

如何指導學生

從事科學研究

及科學展覽

趙金祁

科學的突飛猛晉影響每一個人的生活，帶給人們無比的富裕與幸福。因此，科學教師今天的正確作為，將直接影響社會大眾，帶動人們共同建立一個安和樂利、理性奮進的現代化生活環境。

美國自然科學促進會主席華德曼（Alan T. Waterman）曾經說過：「美國從北美東海岸的一個小殖民地，拓展到今天的世界一等強國，科學的發展，實在是第一大功臣。」他又指出美國總統科學顧問委員會所提出的意見：「基本的研究工作與學校教育，是美國科學發展的兩大支柱，彼此互相統結，不容分割。」先總統 蔣公曾對國家安全會議中，更進一步就科學思想與精神對政治、軍事、經濟、文化的關係指示我們：「我們要建設現代化的國家，必須以科學為基礎，否則國家將永遠落後，不能進步達到現代化的境地，因此，我們應該確立科學第一的觀念，應以這種思想、這種精神來從事於國家的建設工作，無論在政治上、軍事上、經濟上、文化上都要以科學為標準。大家有了這種思想、這種精神，然後才能發為行動，獲致實效。」由此可知，我國科學教師的責任，實在是任重道遠，不容怠忽。也因此，我們在指導學生進行科學研究活動時，更應抱持正確的態度，時時以教育為念，不容偏頗，否則就難以達成我們應負的重責大任。

談到指導學生科學研究，自然我們應該先對研究作一番說明。大家都知道，研究的對象並不侷限在科學與技術方面，他如教育、政治、歷史、社會科學等在在都需要研究。整個人類的未來展望大致上說來，全依賴今天各行各業中的研究

為根基。因此，所有的研究都必須正確，誠實與忠信作基礎，否則影響所及，明天的人們生活，將會因今天偏頗的研究成果而蒙受損失。

一般說來，科學研究工作大都可事先加以計劃與設計而後進行。學生的科學活動，更應如此，甚或預估研究成功的可能性再行著手。

當然，計劃與設計科學研究的方法很多，不一而足，但一般說來，不外乎包羅以下六個步驟：

- (1) 認定研究的範疇——自然界各種事物間存在的問題，是研究工作發生的原因。初期多半由有經驗的人士依據其模糊的感覺，發現問題的存在而著手研究。從心理觀點看，研究是出之於高度好奇心，正如爬山的心情一樣。不過，也有出諸職責而必須從事研究的，如目前大學裏的教授，求學位的學生，以及有關機構研究部門的研究員等便是。可是，出諸責任的研究，往往會受到時間、設備、條件等之限制，且未必出於自發的研究，因此，往往限制了研究範疇。
- (2) 確定特稱的研究問題——這一步的工作，必須藉許多的資料閱讀，文獻的探討，以便從前人的經驗裏，確定研究範疇裏的特稱的研究問題。關於前人的經驗，大致包括兩類：一類是權威性的文獻，它的功能除增強研究人員的背景知識外，又能預估那些研究重點，確屬重要而可行性較高，及那些似無可能，在有限時間與有限支援下必須避免，以免無法完成。另一類，則屬同類研究文獻，它的功能，啓示可能模倣的技術與方法。總之，這兩類文獻，都能幫

助研究人員，認識限制條件，認定研究目標，確定研究的特稱問題。

(3)選出解決特稱問題的途徑——在研究中的特稱問題，往往牽涉同一科學中的好幾個部門。如研究減輕割草機聲音問題，就須考慮包括噪音、消音裝置、馬達結構、與割刀材料等方面的因素，在我們著手研究前，勢必得一一加以認定，才能對症下藥，進行試驗加以改進。

(4)蒐集與分析資料——針對上一步驟所認定的途徑，研究人員必須逐一找尋資料，有的可從書籍、雜誌獲得，有的還需去信海內外，向其他研究人員請教或索取參考資料。然後把這些資料，仔細分析，以求取問題的種種可能答案。就以前述割草機來說，便應進一步蒐集有關此一方面的專利資料，以擷取更多改進步驟與改進知能。

(5)驗證或研算試驗結果——研究問題的答案一般而言都是可以試驗的，有的是經由實驗，也有的須經由演算的過程而獲得，如需要實驗的研究，則應設計實驗裝置、製作器材、控制變因、試驗答案。若以演算來試驗研究結果，就需要運用數學，甚至電算機，切實把握數據以求取最確實的解答結果。

(6)撰寫報告——進行到這一步驟時，研究人員就應提出詳盡的研究報告。固然一方面要報導自己的成就，更重要的是公開研究成果以徵求他人的指導與批評，以求取更進一步的研究與發展。此外，基於研究人員的責任，在完成研究後，更應進一步負起傳播研究成果的責任，以便真正獲致研究的效益。

