
Q11	39.58%	47.92%	6.25%	0%	6.25%
Q12	33.33%	39.58%	20.83%	0%	6.25%
Q13	29.17%	50.08%	12.50%	0%	6.25%
Q14	41.67%	47.92%	4.17%	0%	6.25%
Q15	41.67%	47.92%	4.17%	0%	6.25%
Q16	37.50%	50.00%	6.25%	0%	6.25%

Q4. 我對本次活動主題與內容感到好奇、有趣的。

第 4 題的問卷結果顯示，20 位(41.67%)研究參與者填答非常滿意本次活動主題與內容感到好奇、有趣的，21 位(43.75%)填答滿意，4 位(8.33%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，41 位(85.42%)研究參與者對於本次活動主題與內容感到好奇、有趣的而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意對於本次活動主題與內容感到好奇、有趣的。

Q5. 專家學者能掌握課堂內的教學氣氛，以及留意學生聽講的反應。

第 5 題的問卷結果顯示，20 位(41.67%)研究參與者填答非常滿意專家學者能掌握課堂內的教學氣氛，以及留意學生聽講的反應，24 位(50%)填答滿意，1 位(2.08%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，44 位(91.67%)研究參與者對於專家學者能掌握課堂內的教學氣氛，以及留意學生聽講的反應而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意專家學者能掌握課堂內的教學氣氛，以及留意學生聽講的反應。

Q6. 專家學者樂於解答學生的問題。

第 6 題的問卷結果顯示，21 位(43.75%)研究參與者填答非常滿意專家學者樂於解答學生的問題，22 位(45.83%)填答滿意，2 位(4.17%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，43 位(89.58%)研究參與者對於專家學者樂於解答學生的問題而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意專家學者樂於解答學生的問題。

Q7. 專家學者的教學步驟，我都能跟得上他的步調。

第 7 題的問卷結果顯示，17 位(35.42%)研究參與者填答非常滿意專家學者的教學步驟，學生都能跟得上他的步調，23 位(47.92%)填答滿意，5 位(10.42%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，40 位(83.34%)研究參與者對於專家學者的教學步驟，都能跟得上教學步調而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意專家學者的教學步驟，可能無法跟得上他的步調。

Q8. 專家學者整體的教學方式與態度，讓我感到滿意。

第 8 題的問卷結果顯示，21 位(43.75%)研究參與者填答非常滿意專家學者整體的教學方式與態度，22 位(45.83%)填答滿意，2 位(4.17%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，43 位(89.58%)研究參與者對於專家學者整體的教學方式與態度而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意專家學者整體的教學方式與態度。

Q9. 專家學者的專業與授課技巧，讓我感到滿意。

第 9 題的問卷結果顯示，19 位(39.58%)研究參與者填答非常滿意專家學者的專業與授課技巧，23 位(47.92%)填答滿意，3 位(6.25%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，42 位(87.50%)研究參與者對於專家學者的專業與授課技巧而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者不滿意專家學者的專業與授課技巧。

Q10. 專家學者之教授內容符合學習之需求。

第 10 題的問卷結果顯示，15 位(31.25%)研究參與者填答非常滿意專家學者之教授內容符合學習之需求，26 位(54.17%)填答滿意，4 位(8.33%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，41 位(85.42%)研究參與者對於專家學者之教授內容符合學習之需求而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意對於專家學者之教授內容符合學習之需求。

Q11. 我對本次活動提供的教材是滿意的。

第 11 題的問卷結果顯示，19 位(39.58%)研究參與者填答非常滿意本次活動提供的教材，23 位(47.92%)填答滿意，3 位(6.25%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，42 位(87.5%)研究參與者對於本次活動提供的教材而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意對於本次活動提供的教材。教材的多元性的重要性。

Q12. 本次工作坊有助於提升我的特教專業技能。

第 12 題的問卷結果顯示，16 位(33.33%)研究參與者填答非常滿意本次工作坊有助於提升特教專業技能，19 位(39.58%)填答滿意，10 位(20.83%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，35 位(72.91%)研究參與者對於本次工作坊有助於提升特教專業技能而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意對於本次工作坊有助於提升特教專業技能。本研究未來建議擬加強職前師資生的跨領域相關知識與技能應用的實務經驗的重要性。

Q13. 本次活動有助於提升我對相關教學領域的了解。

第 13 題的問卷結果顯示，14 位(29.17%)研究參與者填答非常滿意本次活動有助於提升我對相關教學領域的了解，25 位(50.08%)填答滿意，6 位(12.5%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，39 位(79.25%)研究參與者對於本次活動有助於提升我對相關教學領域的了解而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意本次活動有助於提升我對相關教學領域的了解。

Q14. 總體而言，本次活動對我的學習有正面幫助。

第 14 題的問卷結果顯示，20 位(41.67%)研究參與者填答非常滿意本次活動的學習有正面幫助，23 位(47.92%)填答滿意，2 位(4.17%)填答無意見，沒有人填

