

科學寫作融入自然與生活科技領域之研究

*蕭仿玲、**盧秀琴

*台北市天母國民小學、**國立台北教育大學

*funling@gmail.com、**luchowch@tea.ntue.edu.tw

摘 要

本研究在探究科學寫作融入國小自然與生活科技領域，對語文能力高、中、低分群學生的學習影響。本研究採單一組別研究設計，將科學寫作融入「生物的繁殖」單元中，以學生的科學寫作學習歷程檔案做為質性資料與分析。研究結果發現：一、科學寫作的學習方式可以提升中、高分群學生對「生物的繁殖」之學習成效；二、科學寫作融入國小自然與生活科技領域，帶給學生更多的肯定與成就，是一種可行的學習方式。本研究提出建議：一、宜增加前置引導寫作的訓練時間，讓學生熟悉科學寫作的主要目的；二、教師宜設計更富有變化、引起學生興趣的科學寫作融入技巧。

關鍵字：科學寫作、學習歷程檔案

一、前言

(一)研究的理念和重要性

美國科學促進協會 (AAAS, 1989) 提出科學的目的在培養具備科學素養的國民，美國國家學術研討會 (NRC, 1996) 指出具有「科學素養」的學生，必需建構清晰的科學推理過程、具有批判評論資料、辯論想法和利用證據支持論點的能力。因此，具有科學素養的學生，除了應具有科學知識外，也必須具有閱讀、寫作及傳達訊息給他人的能力；Peasley, Rosean, 與 Roth (1992) 認為若要達成此目標，可行方法就是可以透過寫作的歷程；寫作不僅可以使學習者獲得新概念，反映個人的思緒及澄清觀念，進而建構知識。

國內九年一貫新課程總綱綱要提出十大基本能力，其中一項目標為表達、溝通與分享；而寫作即是一種對他人表達與溝通的方式。陳文典 (2000) 指出科學寫作的教學策略，讓學生更深層的瞭解科學知識演化成長的過程，而不是只有記憶片面的實驗結果，能促進學生對科學概念的了解，並兼顧對科學過程的理解，也能提昇學生傳達科學概念的技能，培養學生對日常生活與科學有關的問題具有適當解決的能力。

(二)研究目的

本研究將科學寫作融入國小自然與生活科技領域「生物的繁殖」單元，把科學寫作視為一教學策略，使學生運用科學寫作進行概念澄清，培養更高層次的思考能力。因此，本研究的目的：1. 探討實施科學寫作教學策略，國小學生對「生物的繁殖」科學概念學習的影響。2. 了解「生物的繁殖單元」是否適合融入科學寫作教學策略。

二、文獻探討

(一)科學寫作的理論基礎

Flower and Hayes (1981)從認知的觀點探討寫作的心理歷程，即要求受試者在寫作時進行「放聲思考」，然後根據記錄下的內容，分析寫作者在寫作時的心理歷程。寫作思考過程是產生寫作認知活動，有三個主要的寫作歷程，分別是計畫、轉譯、回顧；分別敘述如下：1.計畫的意義：主要在設定目標、產生想法並組織想法。2.轉譯的意義：是指下筆為文，將所想到的文章內容架構，落實為具體的文字。3.回顧的意義：回顧在整個作文過程中扮演重要的角色，在隨時「評價」寫出的內容，「修改」不滿意的地方（張新仁，1994）。

Bereiter and Scardamalia(1987)提出兩個關於科學寫作的理論模型，敘述如下：1.知識告知模型(knowledge-telling model)：包括寫作作業的心智表徵、對主題確認的產生、以主題確認作為線索來透過延伸活動的過程提取資訊。傳統的紙筆測驗就是相當典型的知識告知過程，學生閱讀完題目，就在記憶資料庫中搜尋符合題目的解答。2.知識轉換模型(knowledge-transforming model)：寫作者會透過內容處理及對談處理的互動而增加知識的獲得，寫作者會考量如何表達內容的問題，因此關於語言及文法的選擇會重塑內容的意義，而解釋內容的努力也會引導寫作的進行。

(二)有關繁殖概念之研究

Trowbridge and Mintzes (1988)曾探討學生的動物分類能力，探究學生對動物概念之理解，結果發現學生對動物的想法仍相當有限，小學生能直覺想到「繁殖方式」者，比例竟然為零。施惠(1996)曾針對國小學生「動物生殖類型」所產生的迷思概念，以開放式紙筆測驗、臨床晤談、組織概念構圖等方法進行研究，結果發現此類迷思概念，在卵生、胎生、卵胎生三者之中，以卵胎生的迷思情形最為嚴重，原因可能來自：1.學生們對胚胎發育營養來源的認知困難。2.不正確的教學過程誤導而產生。陳世輝(1995)對山地國小學生生物概念的研究，顯示學生在一般歸類的情況下，不易聯想到以繁殖方式為動物之區分準則。

