

漢字結構與科學學習的關係

鄭美紅

香港教育學院 科學系
中國 香港 新界大埔露屏路十號
電郵：maycheng@ied.edu.hk

孫愛玲

香港教育學院 中文系
中國 香港 新界大埔露屏路十號
電郵：alsoon@ied.edu.hk

收稿日期：二零零三年十一月廿二日(於十二月九日再修定)

內容

[摘要](#)

[研究目的及意義](#)

[理論基礎](#)

[研究設計與步驟](#)

[研究結果分析](#)

[選擇題分析結果](#)

[問答題分析結果](#)

[總論](#)

[參考文獻](#)

摘要

本研究旨在了解漢字能否協助小學生理解科學，或相反地可能令他們形成另類的科學概念。研究以問卷形式進行，調查香港小學四年級學生對部分漢字的理解，共有來自三間小學共 495 名學生參與。結果顯示，生物名稱的部首確對學生了解生物分類有一定影響，故此，教師於設計科學課題學習活動可多考慮利用文字或語言特色，把科學學習與科學語言融合起來。



研究目的及意義

本研究旨在了解漢字能否協助小學生理解科學, 或相反地可能令他們形成另類的科學概念。建構主義學習觀認為, 學生在理解事物時, 可能會持有與教師不同的觀念(鄭美紅, 2001)。為協助教師了解如何協助學生學習, 二十世紀初已有不少研究, 嘗試發掘兒童所持的觀念(Isaacs, 1958, Piaget, 1970)。大部分與兒童理解科學概念有關的研究(Osborne and Freyberg, 1985; Driver, 1981; Driver, Guesne and Tiberghien, 1985; Benson, Wittrock and Baur, 1993; BouJaoude, 1991), 都在英語社會進行; 中文社會的兒童在理解科學概念時, 或會因為文化背景或所用語言本質不同, 而產生不同的效果。文化、語言、科學學習三者互有關連。曾就兒童的科學概念作跨文化研究之學者(Takemura, Manzano, Fajardo, 1996)指出, 要把科學學習變得實用, 則必須在所處社會的社交、文化及政治環境下理解。Kelly and Carlsen (1993) 亦認為, 科學是文化衍生出來的產物。確定了在文化環境下學習科學的重要性後, 研究者應進一步了解中文如何影響小學生建構科學概念。由於是次調查屬初步研究, 故作者嘗試先以學生對動物的分類、及其對個別生字部首的聯想, 作為本研究的焦點。

理論基礎

由於科學須從文化及社會文化環境下理解, 語言便成為科學概念和學習的調適工具。Vygotsky 及其同工(John-Steiner & Mahn, 1996) 利用社會文化模式(socio-cultural approach) 來解釋學習時, 曾有以下的說法:

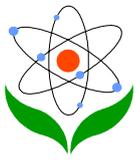
「在任何文化背景中, 語言及其他符號系統都是進行人類活動的橋樑。」

上述所謂的人類活動(human activities) 可包括研究及學習科學兩種, 而兩者均須以語言作為媒體、或於文化背景(cultural context) 下, 才能得以順利進行。由此可見, 文化及語言均為一體, 同時亦有助促成一般學習及科學學習的經驗。中國學者(李濤、邵大宏, 2002) 闡釋了三種語言中「科學」一詞的意義。他們指出拉丁文 "science" 一詞意指知識; 英語 "science" 表示自然科學; 德語 "Wissenschaft" 泛指一切有系統的知識, 較英語 "science" 的涵義更廣, 包括歷史、語言、哲學的範疇。據他們的分析, 中文中「科學」一詞包含兩個字, 「科」一字由「禾」及「斗」組成, 前者是穀物, 後者是量糧食的器具, 合二者之義, 即量度及分辨穀物的等級。由此可見, 當中必涉及數字運用, 以及科學與植物或自然界的密切關係。「科」、「學」二字相配, 則指與量度及分類有關的知識體系, 是科學與數學環環相扣的關係。從上述比較可見, 英語 "science" 與中文「科學」一詞意思相近, 只是兩者對數字運用及度量衡的重點不同。以