答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，43 位(89.59%)研究參與者對於總體而言，本次活動的學習有正面幫助而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意總體而言，本次活動的學習有正面幫助。

Q15. 若有機會，我會願意將今天所學專業技巧，應用於未來生活或教學中。

第 15 題的問卷結果顯示，20 位(41.67%)研究參與者填答非常滿意若有機會，會願意將今天所學專業技巧，應用於未來生活或教學中，23 位(47.92%)填答滿意，2 位(4.17%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，43 位(89.59%)研究參與者對於若有機會，會願意將今天所學專業技巧，應用於未來生活或教學中，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意對於若有機會，會願意將今天所學專業技巧，應用於未來生活或教學中。

Q16. 對本次活動整體規劃讓我感到滿意。

第 16 題的問卷結果顯示，18 位(37.50%)研究參與者填答非常滿意本次活動整體規劃，24 位(50%)填答滿意，3 位(6.25%)填答無意見，沒有人填答不同意，3 位(6.25%)填答非常不同意，由上述得知，42 位(87.50%)研究參與者對於本次活動整體規劃而感到滿意，3 位(6.25%)研究參與者並不滿意對於次活動整體規劃。

總而言之，根據上述問卷結果分析，本研究可再深入了解並針對極少數研究參與者對於本次活動的整體規劃有哪些可改進或調整部分，例如：物理空間規劃、教

學步驟、教材提供、外文講課、師生互動等方面。若為活動本身即可調整或修正直至讓每一個研究參與者都會願意參與體驗或嘗試參與非制式化的科學教育；若為研究參與者本身個人因素，例如：職業性向、學習態度、學習意願、學習動機、興趣所致，甚至排斥科學等，如此將須各班導師進一步了解各研究參與者的職業性向或生涯規劃等，必要時提供適切就學就業的相關諮商輔導，以求適性揚才、有教無類、把每一個孩子帶上來、永不放棄任何有學習意願的孩子們。

三、簡介各項動手做科學的體驗活動 課程設計的探究概念、材料等

根據 Hogler 在科學工作坊中提及學習三模式（自助餐模式、綜合組模式、學習單模式），本研究從旁觀察各研究參與者的學習過程中去探索與發想，教學引導者不會給研究參與者太多的指示。本研究準備各項動手做科學的活動設計，皆秉持著：教育須準備好學習環境、教育是不斷探索的概念等原則規劃各項活動設計，各項活動名稱、探究概念、材料或研究參與者後續的討論與提問，簡述臚列如下：

活動一冒煙的喬(Smoky Joe)

動手做科學探究概念：空氣熱力

材料：空塑膠瓶、火柴、瓶蓋、熱水

討論與提問：你們所看到的現象，是否等壓力變化時，水蒸氣變成小水滴或霧。

研究參與者提問：若火柴頭沾點油丟進水裡，拿起後再點燃是否可點燃？



活動二 乖巧的番茄醬

動手做科學探究概念：控制水的流動

材料：空瓶罐蓋、水、番茄醬包

研究參與者提問：若瓶罐裡加冷或熱水後，塞進番茄醬包，從外頭擠壓後，結果會不同？



活動三浮浮沉沉

動手做科學探究概念：浮力或表面張力

材料：大頭針、迴紋針、鈕扣、黏土、石頭、剪刀、玻璃杯、寶特瓶、水

研究參與者提問：水平放置、垂直放置是否有差異？角度會不會影響東西的浮或沉？



活動四化學動力船

動手做科學探究概念：浮力或表面張力

材料：空玻璃罐、吸管、牙膏、水



活動五滴水不漏

動手做科學探究概念：水分子吸附力

材料：小瓷茶壺、棉線或毛線、水



活動五滴水不漏

動手做科學探究概念：水分子吸附力

材料：漏斗、氣球、細的透明水管、橡皮筋、水、澆水器

活動六甜度密度溶於水否

動手做科學探究概念：密度、浮力原理

材料：各類蔬果（蘋果、熟香蕉、半熟香蕉、葡萄、奇異果、胡蘿蔔、馬鈴薯等）、大的塑膠容器、水、鹽巴、蘇打水、醋、太白粉、沙拉油

研究參與者提問：哪種水果會浮？那些水果會沉？熟或半熟水果，哪一種較會浮或沉？



活動七繽紛色譜花漾

動手做科學探究概念：表面張力、擴散、滲透原理

材料：咖啡濾紙（白色）、玻璃杯、彩色馬克筆（黑色）、水、面紙、試滴管、手套

研究參與者提問：若彩色馬克筆塗在咖啡濾紙久些，顏色會變得如何？若彩色馬克筆沾些水中加點油或鹽水的話，顏色會變得如何呢？若在咖啡濾紙中間先畫個圈、三角形或正方形，再去沾水看看情況如何？