三、研究方法與流程

(一)研究設計

本研究由於科學寫作費時費力，所以採單一組別設計，在教學前、後，對學生進行生物的繁殖開放性問卷之前、後測。在教學活動中，學生完成個人的科學寫作，包括：概念圖引導式科學寫作、形成性科學寫作和總結性科學寫作。概念圖引導式科學寫作：共同討論概念圖，學生建構自己的概念圖，形成三段式小短文。形成性科學寫作：小組合作討論以認識科學概念後，學生進行形成性科學寫作，目的在內化所學到的科學概念。總結性科學寫作：課程結束，學生進行總結性科學寫作，目的在了解學生如何正確應用科學概念和寫作是否流暢。

(二)研究工具

1. 中華國語文能力測驗

本研究使用林寶貴、楊慧敏和許秀英(1995)發展的中華國語文能力測驗，內容包括：注音、詞彙、選詞、字形、文意、語法和重組等七部份，共計 125 題。信效度考驗之重測信度達 0.95，內部均質信度為 0.97，並具有良好的構念效度。

2.科學寫作教學策略可行性檢測表

本研究自編科學寫作教學策略可行性檢測表，內容分三個向度：1.增進科學概念；2.提高寫作技巧；3.提高學習興趣，共 30 題勾選題。由兩位科教博士的大學教授和一位資深自然科教師建立內容效度。

(三)研究對象

以台北市士林區某大型國小作為研究場域，研究者挑選所任教的六年甲班學生作為研究對象，共 32 人，男生 16 位、女生 16 位，以中華國語文能力測驗成績將其分成高(前 27%)、中、低分群(後 27%)。

(四)資料之蒐集與分析

以學生的科學寫作、自然學習手冊、上課筆記、科學寫作教學策略可行性檢測表等資料做分析。科學寫作先計算產生正確概念頻率量化後再分析，主要以學生的概念是否建立、是否正確使用科學概念為主，文章修辭為次要參考。研究者為求客觀性，採取多元方式蒐集資料，與指導教授、國語科教師互相討論，避免研究者產生偏見或忽略而不自覺。

四、研究結果與討論

(一)概念圖引導式科學寫作的教學分析

學生透過學習單練習分類，認識語詞概念和階層的關係，將自己分類的方式畫成概念圖；接著學習畫動物的繁殖方式概念圖，引導學生做生物概念詞的學習、組織學習內容，將概念正確連結，並練習將概念圖上的連結造成句子。最後，引導學生學習將概念圖寫成三段式文章：第一段的文章情境引導，第二段科學概念主軸，第三段科學概念應用。將達到各階段學習目標的人數比例統計表 1 所示。

表 1 概念圖引導式科學寫作達到目標的學生人數比例

概念圖引導三段式 科學寫作	生物的分類 達成人數比例 (%)	動物的繁殖行為 達成人數比例 (%)	動物的繁殖方式 達成人數比例 (%)
文章情境引導	15.6	34.4	53.1
科學概念主軸	3.1	21.9	18.8
科學概念應用	3.1	21.9	18.8

由表 1 發現，學生經過概念圖引導三段式科學寫作，對於如何將科學概念轉變成三段式科學寫作，表現有越來越好的趨勢；學生能了解概念，才能在科學寫作中發揮。

(二)形成性科學寫作的教學分析

學生從概念圖引導三段式科學寫作，到小組討論科學概念後，進行形成性科學寫作，根據 Keys (1999) 的寫作分類方式做分類，發現學生寫作的形式有：直述式，學習日誌，編故事，擬人法，導覽式和趣味式。統計各分群學生的各種寫作型式，融入正確科學概念的平均數量，整理如表 2 所示。

表 2 各分群學生的寫作型式與出現正確科學概念平均數量的統計

寫作形式	高分群學生			中分群學生			低分群學生		
	人數	出現概念數量	概念平均數量	人數	出現概念數量	概念平均數量	人數	出現概念數量	概念平均數量
直述式	6	130	21.7	1	9	9	4	36	9
學習日誌	1	17	17	5	60	12	4	30	8.5
編故事	1	11	11	6	79	13.2			
擬人法	1	13	13	1	6	6			
導覽式	—	—	—	1	9	9	—	—	—
趣味式	—	—	—	1	9	9	—	—	—