上例子以字形及字義來分析「科學」及 "science" 的意思，顯示了漢字如何影響科學概念的理解。

從科學教育工作者的觀點來看，學習漢字也可視為影響兒童理解科學概念的因素。Harlen (2002)提出兒童理解科學的七類基礎，包括：有限的經驗、感覺遠勝邏輯、只著眼於單一特徵而忽略其他特徵、錯誤推理、限制在某一特定環境、誤解字義、缺乏其他意念。理解及誤解文字屬七類基礎之一，可見這對兒童的科學概念可能有所影響。自 1970 年代開始，已有不少研究找出學生對科學語言的理解(Deadman and Kelly, 1978; Brumby, 1979; Schaefer, 1979; Tamir, Gal-Choppin, and Nussinovitz, 1981)。Bell (1981)曾研究大、中、小學程度的學生對"animal" (動物)一詞的理解，發現與生物學家所持的概念相比，他們的觀念較為狹義，例如在觀察的過程中，學生會認定動物是「大的、有四隻腳的、有毛的、可在家、動物園或農場找到的……」；此外，學生在生物分類系統中，亦不會把人類視作動物。這種情況對教學有著重要的啓示。Bell (1981) 建議教師應改變或澄清兒童對「動物」的概念，多留意他們如何詮釋日常使用的文字或語言。英國有研究(Ryman 1974a, 1974b) 指出，許多學生對無脊椎動物的認識是相當貧乏的，只有 50%的學生能夠分辨出青蛙是兩棲類動物，及 34%的學生能認定烏龜是爬行動物。一般來說，他們均認為「昆蟲」泛指所有「細小及令人毛骨悚然的生物」；同時，大概只有一半學生能分辨蜘蛛是節肢動物。除了對生物的印象外，生物的外形亦會影響學生將其分類的能力。一項俄羅斯研究 (Natadze, 1963)發現，當把生物分類時，介於七至十四歲的俄國小孩一般均依靠他們肉眼可見的明顯特徵，而並非考慮生物的特質，所以他們經常把海豚視作魚類的一種；而 Braund (1991)亦有相類似的發現，小孩會因為海豚的外形像魚、又或是企鵝在水中生活的習性，而誤把他們當作魚類。另外，Trowbridge & Mintzes (1985) 亦舉出學生會因為字形而誤把生物分類，不少學生認為水母、海星及蟹這三種無脊椎動物標籤為魚類的一種，他們把這三種生物錯誤地分類，可能是由於「jellyfish」(水母)及「starfish」(水母)這兩個英文字都有「fish」(魚)這個生字；或這三種生物都是在水中生活的緣故。綜合上述研究，有學者 (Ross, 1982; Billeh, 1970) 指出，學生學習生物概念與其文化背景及地域有相當重要的關係。Braund (1991)曾就兒童對生物分類概念的認識進行研究，發現十二歲的學生會把生物分類與人及家居物品如食物、消費品等拉上關係。其研究的啓示部分清楚指出，文化和課室以外的生活環境均與學生形成另類概念有關。由於過往的研究都在英語社會及環境中進行，對於中文如何影響學生的科學學習，似乎所知甚少。可見我們有必要為中文社會的教師，提供有關兒童科學概念的資料。



研究設計與步驟

研究以問卷形式進行, 調查香港小學四年級學生對部分漢字的理解。是次調查共有 495 名學生參與, 分別來自三間男女校; 而三間學校填寫問卷的人數分別約為 190、180 及 125 人。由於學校利用母語或英語教授學科的成效或有所不同, 故此是次揀選的三間學校, 均是以中文課本及廣東話教授常識科。

問卷形式分為多項選擇題及問答題兩部份, 除了解學生是否明白字義, 也問及為何他們認為該文字有特定意義, 例如是否受字形或生物的形狀影響。問卷問題內容的選擇主要基於三大原則: 一、小學生可在日常生活接觸到或有初步認識的; 二、本地常識課程有所提及; 三、參考 Bell (1981)、Ryman (1974a, 1974b)、Natadze (1963)、Trowbridge & Mintzes (1985)、及 Braund (1991) 多位學者的研究。在正式邀請學生參加問卷調查前, 問卷曾交由正接受師資培訓的學員、在職教師、小四及小六學生等不同範疇的人士, 嘗試填寫問卷及為其內容及設計提供意見。