活動八彩虹摩天輪

動手做科學探究概念：密度、擴散、滲透原理

材料：smarties 聰明豆、食水、白色磁碟、滴管/試管

研究參與者提問：有/無色素的 smarties 聰明豆是否有差異？碟盤平放或傾斜放有差異？



活動九魔鏡魔鏡

動手做科學探究概念：凸面鏡、光學成像

材料：湯匙、大湯匙



活動十神奇聚寶盒/雙杯相吸/水杯疊羅漢

動手做科學探究概念：毛細現象、附著力、表面張力

材料：兩個同尺寸的空玻璃杯、珍珠板、水

研究參與者提問：若將珍珠板替換成玻璃薄片或塑膠片（利用哪種材質的隔板，附著力最佳？），結果會如何？



活動十一浮空飛輪/特技運球

動手做科學探究概念：轉動、空氣的流動原理（康達效應(Coanda effect)或「附壁作用」）

材料：吹風機、保麗龍球、乒乓球、延長線

研究參與者提問：空中飛的飛機的原理是否跟此原理相通呢？

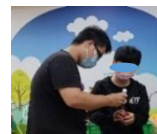


活動十二馬德堡半球

動手做科學探究概念：真空原理、托里切利大氣壓力原理、拉力＝內外氣壓差×半球的截面積

材料：馬德堡半球、帶柄湯鍋勺子、小湯勺等

研究參與者提問：生活中是否有相同原理的應用例子？在太空船內，為何所有密閉容器都要打洞？



活動十三古溜溜蛋

動手做科學探究概念：熱脹冷縮

材料：煮熟蛋、熱水、碗、兩個碗一個裝熱水(100度)、一個裝加冰塊的水(很冰)

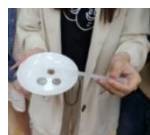


活動十四滴水不漏的錢幣

動手做科學探究概念：表面張力、分子內聚力

材料：1元、5元、10元錢幣、針筒、滴管/試管、盤子、水

研究參與者提問：預估哪種錢幣最能滴水不漏且容下最多滴水？若錢幣上塗上油質東西，結果會如何？



活動十五泡泡水

動手做科學探究概念：鹼性、水分子

材料：空塑膠罐、玻璃杯、氣泡水



活動十六 舞動葡萄

動手做科學探究概念：浮力原理

材料：玻璃杯、氣泡水、葡萄乾、水等

研究參與者提問：葡萄乾或葡萄放入氣泡水中的結果都相同嗎？此原理跟救生圈相通嗎？



活動十七膨脹手套

動手做科學探究概念：熱漲冷縮原理

材料：大氣球、玻璃杯、空塑膠罐、火柴盒、手套



活動十八

動手做科學探究概念：虹吸管原理

材料：漏斗、吸管、水



活動十九空氣砲

動手做科學探究概念：空氣的流動原理

材料：大氣球、玻璃杯、火柴盒、蠟燭臺



活動二十其他



小結

綜合上述本研究動作做科學的體驗活動設計工作坊的實況花絮，摘述如下：首先，簡述 Wedekind 教授與 Holger 提及的三種學習模式（自助餐模式、綜合組模式、學習單模式）：

1. 自助餐模式：教學者將提供一個菜單，每個人可以有所選擇跟比較，不同的零件所組合出來的東西會碰撞出不一樣的結果。
2. 綜合組模式：僅只準備三個東西，學習者可以自己決定要去用幾個材料，也可以自己找材料繼續去做（教學者大概預測與了解學習者會有的答案，即便如此，仍會給學習者一些選擇的空間）。
3. 學習單模式：教學者事先準備好相關材料與執行步驟，學習者就照著去做即可。因此，Wedekind 教授與 Holger 在活動結束後，建議職前師資生好好回想過去接受教育是屬於哪種學習模式（自助餐模式、綜合組模式、學習單模式），並提問讓研究參與者好好想想哪一種學習模式對於學習者較有益？上述的提問旨在提供機會給研究參與者在本次動手做科學的體驗學習過程中去探索與發想，因教學引導者不會給研究參與者太多的指示，教學引導者僅在事前將學習環境和材料準備好，並在動手做科學的體驗活動設計進行過程中，扮演引導研究參與者先自行思考與探究，若真有問題時，也僅會引導他們共同思考與討論看看，最後再經由各組分享時間，