由表 2 發現：1.高分群學生以直述式寫作方式最多，正確概念描述的平均數量也較高。2.中分群學生寫作以編故事方式最多，學習日誌方式次之，正確概念描述的平均數量低於高分群。3.低分群學生寫作以直述式、學習日誌方式表達，正確概念描述的平均數量最少。同時，發現學生在形成性科學寫作時具有另有概念，以學生具有動物生殖方式的另有概念作分析說明如表 3 所示。

表 3 學生形成性科學寫作具有動物生殖方式的另有概念之詮釋性分析

正確概念說法	學生具有另有概念的描述用語
1.卵生受精卵應由卵本身提供養分。	1.雞蛋由胎盤提供養分。 MS32
2.應是人的胎兒在母親肚子裡成形。	2.在母親的肚子裡就已經是小寶寶。MS04
3.卵胎生的受精卵在母親肚子裡孵化，再生出幼子。	3.毒蛇是先把蛋放在肚子裡，等小蛇生出後，才生出肚子！MS08
4.胎生受精卵在子宮裡成長發育，吸收母體的營養。	4.胎生就是在媽媽的子宮裡孵化，然後再出來。HS02
5.卵生是受精卵吸收本身的營養，孵化成寶寶。	5.卵生就是公雞跟母雞交配，然後把蛋生出來。LS17
6.毛毛蟲是昆蟲的幼蟲，要化蛹成蛾後才產卵。	6.跟雞一樣的生蛋有：青蛙、企鵝、鴨、毛毛蟲。LS15

(三) 總結性科學寫作的教學分析

根據學生的總結性科學寫作，將其分為：文章總字數、另有概念、具文章結構性、應用科學概念、科學概念描述的完整性等項度，將高、中和低分群學生總結性科學寫作文章的比較分析，整理如表 4 所示。

表 4 各分群學生總結性科學寫作的比較分析

項目	文章	另有概念	具文章結	應用科學	科學概念描述		
	總字數 (字數)	平均 (%)	構性 (%)	概念 (%)	完整 (%)	不完整 (%)	錯誤 (%)
高分群	436.0	10.0	89.6	52.2	76.0	20.5	3.5
中分群	360.3	20.5	77.7	30.5	50.2	30.5	19.3
低分群	239.0	32.7	66.2	10	33.1	40.4	26.5

由表 4 發現：1.就文章總字數、另有概念、具文章結構性、應用科學概念、科學概念描述的完整性等項度比較，高分群學生優於中分群學生，中分群學生優於低分群學生。2.經過科學寫作的教學訓練，高分群學生能利用科學文章表達 76.0%的完整概念，中分群學生則能表達 50.2%，低分群學生則能表達 33.1%。3.從總結性科學寫作的文章，發現高分群學生出現另有概念頻率只有 10.0%，中分群學生出現有 20.5%，低分群學生出現有 32.7%。

(四)「生物的生殖開放性問卷」之前後測分析

收集生物的生殖開放性問卷前後測資料做統計分析，整理成表 5 所示。

表 5 「生物的生殖開放性問卷」之前後測答對率分析

項目	前測		後測		項目	前測		後測	
	人數	%	人數	%		人數	%	人數	%
動物為什麼要求偶	17	53.1	29	90.6	人的胎兒在哪發育	22	68.8	31	96.6
描述動物求偶方式	17	53.1	29	90.6	人發育的養分供應	9	28.1	31	96.9
動物要哺育幼小	12	37.5	27	84.4	動物的繁殖方式	14	43.8	30	93.8
動物如何哺育幼小	14	43.8	29	90.6	小雞的繁殖方式	11	34.4	30	93.8
動物都有育幼行為	10	31.3	29	90.6	卵生動物繁殖行為	12	37.5	30	93.8
沒有育幼行為的動物	4	12.5	25	78.1	胎生動物繁殖行為	5	15.6	30	93.8

由表 5 發現：1.學生的後測答對率呈現明顯進步，其中進步最多的為胎生動物繁殖行為 (75.2%)、人發育的養分供應 (68.8%) 和沒有育幼行為的動物 (65.6%)。2. 學生對於開放性問卷的作答有明顯進步，越來越能使用科學辭彙和概念圖表達自己的看法。

(五) 科學寫作教學策略可行性檢測表之分析

將科學寫作教學實施的可行性，採用「科學寫作教學策略可行性檢測表」做為教學者檢測工具，包含：1.增進科學概念；2.提高寫作技巧；3.提高學習興趣。根據 2 位觀察者在教學過程中觀察和紀錄，認為檢測表的題意描述，很符合實際結果者為 4 分，符合者為 3 分，不符合者為 2 分，完全不符合者為 1 分。觀察者評定平均分數為 3.3 分，顯示科學寫作融入自然與生活科技領域的教學活動，是可行的教學策略與學習方式。從質性資料發現學生能描述自己對概念學習前後觀念不相同的地方，並提出另有概念的修正；從總結性科學寫作發現，學生能增強正確的生殖概念，從寫作中描述出來；可見科學寫作教學策略能提升學生學習正確的科學概念。