在正式填寫問卷時, 小四及小六學生同樣只有最多三十分鐘作答。由於小學生或未能自行閱畢所有填寫問卷的細則, 研究小組特別要求教師事先為學生作簡單的介紹, 提醒他們問卷並非任何測驗或考試, 希望他們能盡量根據個人的能力如實作答, 並不要與其他同學討論之餘, 亦不要作胡亂的猜測, 不懂作答的應選擇「不知道」。另外, 小組亦請教師避免解答學生提出任何有關問卷內容的問題, 如字詞的意思及寫法等, 務求準確地測試學生對有關問題的已有知識。選擇題部份共有八個問題, 每題分為甲、乙兩部份。甲部問題包括: 「青蛙是不是昆蟲」、「鯨魚是不是魚」、「蚯蚓是不是昆蟲」、「蜘蛛是不是昆蟲」、「草蜢是不是昆蟲」、「草菇是不是植物」、「靈芝是不是植物」、「細菌是不是植物»; 學生選擇「是」或「不是」後, 須於乙部選出他們認為適當的答案, 以解釋他們在甲部的選擇。例如: 第一題甲部問「青蛙是不是昆蟲」, 如學生選擇「是」, 他們便須在乙部「「蛙」字是「蟲」字」、「蛙的幼體蝌蚪像昆蟲」、「外形似昆蟲」、「其他」四項中, 選出一個他們認為最合適的解釋; 相反, 如學生選擇「不是」, 他們亦須在「哺乳類」、「爬行類」、「兩棲類」、「魚類」、「其他」及「不知道」六項之中, 選出一個適當的答案; 如學生選擇「其他」, 則須另列原因(見圖一)。



青蛙是不是昆蟲呢？			
甲部：是／不是			
乙部：	<table border="1"><tr><td>是，因為： 1. 「蛙」字是「蟲」字部 2. 蛙的幼體蝌蚪像昆蟲 3. 外形似昆蟲 4. 其他_____</td><td>不是，牠屬於： 1. 哺乳類 2. 爬行類 3. 兩棲類 4. 魚類 5. 其他_____ 6. 不知道</td></tr></table>	是，因為： 1. 「蛙」字是「蟲」字部 2. 蛙的幼體蝌蚪像昆蟲 3. 外形似昆蟲 4. 其他_____	不是，牠屬於： 1. 哺乳類 2. 爬行類 3. 兩棲類 4. 魚類 5. 其他_____ 6. 不知道
是，因為： 1. 「蛙」字是「蟲」字部 2. 蛙的幼體蝌蚪像昆蟲 3. 外形似昆蟲 4. 其他_____	不是，牠屬於： 1. 哺乳類 2. 爬行類 3. 兩棲類 4. 魚類 5. 其他_____ 6. 不知道		

圖一：選擇題例子

問答題部分提供兩個屬相同部首及類型的單字，然後要求學生嘗試指出兩個單字的共通點，並額外列出四個單字，其部首及類型須與問題所列字例相同（見圖二）。四條問題所提供的兩個單字分別為「金」及「銀」、「硫」及「矽」、「肝」及「腸」、「氧」及「氮」。

「金」、「銀」二字同樣有金字旁，這樣代表著甚麼意思呢？它們究竟是甚麼物質呢？它們都是_____。

試試在以下方格內，寫出其他有「金」字旁、而又與「金」、「銀」屬同類物質的單字。

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

圖二：問答題例子

研究結果分析

結果將根據學生對漢字／詞的理解，以及這些理解對科學學習有否影響作出分析。本文總論部分會為教師提供建議，把學生對科學的理解與漢字知識連繫起來，從而進一步提升以中文學習科學的成效。

參與是次問卷調查的人數為 495 人，男女學生人數相約，而分析結果顯示，男生及女生的回應並無顯著差異，可見學生的性別沒有影響問卷結果。以下將綜合各問卷的回應，分析選擇題及問答題兩部分。



選擇題分析結果

本部分主要找出學生對生物分類的認識、和他們如何解釋其選用的分類方法。於第一、第二及第八題,學生在甲、乙兩部分均答對的百分率約為 64%至 75% (見表一),表示大部份學生能同時正確地把青蛙、鯨魚及細菌分類,以及解釋分類的原因。不過,學生在其他五條題目的表現稍遜,能同時正確回答每題甲、乙兩部份的學生不多,由 13%至 36%不等;在這五條題目中,學生於「草蜢是不是昆蟲」一題的表現較佳,約 36%的學生能指出草蜢是昆蟲,並解釋原因是牠們有六隻腳;於「草菇是不是植物」的表現亦尚可,其次是回應有關蜘蛛、靈芝及蚯蚓的問題。