將各組作出的結果跟大家分享或提問大家問題，旨在共同發想、表達想法、探究等體驗學習歷程。

其次，研究參與者本身在體驗動手做科學時，可由教學者事先備妥的多樣化材料中，各組成員共同討論後自行選取所想體驗動手做科學的材料。本研究者觀察且發現，剛開始時，大多數研究參與者們皆會停頓在那裡盯著材料看東看西、甚至於不知所措或不知道要做甚麼等。Wedekind 教授和 Holger 叮嚀說：本次的動手做科學的體驗活動設計工作坊，就像有些人即便是做同一種職業，但做出來的東西也會不一樣，因此，若能發揮一些天馬行空的想像力，即能變化或創造出不一樣的結果。他們鼓勵研究參與者在未來教學或生活中，無論自己、國小階段或學前學童皆能用最簡單的東西進行科學探究，最好要相信孩子且鼓勵他們不要怕危險或失敗，但教學者務必盡量設計一些「準備好的環境」(Prepared environment)讓學生感到好奇與有趣味，並運用同儕合作策略，讓彼此之間都能夠不斷地討論、發想、探究等，即會有無限的可能性。最後，本研究簡略歸納本次動手做科學的體驗活動設計工作坊中，兩次工作坊中所常用的自然科學理論應用原理：第一次工作坊：密度（例如：水果的密度、油水不溶、液體的密度）、壓力、水蒸氣及液體的分子變化、物質的溶解（例如：巧克力、鹽、糖、色素）、物質的吸水性質（抹布的吸水性質）、介面活性劑和水接觸的情況（牙膏、或清潔劑放在紙板上會使水表面張力的破壞）、凹凸面

鏡在日常生活中的成像原理（使用湯匙的正反兩面去看物體）；第二次工作坊：馬德堡半球、大氣壓力、空氣、重量等自然科學理論應用原理。

四、第 17-20 題簡答題的結果分析

第 17 題：今天最大的一項收穫是……

第 17 題共有 48 人以簡短扼要的文字描述「今天最大的一項收穫……」，多數研究參與者的最大收穫回應很有趣且正向的，例如：「豐富的環境讓學生去探索對學生來說是最自然的學習方式」、「觀察科學實驗、實作，並找出原因何為及小組合作」、「了解原來生活中常見的物品都可以發想成科學實驗」、「學習動手操作，體驗各種科學實驗」、「不要限制孩子的操作，實際體驗能更深刻記憶」、「不要被框架，盡情發揮創意」、「學到好的教學方式」、「訓練思考和探究能力」、「對學生不需要去設太多框架，讓他們自由去發揮會有更多新奇的事情，才能真正學習到東西」、「學習到很多科學的相關遊戲」、「更了解如何設計有趣的課程」、「要勇於嘗試，不要害怕犯錯」、「很多事都是沒有標準答案的，去探索就對了」、「教學設計的多元化，以及教學可以不造制式化發展，引起學生的興趣是老師需要的技能之一，幽默風趣也是特點要多加培養」、「創意讓實驗變得更加有趣，還會因此學習到更多的知識，有了更多不一樣的經驗」、「了解很多日常實驗」、「聽聞國外學者授課，並了解眾多科學知識」、「學習科學的方式思考」、「由動手操作探究許多科學原理」、「做了很多小實驗，覺得有趣」、「學會玩科學」、「敢於

發言。也了解到生活中處處都是科學及科學是很有趣的」、「沒有一定的答案可以去盡情的實驗」、「更勇於思考表達，嘗試尋找答案的過程，不依靠別人給的知識」、「做了很多之前沒有機會做的實驗」、「感受到國外的教育氛圍」、「原本覺得應該是常理地事情，要如何去解釋，老師一直使用繼續追問的方式引出我們的想法，讓我們不被固有僵化的答案框架住。能用探究自我探索沒有框架的方式去設計進行實驗，且都能獲得很好的回饋!」、「認識了解很多科學小知識，且教師在教學中多以引導方式，不會直接給與答案，讓學生能自行找出答案」、「學到東西」、「教材的多樣化，以及教學的模式都會影響學習的過程及結果，所以需要多加思考」、「科學是沒有正確答案的！需要自己去多多嘗試，或許會得到意想不到的結果」、「多樣性的活動，同學們絞盡腦汁想解決與實驗的過程是非常令人值得回味的」、「探討事物的不同觀點」、「學習到很多科學小實驗」、「親自參與實作很有成就感」、「了解國外學者教學模式」等。由上述得知，多數研究參與者參與本研究動手做科學的工作坊後，皆表示非常同意和同意本次工作坊帶給他們很多收穫，並感受到開放自主學習場境、同儕合作的重要性、主動尋找動手做科學的多元可能答案等體驗探究經驗。