由此可知，科學研究是一件既艱辛而又極具價值的系統分析與處理活動。也可以說積好奇心、想像力、創造才能、忠誠踏實、客觀、信心、毅力、刻苦耐勞等特性維繫而成的綜合活動。在研究過程中，缺乏任一特性，都會使研究工作功虧一簣，因此，效法科學家之鍥而不捨的求真、求實、求善的精神，乃促進科學研究更上一層樓的重要關鍵。

學生進行各種研究活動，從教育觀點來說，原本就應該視為理所當然，不足為奇的事。許多學科常常會指定學生，到圖書館進行個別研究，也就是學生研究活動的明證。又如工場師資之要求學生自力完成一件作品，也是學生研究活動的一種。但是，要求在學的學生真正從事科學研究活動，可以說是晚近的事情。大家都知道，在我國積極鼓勵學生進行科學研究，每年定期舉辦科學展覽以評定研究成果，至今亦祇有十九年的歷史罷了。

學生的科學研究活動其基本的含義，係由一個個人或一個小組，運用一些器材或資料，來解答某些科學問題的學習過程。學生所進行的科學研究中，簡單的研究問題，可能祇是蒐集一撮樹葉加以區分罷了；至於較複雜的研究，則可能從學生自行研究中發展出一套新的方法，來達成諸如防止電解的腐蝕等。不過，這裏得特別注意，這類研究活動並非指教室裏的研究學習活動，而是在個別化的基礎上，由一位或一組學生，為求解某一問題而在課餘時間所進行的學習活動。

學生的科學研究活動之種類雖然非常繁雜，但本質上，大多數應該屬於較為簡單的研究。有的祇要求學生在實驗指引的技術上，多花一些功夫，也就是說，祇不過是基本學術技能與操作技能的進一步歷練與探討。但在目標上，學生科學研究活動，要求學生能不依賴外加的任何力量而自力完成全部過程。當然，我們在人數這樣衆多的學生中，有時也會遇到若干出類拔萃的科學研究活動，成果卓越的好學生。

另一方面我們不但不能奢望學生的科學研究全部屬於創新的活動。反而應該牢記，在科學圈裏早已熟知的很多事物，對普通一般人或學生而言，極可能全屬新鮮、陌生的新知識。所以這些事物對學生來說，很可能是一件新的工作，而成為其研究活動的主題。

原則上我們希望學生的研究活動，應該由多數學生都能參加。勿論學生的智慧如何，對每一位學生來說，都有適合他能力的研究計畫，使每

一位學生能透過科學研究活動中獲致參與科學研究的滿足感與科學方法的歷鍊及科學態度的養成，也就達到科學研究活動的主要目的了。

當然，對資賦較高的學生，必須給予特別的鼓勵。若使這類學生進行一般的研究活動，不僅不能獲得滿足，甚至會減低研究的興趣。所以我們必須鼓勵其進行適合其能力與興趣的研究活動，以發揮其潛力，滿足其研究慾望。

對科學沒有濃厚興趣的學生，我們必須設法讓科學跟他的特別興趣相結合，以便提起他的科學研究興趣。至於，對資賦較差的學生的科學研究活動，則可採較大彈性，甚至祇以避開教科書以外的學習途徑，以完成其學習目的為主。

對指導學生的老師來說，要指導學生進行科學研究活動，除了需具備豐富的專業知能而外，勢必要有一套適當的方法、充分的準備、與相當的愛心與耐心，指導學生循序漸進順利完成研究工作。

指導老師所採取的最佳的途徑，是設法使學生在不知不覺中自動地感到有些事情要做，且有興趣去研究，譬如，想製造一件儀器，蒐集一整套標本，完成一個實驗等。因為大多數學生的科學研究活動，並非自發自動的，必須由老師適時、適度的啓發、激勵、輔導，才有望蓬勃進行。

因此，教師在教學中，應隨時提示學生某些值得研究的重要主題，及其進行研究的途徑。同時，鼓勵一些學生積極遂行研究藉以影響其他學生，使能在志願的基礎上，各自進行研究自己所訂定的問題。

當然，大多數學生的研究活動是個別發展的，但我們也可能遇到全班學生共同參加一個研究活動的情況，尤其，對青少年來說，他們喜歡集合一部份同學共同研究。教師不宜過份壓抑，這種藉共同合作，增加安全感的心理，以免影響研究的興趣。

在學生科學研究過程中，老師的責任自然相當繁重，除不斷支援外，更應在校內校外多方蒐集資料，指導解決發生的技術問題，提供處理問

題的新途徑，指出每一階段學生的進步情形，以及表揚學生的成就。不過，基本上這些支援的活動，必須出諸間接的途徑，而不宜直接參與，以免與學生自行研究活動的本旨相違背，甚或造成鼓勵取巧的結果。

在學生研究活動告一段落時，教師的責任并未完了，必須使研究具有成就的學生，獲得適當的認可。因此應在班級先舉行研究成果展出，或者結合其他班級舉行全校性展出，並將優勝作品公開陳列，或刊載校刊甚或要求地方大眾傳播媒介，公開加以表揚，推薦參加地方與中央的科學展覽會。

