

汉字结构与科学学习的关系

郑美红

香港教育学院 科学系
中国 香港 新界大埔露屏路十号
电邮：maycheng@ied.edu.hk

孙爱玲

香港教育学院 中文系
中国 香港 新界大埔露屏路十号
电邮：alsoon@ied.edu.hk

收稿日期：二零零三年十一月廿二日(于十二月九日再修定)

内容

[摘要](#)

[研究目的及意义](#)

[理论基础](#)

[研究設計與步驟](#)

[研究结果分析](#)

[選擇題分析結果](#)

[問答題分析結果](#)

[总论](#)

[参考文献](#)

摘要

本研究旨在了解汉字能否协助小学生理解科学，或相反地可能令他们形成另类的科学概念。研究以问卷形式进行，调查香港小学四年级学生对部分汉字的理解，共有来自三间小学共 495 名学生参与。结果显示，生物名称的部首确对学生了解生物分类有一定影响，故此，教师于设计科学课题学习活动可多考虑利用文字或语言特色，把科学学习与科学语言融合起来。



研究目的及意义

本研究旨在了解汉字能否协助小学生理解科学, 或相反地可能令他们形成另类的科学概念。建构主义学习观认为, 学生在理解事物时, 可能会持有与教师不同的观念(郑美红, 2001)。为协助教师了解如何协助学生学习, 二十世纪初已有不少研究, 尝试发掘儿童所持的观念(Isaacs, 1958, Piaget, 1970)。大部分与儿童理解科学概念有关的研究(Osbrone and Freyberg, 1985; Driver, 1981; Driver, Guesne and Tiberghien, 1985; Benson, Wittrock and Baur, 1993; BouJaoude, 1991), 都在英语社会进行; 中文社会的儿童在理解科学概念时, 或会因为文化背景或所用语言本质不同, 而产生不同的效果。文化、语言、科学学习三者互有关连。曾就儿童的科学概念作跨文化研究之学者(Takemura, Manzano, Fajardo, 1996)指出, 要把科学学习变得实用, 则必须在所处社会的社交、文化及政治环境下理解。Kelly and Carlsen (1993) 亦认为, 科学是文化衍生出来的产物。确定了在文化环境下学习科学的重要性后, 研究者应进一步了解中文如何影响小学生建构科学概念。由于是次调查属初步研究, 故作者尝试先以学生对动物的分类、及其对个别生字部首的联想, 作为本研究的焦点。

理论基础

由于科学须从文化及社会文化环境下理解, 语言便成为科学概念和学习的调适工具。Vygotsky 及其同工(John-Steiner & Mahn, 1996) 利用社会文化模式(socio-cultural approach) 来解释学习时, 曾有以下的说法:

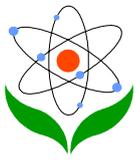
「在任何文化背景中, 语言及其它符号系统都是进行人类活动的桥梁。」

上述所谓的人类活动(human activities)可包括研究及学习科学两种, 而两者均须以语言作为媒体、或于文化背景(cultural context)下, 才能得以顺利进行。由此可见, 文化及语言均为一体, 同时亦有助促成一般学习及科学学习的经验。中国学者(李涛、邵大宏, 2002)阐释了三种语言中「科学」一词的意义。他们指出拉丁文 "science" 一词意指知识; 英语 "science" 表示自然科学; 德语 "Wissenschaft" 泛指一切有系统的知识, 较英语 "science" 的涵义更广, 包括历史、语言、哲学的范畴。据他们的分析, 中文中「科学」一词包含两个字, 「科」一字由「禾」及「斗」组成, 前者是谷物, 后者是量粮食的器具, 合二者之义, 即量度及分辨谷物的等级。由此可见, 当中必涉及数字运用, 以及科学与植物或自然界的密切关系。「科」、「学」二字相配, 则指与量度及分类有关的知识体系, 是科学与数学环环相扣的关系。从上述比较可见, 英语 "science" 与中文「科学」一词意思相近, 只是两者对数字运用及度量衡的重点不同。以上例