第 18 題：關於未來，我想對自己說的一句話是……

第 18 題有 48 人以簡短扼要的文字描述「我最想對自己說的一句話是……」，多數研究參與者皆是寫「加油」，有些研究參

與者對自己想說的一句話是相當有趣且正向回饋，例如：「不斷學習，不斷更新知識，才能適應未來變化多端的世界」、「能將這些有趣的科學小實驗帶給特殊生」、「教學不是死的而是活的，不要忘記教育的初衷是帶給孩子們從快樂中學習」、「沒有框架的教學才有更多的創意與創造」、「希望自己能保持這樣開放、實作的精神，而不是被臺灣目前的教育氛圍所困」、「希望有實驗精神，對任何事物都存在著好奇心」、「希望未來的自己，可以將這些讓孩子從做中學的理念，應用在教學及孩子的生活上」、「多元化的教學的影響力是不容小覷的」、「學以致用」、「可將今日課程應用於未來實務」等。由上述得知，研究參與者參與本研究動手做科學工作坊之後，多數研究參與者對於自己未來期許的想法皆趨向正向思考或滿意充滿希望的想法。

第 19 題：針對專家學者工作坊的整體品質，請填寫您的寶貴意見。

第 19 題有 21 人以簡短扼要的文字描述「針對專家學者工作坊的整體品質，請填寫您的寶貴意見。」，多數研究參與者皆表示同意與非常同意本研究所提供的動手做科學的課程活動設計，皆認為課程設計活動是很棒的、非常好、很有趣，僅有少數反應：線上遠距教學的資訊通訊軟體收訊偶爾不穩定，日後可稍加留意。由上述得知，有些研究參與者建議能多多辦理類似動手做科學的工作坊。

第 20 題：其他建議事項

第 20 題有 17 人以簡短扼要的文字描述「其他建議事項。」，其中有 15 人填答

「無」，2 人提出很正向的建議，例如：「可以多辦一點！！！」「辛苦所有的計劃人、工作人員及參與者！謝謝你們讓我們有這麼棒的活動！」。

肆、結論與建議

整體而言，本研究結果顯示，87.50% 的研究參與者表示非常同意和同意本研究整體規劃動手做科學的體驗活動，89.59% 表示非常同意和同意動手做科學對於本身的學習有正面幫忙，89.59% 表示非常同意和同意，並願意未來將所學的動手做科學的專業技巧應用於生活或教學中。其次，質性問卷調查資料顯示，約有九成的研究參與者皆表示本研究提供的動手做科學工作坊是很有趣、很實用、收穫很大、受益良多，未來會將所學習動手做科學的技能應用於生活或教學中，甚至於冀望未來師資培育機構能多辦理類似動手做科學的增能培力工作坊。

1. 本研究參與者的質性問卷結果顯示，大多數皆表示未來能多辦理類似工作坊給職前師資生，以提升專業科學技能與應用策略。因此，本研究建議，若要讓臺灣的科學教育更落實 Piaget 的知識本質是動作、Dewey 的教育即是生活、Lonka 的現象式教育等理念，未來師培機構或許可多辦理類似工作坊，以提升自然科學教育的重要培力。
2. 若教學者能善用同儕合作與溝通互動的共構策略，根據差異化或個別化因素，本研究建議可提供三種學習模式（自助

餐模式、綜合組模式、學習單模式）的科學教育素材給學習者／學童，讓各組研究參與者自由選擇動手做科學的體驗探索活動和材料，勇敢嘗試、發想或探索等，教學引導者從旁觀察卻不會給研究參與者太多的指示；最後，各組分享體驗經驗、探索發想及反思。本研究的結果跟 Wedekind 與 Holger 的有異曲同工之妙。

3. 第 1-16 題五點 Likert 的 Google 問卷調查顯示，高達九成的職前師資生對於本研究所提供的動手做科學的體驗活動設計工作坊，皆表示非常同意與同意有興趣且學習動機很高，此乃跟 Keller (1983a, 1983b, 1984, 1987a, 1987b & 2016) 的 ARCS 動機模式與 Moon 與 Kim (2001) 的 CCE 與學習者的學習成效是有相關性的。其次，本研究結果和 Arangala(2013)、Mastropieri 與 Scruggs (2000)、Browder 與 Spooner (2011)、Courtade et al., (2010)、以及黃玉枝 (2013、2016) 等國外動手做科學的研究結果相符合，動手做科學不僅能提升研究參與者對科學的學習興趣，他們也願意動手解決科學問題。
4. 無論由本研究的 16 題選擇題或 4 題開放式簡答題的問卷結果，以及所有研究參與者參與本次各項的動手做科學的體驗活動工作坊的參與過程中，本研究觀察與發現，若教學引導者事先規劃與提供準備好的環境與扮演好引導者非提供答案者的話，此乃有助於研究參與者學習同儕溝通、討論、發想、探究等

學習歷程的重要與必要的成功關鍵要素；本研究的結果也跟 Lonka(2019, 2020 & 2021)、Wedekind 與 Holger 多年來所呼籲動手做科學的體驗活動設計的關鍵原則是相呼應的。