學生的科學研究活動的效果，顯見是多方面的，除課程學習可藉科學研究活動完成外，更重要的是學生的親身經歷科學活動，可在其自身的想法上與作法上啓示更切實完美的習性與品德。因此，參加科學展覽的學生作品，若非真正由學生自行研究的作品參加展出，則不僅影響公開競爭的原則，更助長學生的取巧作為，應嚴予避免纔是。

學生進行科學研究活動的功用，一般可歸納為以下數點：

1. 激發學習科學的興趣。
2. 滿足對科學的好奇心。
3. 增強解決問題的技能。
4. 鼓勵獨立思考的習慣。
5. 促使想像與思考的能力獲致具體的實現。
6. 了解科學家的工作。
7. 幫助個別學生資賦的極致發展。
8. 溝通理論與事實間的關聯性。
9. 增強自信心。
10. 訓練運用工具與實驗器材的能力。
11. 填補知識上的空白。

由於學生科學研究活動都限在青少年的一代學生上，故而進行科學研究活動，自然需要瞭解青少年的一些特性。

指導青少年進行學生研究活動時，我們應掌握如下較重要的特性：

- (1)自行負責自己行動的特性。
- (2)自我表現才能的特性。
- (3)要求成人及其他同學認可其成就的特性。
- (4)工作個別化的特性。
- (5)理性地聚合同一興趣學生，同甘共苦的特性等。

在研究行為表現上，一般青少年多半喜歡操作性的工作，以及創製成品的工作計畫。他們喜歡製作具體的物品，以便炫耀成果。他們也喜歡比較刺激的實驗，以及機械方面的器材，以滿足手腦并用的研究慾望。

反之，有些青少年也可能會表露不利於科學研究活動的特性，較明顯的如：他們有急切的情緒問題，以及不關心未來與不耐煩於在短期內無法完成的科學研究工作等。他們也可能會自估較低，害怕失敗與受人譏諷。尤其，對其所仰慕的同伴至為信服，因此，祇要這些同伴不願進行某項科學研究活動，自然而然便會受其影響而裹足不前。

作為學生研究活動的指導老師，當然應切實掌握上述青少年的這些特性，以便有助於指導學生的科學研究工作的順利推動，有效進行。不過更重要的是要切記學生的個別差異存在的事實及不同的情境下所需要的方法、步驟與支援，也應有所不同。

至於鼓勵學生進行科學研究活動的方法很多，假如班級的同學都習於這類活動，那麼就可以在公眾的場合，呼籲全班學生考慮進行研究活動。反之，在大家都並不習慣研究活動時，則只有約請一兩位特別優異或具有特別志趣的同學著手。這種個別的邀約的活動，往往會成功地達成目的。當然，具體與誠懇的支援，對不習慣於進行科學研究活動的學生，遠比對習於研究的學生，更為重要。

有時，教師也可在個別的基礎上，要求學生進行一些有助於教學的研究活動。當然，這絕不是要求學生幫教師打其他學生的成績與登錄或結算成績之類的事件。切記教師只應要求學生做些

對全班學生有益的工作，而非只為老師個人服務。這樣才不會讓學生輕視教師，甚至使學生在背後批評教師。例如，我們可以令一部份學生共同修護一些器材，製作某些示範設備，創製教學圖片，準備實驗用品等。很多學生願意單獨為教師做一些對全班同學有益的事，那麼他們不僅不會抱怨，而且可達到做中學的目的與為大家奉獻的滿足感。假如，把這一位學生或一組學生的成品，實實在在工作的結果，用製作人的名義標誌出來，而收到確實為整班服務的顯著效果；也就是說，奉獻的勞力，真的有利全班同學，如此的成就感，就可以鼓勵更多的學生樂於從事研究活動。此外，教師讓辛勤工作的學生，有機會把工作的結果，對全班發表，也有助於吸引其他同學的進一步模倣，進而自願參加科學研究活動。

此外，透過學生社團，如科學研究社等，也可以推行科學研究活動。保留前屆學生成品，讓學生觀摩；展出其他班級學生的成果，以相互激勵；參觀科學展覽，以吸取經驗等等，都能促使學生邁向自發的科學研究活動。又科學教師本身的教學法的革新，科學新知的多方介紹，科學圖書的傳播及作業方式之求變求新，以及教師本身的研究榜樣的潛移默化等，也都是影響學生科學研究的重要因素。只要普遍提起全班的研究風尚，那麼學生自訂科學研究計畫，當不是一件困難的事。

相信，只要學校能將學生的科學研究活動，不論結果好壞，都不過分抱持得失心理，出諸誠摯的關切、鼓勵與提倡，那麼學生的科學研究活動，不僅有助學生的研究科學的興趣，更有助於激發學生的克難、創造、服務、奉獻、忠誠、確實等的科學精神與態度。假如，能將應獲獎勵的作品，付諸校內展出，或刊登校刊或提科學展覽會參加展出，廣為宣揚，則學生對科學研究活動當倍增信心，蔚為研究風氣，則科學生根與開花當可期了。