如進一步分析學生能否正確分類及解釋分類原因,從表一的資料顯示,超過 43%的學生能把蚯蚓、草蜢、草菇及靈芝分類,惟未能正確解釋原因。另外,亦有約 28%的學生能正確地把蜘蛛分類,卻未能選出適合的解釋。學生能正確地把生物分類,但卻未能找出原因的情況,實在值得關注。這是否反映學生在分類的過程中,只是胡亂猜測、或以死記背誦的方式把生物分類,不求甚解?這亦衍生出另一些問題:究竟語言是否能協助、還是阻礙學生學習?換言之,學生能否借助語言來促進科學學習?

表一:改變小四學生在選擇題部份八個問題的回答情況(以百分比顯示)

題目	甲部答案錯誤	甲部答案正確、 乙部答案錯誤	甲、乙兩部答案 正確
1. 青蛙是不是昆蟲	8.3	20	71.7
2. 鯨魚是不是魚	31.3	4.6	64.1
3. 蚯蚓是不是昆蟲	44.1	43.5	12.4
4. 蜘蛛是不是昆蟲	40.5	28	31.5
5. 草蜢是不是昆蟲	18.3	46.1	35.6
6. 草菇是不是植物	21.7	44.4	33.9
7. 靈芝是不是植物	27	43.8	29.2
8. 細菌是不是植物	1.7	23.5	74.8

根據上表的資料顯示,部份學生在甲部已選錯答案,特別是「蜘蛛是不是昆蟲」及「蚯蚓是不是昆蟲」這兩個題目,分別約 40%及 44%的學生未能辨別這兩種生物的類型,筆者現嘗試分析學生答錯的原因。從表二可見,部分生物的外形或其名稱的部首均可能影響學生分類的準確性,最少約有 40%的學生基於這兩個因素把生物分類,而把青蛙及蜘蛛分類時,甚至有高達 90%至 100%的學生,



會因為其名稱的部首或牠們的外形，而錯誤地分類。

從表二亦可見，學生受部首誤導的情況以「蜘蛛是不是昆蟲」這題問題最為明顯，43%的學生認為蜘蛛是昆蟲的原因是「蜘」和「蛛」字都是以「蟲」字為部首。由此可見，教師於教授生物分類時，除了要特別注意引導學生觀察生物的各项特徵外，對有關名稱的字形或部首可能引起的概念混淆，亦須多加注意。另一方面，資料顯示有部份字形或有助學生學習；例如「草蜢是不是昆蟲」一題，80%以上的學生都能指出草蜢是昆蟲，而部份學生提出的原因是「蜢」字是「蟲」字部，可見部首或有助學生學習昆蟲的分類。無論部首是否有助引導或誤導學生建立分類的概念，教師在教學時也應留意語言的"字形"對學生學習可能構成的影響。總括而言，如語言這種思想溝通工具運用得宜，可刺激學生學習；相反，它們亦可能成為學習的絆腳石；而這種現象是拼音文字不會造成的干擾。

表二：學生以生物名稱或外形作分類基礎的百分比（不包括第五題）

與部首有關的選項	% ^(a)	與生物外形有關的選項	% ^(b)	(a)+(b)
1. 「蛙」字是「蟲」字部	20.00	1. 青蛙的幼體蝌蚪像昆蟲／ 外形似昆蟲	80.00	100
2. 「鯨」和「魚」都是「魚」字部	19.59	2. 鯨魚的外形像魚	16.22	35.81
3. 「蚯」和「蚓」都是「蟲」字部	17.70	3. 蚯蚓的外形像蟲	22.01	39.71
4. 「蜘」和「蛛」都是「蟲」字部	43.16	4. 蜘蛛的外形像昆蟲	47.89	91.05
6. 「草」和「菇」都是「草」字部	23.23	6. 草菇的外形像植物	28.28	51.51
7. 「芝」字是「草」字部	19.20	7. 靈芝的外形像植物	23.20	42.40
8. 「菌」字是「草」字部	25.00	8. 細菌的外形像植物	12.50	37.50