5. 本研究觀察與發現各組研究參與者在動手做科學的成品後，認為自然科學教育也是美感教育的完整經驗結合體，若未來教學者在設計課室活動時，靈活運用更多元的創意與美感的感性元素與創意與創新的理性元素，提供讓科學教育與美感教育相結合，相信會有意想不到的有趣且生動效果；若教學者也能將新課綱的美感指標融入科學教育的教學設計活動中，兼具跨領域的結合融入的豐富有趣的概念。
6. 因疫情嚴峻之故，採遠距教學進行動作動手做科學的現場實作，須克服不少時空間限制與語言溝通等問題，雖多數研究參與者皆表示非常同意和同意對於本研究提供的動手做科學的活動設計，卻極少數研究參與者對於視訊媒體畫面不穩定而表示不滿意。但，Holger 強調歐洲國家的視訊穩定性本來就不如臺灣先進或順暢無阻，本次工作坊開始進行時，出現很短暫性的網路斷訊畫面不清楚；即便如此，本研究於未來仍要謹慎確保須使用哪種軟體的穩定性最佳，有利於雙方做好最好的環境準備。
7. 本研究結果顯示，極少數研究參與者表示無法跟得上教學者的教學步驟，可能因為以雙語教學所導致，但面臨全球化與臺灣 2030 年雙語教學的衝擊，本研

究建議，教學者須多留意如何讓所有研究參與者皆能跟得上教學步驟的重要性，若少數者無法跟上教學者的教學步驟時，教學者可再深度探究那些極少數跟不上者是因聽不懂、沒意願學習、學習動機薄弱、教學內容難易度、或者是科學知識薄弱等等因素。

8. 若未來規劃類似動手做科學的課程設計的話，可進行前測問卷調查研究參與者在基本自然科學的基本專業知能與技能為何，並在接受動手做科學的課程設計的介入後，再進行後測問卷調查其自然科學的基本知能與技能是否有所改變或提升？

誌謝

本文感謝國立屏東大學研發處補助、德國兒童科學探究中心的 Wedekind 教授與 Holger 講師與所有研究參與者的參與。

參考文獻

- 王珩 (2005a)。國小英語教師學習與教學風格之研究。**臺中教育大學學報：人文藝術類**，19(2)，71-88。DOI: 10.7037/JNTUHA.200512.0071
- 王衍 (2005b)。從 ARCS 模式探討英語學習動機之激發策略。**臺中教育大學學報：文文藝術類**，19(2)，89-100。DOI:10.7037/JNTUHA.200512.0089
- 吳天貴 (2007)。建置一個數位遊戲式學習系統以促進能源教育之學習動機

- 及自我覺知（未出版之碩士論文）。中央大學。
- 吳秉叡、易世為（2004）。身心障礙學生學習動機與教學策略之探討。**臺東特教**，19，25-31。
- 李文瑞（1990）。介紹激發學習動機的ARCS模型（阿課思）教學策略。**臺灣教育**，479，22-24。
- 李昆明、洪振方（2012）。提升科學創造力的探究教學策略之實驗研究。**科學教育研究與發展季刊**，65，49-74。
- 李來春、郝光中（2013）。擴增實境應用於互動式英語教材教學之研究-以國小五年級英語三個單元為例。**國際數位媒體設計學刊**，5(1)，51-64。
- 林玫君（2015）。幼兒園中的美感教育。心理。
- 林玫君（2021年5月5日）。幼兒園中的美感教育。國立屏東大學幼兒教育系研習。國立屏東大學，臺灣。
- 周建和、李舒婷（2003）。動手做科學大師：幫伽利加設計真空利實驗。2003物理教學及示範研討會。高雄市，臺灣。
- 屏東縣政府教育處（2020年12月25日）。屏屏愛科學－國中小身心障礙學生科學闖關。取自https://www.pthg.gov.tw/News_Content.aspx?n=EC690F93E81FF22D&s=620ED6EF89C7F1D5
- 洪碧霞主編（2010）。**臺灣 PISA 2009 結果報告**。臺灣 PISA 國家研究中心。
- 張志全（2002）。動機策略與電腦焦慮對國小六年級學生社會科網路學習動機的影響（未出版之碩士論文）。屏東師範學院教育科技研究所。
- 教育部（2003）。**創造力教育白皮書**。教育部。
- 教育部（2003）。**科學教育白皮書**。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學：自然科學領域**。教育部。
- 陳忠志（2005年9月）。從知識消費的角度探討科學教育的課室教學。科學教育與學識知能指標研討會。高雄市，臺灣。
- 許良榮（2009）。科學遊戲之教學設計與科學展覽應用。**科學教育月刊**，316，43-48。
- 許淑玫（1998）。ARCS動機設計模式之教學上應用。**國教輔導**，38(2)，16-24。DOI:10.6381/JD.201109.0045
- 鈕文英（2003）。**啟智教育課程與教學設計**（初版）。心理。
- 黃玉枝（2013）。以動手做科學促進身心障礙學生對科學學習的興趣。**南屏特殊教育**，4，23-26。
- 黃玉枝（2016）。實施引導式探究教學發展國小聽障學生的科學探究技能。**特殊教育學報**，43，63-92。
- 靳知勤（2007）。科學教育應如何提升學生的科學素養－臺灣學術精英的看法。**教育學刊**，15(6)，627-646。
- 蔡明富（2018）。談中重度智能障礙學生的兩階段六步驟科學探究教學。**臺東**