綜合 Keys (1999) 和 Graves (1983) 提出教師如何引導學生科學寫作的教學模式，和本研究有些部分相似，可以提供參考。本研究認為科學寫作，首先要讓科學教師引出學生的先備概念，了解學生的先備概念，才能做有效的課程準備。其次，利用團體討論，讓學生表達先備概念，進行實驗課程研究時，學生開始個別寫作，如此學生可以用自己的話把所學習的內容表達出來。最後，學生與小組分享、比較想法，教師引導學生反思，如此學生能觀摩別人的想法，也能反思自己錯誤或不完整的地方，進行修正與精緻化。

五、結論與建議

(一)結語

本研究獲得以下結論：1.學生經過概念圖引導三段式科學寫作，對於如何將科學概念轉變成三段式科學寫作，表現有越來越好的趨勢。2.高分群學生以直述式寫作方式最多，正確概念描述的平均數量也較高。3.中分群學生寫作以編故事方式最多，學習日誌方式次之，正確概念描述的平均數量低於高分群。4.低分群學生寫作以直述式、學習日誌方式表達，正確概念描述的平均數量最少。5.就文章總字數、另有概念、具文章結構性、應用科學概念、科學概念描述的完整性等項度比較，高分群學生優於中分群學生，中分群學生優於低分群學生。6.經過科學寫作的教學訓練，高分群學生能利用科學文章表達 76.0% 的完整概念，中分群學生則能表達 50.2%，低分群學生則能表達 33.1%。7.從總結性科學寫作的文章，發現高分群學生出現另有概念頻率只有 10.0%，中分群學生出現有 20.5%，低分群學生出現有 32.7%。8.科學寫作教學策略可行性檢測的評定平均分數為 3.3 分，顯示科學寫作融入自然與生活科技領域的教學活動，是可行的教學策略與學習方式。

(二)建議

透過概念圖引導的科學寫作融入自然課中，確實可以提升學生對科學概念架構及概念認知描述的能力，但是教師應設法讓科學寫作的教學活動過程充滿樂趣與變化，讓教學更生動有趣，使學生更有興趣利用新的學習方式來進行學習。建議教學者可以從科學概念語詞接龍等遊戲學習方式來進行，並讓同組組員紀錄下來，形成遊戲合作式的科學寫作，從這方面去做更趣味化科學寫作教學技巧的創新，以提升學生的學習意願。

本研究發現高語文能力組學生在科學寫作中呈現高度的學習興致，但低語文能力組學生在這次的學習策略學習成效不大，因此未來可將概念圖引導式科學寫作融合小組討論和遊戲接攏，透過兩種策略間的相輔相成，讓學生同儕間產生同化與調適的認知歷程，使學習活動更有意義。

誌謝

本研究能順利完成，除感謝行政院國家科學委員會的經費支持(NSC 94-2511-S-152-007)；尚需感謝個案教師在教學上的支援與協助，及台北縣某國小六年級一個班級學生的配合；最後，感謝本研究群的辛苦參與，和相互勉勵。

參考文獻

- 牛頓開發教科書股份有限公司 (2004)。國小自然與生活科技教學指引第七冊。台北：牛頓開發教科書股份有限公司。
- 林寶貴、楊慧敏、許秀英 (1995)。中華國語文能力測驗之編製及相關因素之研究。**特殊教育研究學刊**，12, 1-24。
- 施惠 (1996)。國小學生對動物生殖類型概念建構之研究教學活動設計。**國立新竹師範學院學報**，9, 191-228。

- 張新仁 (1994)。寫作的心理歷程。 **教育文粹**，**23**，112-153。
- 陳世輝 (1995)。山地兒童生物概念及生物分類之研究。國科會專題研究成果報告 (NSC84-2511-S-026-002-N)。台北：行政院國家科學委員會。
- 陳文典 (2000)。 **自然與生活科技學習領域**。九年一貫課程系列研討會研習手冊。南一書局。
- America Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989). Project Science Americans. New York: Oxford University Press.
- Book.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1987). The psychology of written composition. *The Psychology of Education and Instruction Series*. New Jersey. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 279 025).
- Keys, C. W. (1994). The development of scientific reasoning skills in conjunction with collaborativen writing assignments: an interpretive study of six ninth-grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, **31(9)**, 1003-1022.