問答題分析結果

問卷的第二部分為問答題，每題先用兩個部首相同的單字，探討學生如何理解這些與科學概念相關的部首，並測驗他們能否再額外列出四個單字，其部首及類型須與問題所列字例相同。四條問題的單字部首分別為「金」、「石」、「肉」及「气」，每題所提供的兩個單字分別為「金」及「銀」、「硫」及「矽」、「肝」及「腸」、「氧」及「氮」；而四個標準答案是「金屬」、「從石提煉出來的物質」、「內臟／器官」及「氣體」。從可作分析的有效答案中，少於半數的學生能就「金」和「石」兩個部首提出正確的解釋，其百分比分別為 45.5%及 31.6%。另一方面，多於半數的學生能為「肉」及「气」這兩個部首提供正確的解釋，百分比分別為 52.9%及 55.3%（見表三）。事實上，學生對這些部首的單字與其



科學概念關係的認知都較為薄弱，從表四的資料清楚顯示這現象，只有約 10% 至 36% 的學生能自行提供兩個類似及正確的單字。表三及表四的資料吻合，由於大部份學生未能分辨有關部首單字的箇中意義，故或未能有效地寫出其他相同部首而類型相似的單字，同時在學生學習的過程中，可以看到學生對部首所屬的字沒有加以注意。

表三：學生在問答題部份的表現（以百分比顯示）

	*「金」金屬	*「石」從石提煉出來的物質	*「月」內臟／器官	*「气」氣體
答案錯誤	54.5	68.4	47.1	44.7
答案正確	45.5	31.6	52.9	55.3

*「」為每題所提供的字旁

表四：學生能正確寫出相關單字數目的百分比

	*金屬	*從石提煉出來的物質	*內臟／器官	*氣體
未能填寫任何單字	5.96	52.38	15.49	22.5
一個正確單字	15.99	34.63	24.18	37.92
兩個正確單字	35.50	10.39	27.72	25.83
三個正確單字	23.04	2.60	23.64	12.92
四個正確單字	19.51	0	8.97	0.83
	100	100	100	100

*四條題目所提供的單字分別為「金」及「銀」、「硫」及「矽」、「肝」及「腸」、「氧」及「氮」。

表五列出每題最多學生填寫的兩個正確答案。一般來說，學生舉例的單字均與日常生活有直接關連，例如：「鐵」及「銅」均為常見金屬；「碳」可於燒烤時接觸；「碘」於教科書亦常有提及，用作測試澱粉質；「肺」與近期「非典型肺炎」有關；「胃」於電視胃藥廣告中可經常看到；「氫」則與氫氣球有關；而「氯」則是香港食水含有的消毒物質之一。除上述例子外，表六亦分別列出其他與學生日常生活息息相關的字例，雖然這些例子亦時常可見，甚至已在書本上學到，但並不是很多學生能列舉出來。例如「鋁」窗和「鋼」筋是香港常用的建築材料；「鈣」和「磷」在有關食物和營養的課文不時出現；「鉛」可經常在推



動環保的「無鉛汽油」廣告看到；「砒」是古代常用毒藥「砒霜」的成分，在古裝電視劇也不時出現；學生在學習人體的結構時接觸到「膽」和「脾」二字；而「氟」則是牙膏中保護牙齒的物質。這些例子反映漢字結構對學生學習科學概念有一定的幫助，只是學生未能完全掌握部首與科學概念的關係，或平日沒有留意這些相關的字詞，所以在列舉字例時，大部分學生只能舉出兩個例子。因此，教師可考慮利用中文的特點加強學生的學習效能。

表五：學生在問答題列出的正確相關單字的人數

	「金」金屬		「石」從石提煉出來的物質		「肉」內臟／器官		「气」氣體	
	鐵	銅	碳	碘	肺	胃	氫	氯
人數	345	368	124	39	248	195	255	110
%	71	76	29.8	9.4	54.5	42.9	55.6	24
有效答案數目	484		416		455		459	