- 特教，48，1-6。
- 蔡明富、陸奕身、陳怡婷（2018）。動手做科學活動在國中小集中式特教班學生實施之初探。*東華特教*，60，23-33。
- 劉奕帆、廖冠智（2011）。魔術方塊之悅趣化空間感知設計研究。*設計學報*，16(3)，45-67。
- 劉啟正（2005）。「融入科學家小故事及動手做實驗教學」對國二學生學習成效影響之研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學。
- 謝銘襄（2011）。應用 ARCS 動機教學策略於網路教學平台之行動研究（未出版之碩士論文）。淡江大學。DOI:10.6846/TKU.2011.00677
- 彭富源（2020 年 12 月 8 日）。臺灣參加國際數學與科學教育成就趨勢調查（TIMSS 2019）成果發表。取自 <https://www.k12ea.gov.tw/News/K12eaNewsDetail?filter=9F92BBB7-0251-4CB7-BF06-82385FD996A0&id=65befb59-246b-4445-ba8e-215307f5077d>
- Lonka, K.（2019 年 10 月 18-19 日）。**Phenomenal teacher education from Finland - Challenges and Solutions.** 2019 年第七屆師資培育國際學術研討會-各科教材教法。國立屏東大學，臺灣。
- Lonka, K.（2021 年 3 月 4-6 日）。**Keynote Speech-Saying the Planet.** 第三屆 ICRU 世界永續國際研討會。國立屏東大學，臺灣。
- Wedekind 與 Holger（2021 年 4 月 26 日、29 日）。DIE 科學融入特教生科學教育實務。國立屏東大學，臺灣。
- Arangala, C. (2013, March). Developing Curiosity in Science with Service. *Journal for Civic Commitment*, 20,1-10.
- Bransford, J.,Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: brain, mind, and experience & school.*National Academy Press.
- Browder, D. M., & Spooner, F. (2011). *Teaching students with moderate and severe disabilities.*The Guildford Press.
- Bybee, R. W. (2002). *Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum.* In Bybee, R. W. (Eds.), *Learning science and the science of learning* (pp.25-35).NSTAPress.
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.
- Courtade, G. R., Browder, D.M., Spooner, F., &DiBae, W. (2010), Training Teachers to Use an Inquiry-Based Task Analysis to Teach Science to Students with Moderate and Severe Disabilities. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 45(3), 379, 383-388.
- Courtade, G., Spooner, F., & Brower, D. M.

- (2007). A review of studies with students with significant cognitive disabilities that link to science standards. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 32, 43-49.
- Csikszentmihalyi, M., & Davis, M. S. (1977). Beyond Boredom and Anxiety: The Experience of Play in Work and Games. *Contemporary Sociology*, 6(2), 197. DOI:10.2307/2065805
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers' College.
- Keller, J. M. (1983a). *Motivational design of instruction*. In C. M. Reigeluth (Ed.), (null), null-null. *Instructional design theories and models* (pp. 383-434). Erlbaum. DOI: 10.4324/9780203824283
- Keller, J. M. (1983b). *Motivational design of instruction*. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Keller, J. M. (1984). *The use of the ARCS model of motivation in teacher training*. In K. Shaw & A. J. Trott (Eds.), *Aspects of Educational Technology Volume XVII: Staff Development and Career Updating*. Kogan Page.
- Keller, J. M. (1987a). The systematic process of motivational design. *Performance & Instruction*, 26(9), 1-8. DOI:10.1002/pfi.4160260902
- Keller, J. M. (1987b). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10. DOI:10.1007/BF02905780
<https://www.jstor.org/stable/30221294>
- Keller, J. M. (2016). Motivation, Learning, and Technology. Applying the ARCS-V Motivation Model. *Participatory Educational Research*, 3(2), 1-15. DOI:10.17275/per.16.06.3.2
- Keller, J. M., & Kopp, T. W. (1987). *An application of the ARCS model of motivational design*. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional theories in actions: Lessons illustrating selected theories and models* (pp. 289-320). Lawrence Erlbaum.
- Keller, J. M., & Suzuki, K. (1988). *Use of the ARCS motivation model in courseware design*. In D. H. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (p. 401-434). Lawrence Erlbaum Associates. DOI:10.5860/CHOICE.26-0441
- Li, K., & Moore, D. R. (2018). Motivating Students in Massive Open Online Courses (MOOCs) Using the Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction (ARCS) Model. *Journal of Formative Design* in

