

壹、前言

隨著時代的變遷與科技飛快的進步，人類的身心靈各方面都有極大的改變，從早期所有事情都只能依靠人力的農業社會，到中期機器輔助人類工作，到現在機器幾乎可以完全取代人力的社會，各種機器與工具的產生，使得生活樣貌有很大的變化。回顧百年前的馬車到現在的汽車，因為動力的改變與製作材料的不同，加快了車子的移動速度與距離，讓距離不再是阻礙；百年前的電話受限於線路，只能安裝在家裡，現在不但人手一支行動電話，傳送的不只是聲音，連影像都可以傳遞，讓相隔幾萬里的人可以面對面交談，這些事情是以前人們不曾想過也不認為可以達到的夢想，至今卻已是平凡無奇的事實。這些影響今日經濟、文化的改變及科學技術的發展，即是人類將想像力（*imagination*）具體化至創造力（*creativity*）的最佳範例（*Vygotsky, 1930/2004*）。

教育部在 2003 年公布的《創造力教育白皮書》中提到創新思考、批判思考或解決問題之能力，皆是未來世界公民的重要基礎能力，培育創造及創新的能力是提升國民素質之關鍵，亦為發展知識經濟之前提，所以創造力教育也就成為未來教育工作之推動重點（教育部，2003）。很多人認為想像力和創造力是同義詞，其實並不然，創造力與想像力縱然有很多相似的地方，但其實是有差異的。吳可久、蘇于倫與曹筱玥（2013）指出：

想像力是人類生來就有的一種思維能力，在過程中透過活躍的思考活動及圖像構想，將腦中的影像或想法描繪出來，人類透過想像力的發揮，才會產生創造力，進而發明，並轉換到科技的發展與建構社會。

邱發忠、陳學志、林耀南與涂莉莘（2012）則認為，想像力比起創造力雖然目標性較弱，可是想像力可達到的擴展範圍是比較大的，且較不受限制，所以想像力是可以包覆創造力的。換言之，創造力是推動科技進步、藝術創作及社會發展的原動力，而創新發明的源頭則是來自於豐富的想像力（*Wang, Ho, Wu, & Cheng, 2014*），想要提升創造力，就需要先培養想像力。

想像力有多重要呢？近代著名的物理學家愛因斯坦說過一句名言：「想像力比知識更重要，因為知識是有限的，而想像力是無限，它包含了一切，推動著進步，是人類進化的源泉」，這句話點出了想像力的重要性。從文明演進來看，我們可以發現想像力配合上現在的技術發展，很多事情將化腐朽為神奇，達到不可能的任務。我們以為分身術只存在《西遊記》中孫悟空的七十二變戲法，卻在二十世紀末的基因複製技術中，讓桃莉羊達成了分身的想像（*Ho, Wang, & Cheng, 2013*）；1903 年 12 月 17 日當天，萊特兄弟與他們所創作的「飛行者一號」為人類開啟了一個飛翔文明的新紀元，達成了人類翱翔空中的想像，讓大家的生活更加便利；1991 年日本動畫《閃電霹靂車》中的賽車手可以依照車上的智慧電腦協助分析各種狀況，找

出最佳路線並檢視分析自己的車況，而現今的車子發展出衛星導航與車況檢測器，不但功能相同，甚至是基本配備。這些種種不可能，正是因為想像力的關係讓我們美夢成真，這就是想像力的力量，它能推動社會進步，進而提升我們生活的便利性。

從 2013 年 4 月開始，美國國家研究委員會（National Research Council, NRC）公布「新世代科學標準」（The Next Generation Science Standards, NGSS），發展新的一貫美國科學教育標準、強化科學教育的認知與應用性。NGSS（2013, p. 4）報告書在科學本質（nature of science）其中一個主軸就提到「科學是人類努力的結果」（science is a human endeavor），並分別在不同年齡階段，強調創造力和想像力對科學的重要性。McCormack（2010）曾指出，科學教育是可以有效培育學生想像力與創造力的良好途徑，所以激發學生的想像力進而導引至創造，並轉化科學知識至生活情境，已是目前科學教育領域強調的議題，而培養想像力的方法，最容易著手的就是自然科學的探究課程。

過去，Torrance（1965）認為創造性思考是一種從對問題敏感、覺得不足、知識上有差距、不調和等，經過界定困難、尋找答案、猜測、形成假設，以及測試或重新測試假設、修改、再測試，到最後得到結果。而這個歷程與自然科的教學模式是非常相似的，自然科的實驗進行需要從找出問題開始，接續開始猜測與預測的結果，經過嘗試與不斷地修正才能得到結果並解釋原因，這個歷程與想像力要轉變成創造力並做出實體的過程是非常相似的，兩者皆需要經過不斷地嘗試、假設與修正才能獲得最終的結果。然而，現今學校課程大部分的內容及形式，仍舊停留在過去知識導向的教學，學校的正式課程因為進度壓力的關係，為了節省時間，實驗往往只是讓學生跟著教師從事一模一樣的步驟，這樣的訓練使得學生只著重在科學的可重複性，而沒有掌握到科學的探索性；只能訓練出一堆影印機，無法培養出具有獨特性的科學人。

自然科的教學目的之一即是要培養學生具備科學思考，強調學生要應用方法或科學探究的原則來推理或解決問題，而王佳琪、何曉琪、鄭英耀與邱文彬（2017）提及科學想像力中的運作和科學思考的功能相似，只是運作所產生的點子更隱含了新穎的特性，並非僅運用科學方法或探究原則來推理或解決問題。身為在教育現場共同努力的一份子，教師的角色、教授的課程內容及教學策略等該有所變化，不該沿用舊有的觀點，過度強調學生對知識記憶的熟練度，而是應該著重在學生對掌握知識的活用程度，培養學生成為具備思考明辨與創造思考能力的終身學習者。教師的角色已不再僅為傳遞知識的教書匠，應期待教師成為激發學生創意的開發者（莊淇銘，2009）。再者，即便時代的進步，華人世界的教育仍依舊偏重在記憶與背誦，過度重視考試的結果，常忽略了學習的過程；過分強調乖男巧女與標準答案的重要，嚴重排斥求變求新的思考（吳靜吉，2002）。在這種情況下的教育，所重視的還是知識的傳授，屬於填鴨式的教育，這種教育下的學生普遍缺乏想像力與同理心，這對於這股新潮中所需要的創新型人才養成，是一個非常大的致命傷。因此，基於人才培育之觀點，在科學教育領域