表六：學生在問答題列出的其他正確相關單字的人數

	「金」金屬				「石」從石提煉出來的物質		「肉」內臟／器官		「气」氣體
	鋁	鋼	鈣	鉛	磷	砒	脾	膽	氟
人數	65	54	69	24	15	14	36	1	33
%	13.4	11	14.3	5	3.6	3.4	7.9	0.2	7.2
有效答案數目	484				416		455		459

總論

在問卷第一部分的回應中，八條題目只有三題有多於半數的學生能把生物正確分類，可見學生未能完全掌握生物分類的概念。在答錯的回應中，生物名稱的部首確對學生了解生物分類有一定影響，最明顯為「蝨」的「蟲」字部有助分類，而「蜘蛛」的「蟲」字部與分類概念無關，甚至有誤導成分。

問卷第二部分反映學生對「金」、「石」、「肉」、「气」部首與相關科學概念的認識不深。其實，教師可利用這些部首，教授學生相關的科學概念，或從部首聯想相類物質，作為教學活動，正如 Simich-Dudgeon & Egbert (2000) 提出利用文字或語言特色設計教學活動，把科學學習與科學語言融合起來；這些教學活動可包括評述、說故事、角色扮演等，例如澳洲一間學校的教師要求中三學生假設自己是雜誌記者，撰寫一份評論家居化學品及清潔劑的研究報告。學生須應用所學的科學概念，以記者的身份重新組織知識，透過評論報告形式表達出來，這也是角色扮演的一例（鄭美紅，2002）。



以上結果對透過中文學習科學有三項啓示。中文字形與科學學習有重要關係，教師教授科學概念時應多加注意，可利用文字結構協助學生學習科學。其實，曾有其他研究說明(Bernhardt, Hirsch, Teemant & Rodriguez-Munoz, 1996)，例如以英語學習科學時，教師應注意學生先懂得閱讀、拼字、正確運用字詞，才能對學習內容有全面的理解。

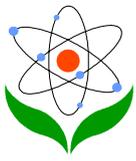
此外，亦有學者(Colburn & Echevarria, 1999)提倡學習科學應同時充分掌握作為學術語言的科學語言，而課堂活動亦應確保能讓學生運用學術語言。Lyle & Robinson (2002) 及 Lemke (1990) 均指出，學生在學習科學概念的同時，必需學習科學語言作為閱讀、寫作、解難、及進行實驗活動的工具；因此，教師的首要任務是協助學生透過語言學習科學。Lemke (1990) 更把「說科學」(Talking Science)訂下了以下詳細的定義：

「說科學」的意思是透過科學語言進行觀察、描述、比較、分類、分析、討論、假設、定論、提問、質疑、證明、設計實驗、遵循步驟、判斷、評估、判決、總結、歸納、報告、撰寫、演講及教授等各種科學活動。

由此可見，語言是思想溝通的主要工具，而科學概念必須通過語言表達。如果要協助學生學習科學，則必須先確保他們懂得正確運用語言。

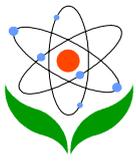
文化與語言有助學習，可促進學生學習科學概念。教師應留意中文如何影響科學學習，從而改變教學策略加以配合。追蹤研究可以進一步了解中文對科學學習的影響，包括比較不同年齡的學生對科學意義的字詞或部首的理解，同時比較以不同教學語言學習科學的學生，對這些字詞的理解現象，從而互相補足，刺激學習。

科學教師應認識文化與科學學習的關係，目前，學校的科學教育主要以西方科學為主，較少學習中國科學的內容，四大發明也多以歷史故事形式講授。Needham (1993)指出，中國科學也有值得學習的地方，也有著與西方科學不同的獨特成就，包括：中國人能準確觀測天文現象；懂得利用精進的調查方法和繪製地圖以示地形的起伏；利用生物控制蟲害；中藥；中國人所持的並非「機械論」(mechanical view)的思想，而是相信「有機論」(organicist view)，認為各現象之間都相互連繫；兩種事物相生相克的陰陽學說亦與波動原理關係密切。由此可見，中國的科學成就確有其獨特之處，認識中華文化與科學學習都有密切的關係。