- Learning*, 2(2), 102-113, 2018. DOI: 10.1007/s41686-018-0021-9
- Mastropieri, M.A., & Scruggs, T. E. (1992). Science for students with disabilities. *Review of Educational Research*, 62(4), 377-411.
- Mastropieri, M. A., & Scruggs, T. E. (2000). *Inclusive classroom: the strategies for effective instruction*. Prentice Hall.
- Moon, Ji-Won., & Kim, Young-Gul. (2001). Extending the TAM for a World-Wide-Web context. *Information & Management*, 38(4), 217-230. DOI: 10.1016/S0378-7206(00)00061-6
- Naime-Diefenbach, B. N. (1991). *Validation of attention and confidence as independent components of the ARCS motivational models* [Unpublished doctoral dissertation]. Florida State University.
- National Research Council (1995). *Inquiry and the national science educational standards*. National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science educational standards*. National Academy Press.
- Palmer, D. H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165. DOI: 10.1002/tea.20263
- Piaget, J. (1964). Cognitive Development in Children: Development and Learning, *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 176-186.
- Polloway, E. A., Patton, J. R., & Serna, L. (2008). *Strategies for teaching learners with special needs* (9th ed.). Pearson. Merrill Prentice Hall.
- Polloway, E. A., Patton, J. R., & Serna, L. (2013). *Strategies for teaching learners with special needs* (10th ed.). Pearson Merrill Prentice Hall.
- Polloway, E.A., Patton, J. R., Serna, L., & Bailey-Joseph, J. W. (2017). *Strategies for teaching learners with special needs* (11th ed.). Pearson Merrill Prentice Hall.
- Shellnut, B., Knowlton, A., & Savage, T. (1999). Applying the ARCS model to design and development of computer-based modules for manufacturing engineering courses. *Educational Technology, Research and Development*, 47(2), 100-110. DOI: 10.1007/BF02299469
- Weiler, A. (2005). Information-Seeking Behavior in Generation Y Students: Motivation, Critical Thinking, and Learning Theory. *The Journal of Academic Librarianship*, 31(1), 46-53. DOI: 10.1016/j.acalib.2004.09.009

Make Science Visible

-To Investigate Learning Activities through Doing Science with Practices for the Pre-service Teachers

Chiu-HsiaHuang

Associate Professor
Department of Special
Education,
National Pingtung University

Lee-Feng Huang

Assistant Professor
Department of Early
Childhood Education,
National Pingtung University

Chih-ChiangYang

Assistant Professor
Center of Teacher Education,
National Pingtung University

Abstract

The majority of the natural science activities in the elementary was by lecture from the past to the present, but there was less through doing science with practices in the general classroom, even in the special classes did. Based on Curriculum Guidelines of 12-Year-Basic Education-General Guidelines integrated into the daily application and practical teaching, therefore, the investigator invited Dr. Wedekind and Holger lecturer working in Helleum Children Research Center. To make science visible, the investigator organized more than 20 types of doing science activities and provided all participants at least 100 various materials through doing science with practices. The investigation not only aimed to investigate oversea and Taiwan scientific teaching situation but also to investigate their satisfactions about learning activities through doing science with practices and whether if they would like to apply the scientific professional skills into their future life or teaching or not. Moreover, it aimed to educate all participants' creative thinking, cooperation learning, practical design, practical doing, reflection and revision in order to bring up their self-learning abilities and learning styles.

In addition to, the investigation provided two individual workshops with four hours individually, 50 participants with 9 groups divided into 25-30 participants for each

workshop and four to five participants by one group; after the workshops ended, all participants filled out the Google questionnaire by anonymous, forty-eight participants filled out the questionnaires and two of forty participants gave up to fill it out.

Overall, all participants were collected and analyzed by the descriptive statistical analyses. The results were indicated that 87.50% of 48 participants very agreed and agreed with the overall design of learning activities through doing science with practices. 89.59% of 48 participants very agreed and agreed with learning activities through doing science with practices that impacted himself/herself to have positive assistances. 89.59% of 48 participants very agreed and agreed with that they would like to apply the professional skills of learning activities through doing science with practices into their future life and teaching environment.

Moreover, the majority of 48 participants insisted in this investigation providing the workshop of learning activities through doing science with practices that was very interesting, very practical and beneficial, they would like to apply all professional skills of learning activities through doing science with practices into their future life and teaching, even they expected the Teacher Training Center/Institution that could provide more similar workshops with learning activities through doing science with practices in order to promote their scientific empowering. Finally, the investigator will suggest to organize and provide more similar workshops of learning activities through doing science with practices in order to apply the Curriculum Guidelines of 12-Year-Basic Education-General Guidelines integrated into the daily application and practical teaching.

Keywords: pre-service teacher, science education, doing science