參考文獻

- 李濤、邵大宏 (2002), 《理解科學——科學知識的生長及意義》, 南京: 江蘇人民出版社。
- 鄭美紅 (2001), 《建構主義學習觀的教學實踐——探討科學教學法》, 香港: 香港教育學院。
- 鄭美紅 (2002), 《科學習作的多元化設計——提升學生「學會學習」的能力》, 香港: 香港教育學院。
- Bell, B. (1993). Children's science, constructivism and learning in science. Deakin University Publishing Unit, Australia.
- Benson, D.L., Wittrock, M.C. and Baur, M.E. (1993). Students' preconceptions of the Nature of Gases. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 587-597.
- Bernhardt, E., Hirsch, G., Teemant, A., & Rodriguez-Munoz, M. (1996). Language diversity and science: Science for limited English proficiency students. In *Science learning for all: Celebrating cultural diversity* (pp. 58-61). Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Billeh, V. Y., Pilla, M. O. (1970). Cultural bias in the attainment of concepts of the biological cell by elementary school children. *Journal of Research in Science Teaching*, 7, 73-83.
- BouJaoude, S.B. (1991). A study of the nature of students' understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 689-704.
- Braund, M. (1991). Children's ideas in classifying animals. *Journal of Biological Education*, 25(2), 103-110.
- Brumby, M.N. (1979). Students' perceptions and learning styles associated with the concept of evolution by natural selection. Unpublished PhD thesis, Surrey University.
- Colburn, A., & Echevarria, J. (1999). Meaningful lessons: All students benefit from integrating English with science. In *Science learning for all: Celebrating cultural diversity* (pp. 58-61). Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Deadman, J.A. and Kelly, P.J. (1978). What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, 12(1), 7-15.
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science, *European Journal of Science Education*, 3(1), 93-101.
- Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes, UK.
- Harlen, W. (2002). Taking children's ideas seriously - influences and trends, *NZ science Teacher*, No.101, p. 15-18.
- Isaacs, N. (1958). *Early scientific trends in children*. London: National Froebel Foundation.
- Kelly, G.J. and Carlsen, W.S. (1993). *Science Education in Sociocultural Context: Perspectives*



- from the Sociology of Science. *Science Education*, 77(2), 207-220.
- John-Steiner, V., & Mahn, H. (1996). Sociocultural Approaches to Learning and Development: A Vygotskian Framework. *Educational Psychologist*, 31(3/4), 191-206.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Learning, Language, and Values*. New York: Ablex Publishing.
- Lyle, K. S., & Robinson, W. R. (2002). Talking About Science. *Journal of Chemical Education*, 79(1), 18-20.
- Natadze, R. G. (1963). The Mastery of Scientific Concepts in School. In B. Simon and J. Simon (Eds). *Educational Psychology in the USSR*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Needham, J. (1993). Poverties and Triumphs of the Chinese Scientific Tradition. In Harding, S. (Ed.), *The "Racial" Economy of Science: toward a democratic future*, (pp. 30-46). Bloomington: Indiana University Press.
- Osborne, R. J. and Freyberg, P. (1985). *Learning in science: the implications of "children's science."* Auckland: Heinemann.
- Piaget, J. (1970). Piaget's theory. In Mussen, P. (Ed.), *Carmichael's Manual Child Psychology* (pp. 61-84). New York: Wiley.
- Ross, K. A., & Sutton, C. R. (1982). Concept profiles and the cultural context. *European Journal of Science Education*, 8, 219-223.
- Ryman, D. (1974a). Children's Understanding of the Classification of Living Organisms. *Journal of Biological Education*, 8, 140-144.
- Ryman, D. (1974b). the Relative Effectiveness of Teaching Methods on pupils' Understanding of the Classification of Living Organisms at Two Levels of Intelligence. *Journal of Biological Education*, 8, 219-223.
- Schaefer, G. (1979). Concept formation in biology: the concept of 'growth'. *European Journal of Science Education*, 1(1), 87-101.
- Takemura, S. T., Manzano, V. U. and Fajardo, A.C. (1996). Cross-cultural study on children's views of science. A Paper presented on NSTA's Global Summit on Science and Science Education - A bridge to a sustainable world, San Francisco, California, USA.
- Tamir, P., Gal-Choppin, R., and Nussinovitz, R. (1981). How do intermediate and junior high school students conceptualize living and non-living. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(3), 241-248.
- Trowbridge, J. E., & Mintzes, J. J. (1985). Students' alternative conceptions of animals and animal classification. *School Science and Mathematics*, 85(4), 304-316.