子以字形及字义来分析「科学」及 "science" 的意思, 显示了汉字如何影响科学概念的理解。

从科学教育工作者的观点来看, 学习汉字也可视为影响儿童理解科学概念的因素。Harlen (2002)提出儿童理解科学的七类基础, 包括: 有限的经验、感觉远胜逻辑、只着眼于单一特征而忽略其它特征、错误推理、限制在某一特定环境、误解字义、缺乏其它意念。理解及误解文字属七类基础之一, 可见这对儿童的科学概念可能有所影响。自 1970 年代开始, 已有不少研究找出学生对科学语言的理解(Deadman and Kelly, 1978; Brumby, 1979; Schaefer, 1979; Tamir, Gal-Choppin, and Nussinovitz, 1981)。Bell (1981)曾研究大、中、小学程度的学生对"animal" (动物) 一词的理解, 发现与生物学家所持的概念相比, 他们的概念较为狭义, 例如在观察的过程中, 学生会认定动物是「大的、有四只脚的、有毛的、可在家、动物园或农场找到的……」; 此外, 学生在生物分类系统中, 亦不会把人类视作动物。这种情况对教学有着重要的启示。Bell (1981) 建议教师应改变或澄清儿童对「动物」的概念, 多留意他们如何诠释日常使用的文字或语言。英国有研究(Ryman 1974a, 1974b) 指出, 许多学生对无脊椎动物的认识是相当贫乏的, 只有 50%的学生能够分辨出青蛙是两栖类动物, 及 34%的学生能认定乌龟是爬行动物。一般来说, 他们均认为「昆虫」泛指所有「细小及令人毛骨悚然的生物」; 同时, 大概只有一半学生能分辨蜘蛛是节肢动物。除了对生物的印象外, 生物的外形亦会影响学生将其分类的能力。一项俄罗斯研究 (Natadze, 1963)发现, 当把生物分类时, 介于七至十四岁的俄国小孩一般均依靠他们肉眼可见的明显特征, 而非考虑生物的特质, 所以他们经常把海豚视作鱼类的一种; 而 Braund (1991)亦有相类似的发现, 小孩会因为海豚的外形像鱼、又或是企鹅在水中生活的习性, 而误把他们当作鱼类。另外, Trowbridge & Mintzes (1985) 亦举出学生会因为字形而误把生物分类, 不少学生认为水母、海星及蟹这三种无脊椎动物标签为鱼类的一种, 他们把这三种生物错误地分类, 可能是由于「jellyfish」(水母) 及「starfish」(水母) 这两个英文字都有「fish」(鱼) 这个生字; 或这三种生物都是在水中生活的缘故。综合上述研究, 有学者 (Ross, 1982; Billeh, 1970) 指出, 学生学习生物概念与其文化背景及地域有相当重要的关系。Braund (1991)曾就儿童对生物分类概念的认识进行研究, 发现十二岁的学生会把生物分类与人及家居物品如食物、消费品等拉上关系。其研究的启示部分清楚指出, 文化和课室以外的生活环境均与学生形成另类概念有关。由于过往的研究都在英语社会及环境中进行, 对于中文如何影响学生的科学学习, 似乎所知甚少。可见我们有必要为中文社会的教师, 提供有关儿童科学概念的资料。



研究设计与步骤

研究以问卷形式进行, 调查香港小学四年级学生对部分汉字的理解。是次调查共有 495 名学生参与, 分别来自三间男女校; 而三间学校填写问卷的人数分别约为 190、180 及 125 人。由于学校利用母语或英语教授学科的成效或有所不同, 故此是次拣选的三间学校, 均是以中文课本及广东话教授常识科。

问卷形式分为多项选择题及问答题两部份, 除了解学生是否明白字义, 也问及为何他们认为该文字有特定意义, 例如是否受字形或生物的形状影响。问卷问题的选择主要基于三大原则: 一、小学生可在日常生活接触到或有初步认识的; 二、本地常识课程有所提及; 三、参考 Bell (1981)、Ryman (1974a, 1974b)、Natadze (1963)、Trowbridge & Mintzes (1985)、及 Braund (1991) 多位学者的研究。在正式邀请学生参加问卷调查前, 问卷曾交由正接受师资培训的学员、在职教师、小四及小六学生等不同范畴的人士, 尝试填写问卷及为其内容及设计提供意见。

在正式填写问卷时, 小四及小六学生同样只有最多三十分钟作答。由于小学生或未能自行阅毕所有填写问卷的细则, 研究小组特别要求教师事先为学生作简单的介绍, 提醒他们问卷并非任何测验或考试, 希望他们能尽量根据个人的能力如实作答, 并不要与其它同学讨论之余, 亦不要作胡乱的猜测, 不懂作答的应选择「不知道」。另外, 小组亦请教师避免解答学生提出任何有关问卷内容的问题, 如字词的意思及写法等, 务求准确地测试学生对有关问题的已有知识。选择题部份共有八个问题, 每题分为甲、乙两部份。甲部问题包括: 「青蛙是不是昆虫」、「鲸鱼是不是鱼」、「蚯蚓是不是昆虫」、「蜘蛛是不是昆虫」、「草蜢是不是昆虫」、「草菇是不是植物」、「灵芝是不是植物」、「细菌是不是植物」; 学生选择「是」或「不是」后, 须于乙部选出他们认为适当的答案, 以解释他们在甲部的选择。例如: 第一题甲部问「青蛙是不是昆虫」, 如学生选择「是」, 他们便须在乙部「『蛙』字是「虫」字」、「蛙的幼体蝌蚪像昆虫」、「外形似昆虫」、「其它」四项中, 选出一个他们认为最合适的答案; 相反, 如学生选择「不是」, 他们亦须在「哺乳类」、「爬行类」、「两栖类」、「鱼类」、「其它」及「不知道」六项之中, 选出一个适当的答案; 如学生选择「其它」, 则须另列原因(见图一)。



青蛙是不是昆虫呢?			
甲部: 是 / 不是			
乙部:	<table border="1"><tr><td>是, 因为: 1. 「蛙」字是「虫」字部 2. 蛙的幼体蝌蚪像昆虫 3. 外形似昆虫 4. 其它_____</td><td>不是, 牠属于: 1. 哺乳类 2. 爬行类 3. 两栖类 4. 鱼类 5. 其它_____ 6. 不知道</td></tr></table>	是, 因为: 1. 「蛙」字是「虫」字部 2. 蛙的幼体蝌蚪像昆虫 3. 外形似昆虫 4. 其它_____	不是, 牠属于: 1. 哺乳类 2. 爬行类 3. 两栖类 4. 鱼类 5. 其它_____ 6. 不知道
是, 因为: 1. 「蛙」字是「虫」字部 2. 蛙的幼体蝌蚪像昆虫 3. 外形似昆虫 4. 其它_____	不是, 牠属于: 1. 哺乳类 2. 爬行类 3. 两栖类 4. 鱼类 5. 其它_____ 6. 不知道		

图一: 选择题例子

问答题部分提供两个属相同部首及类型的单字, 然后要求学生尝试指出两个单字的共通点, 并额外列出四个单字, 其部首及类型须与问题所列字例相同(见图二)。四条问题所提供的两个单字分别为「金」及「银」、「硫」及「硅」、「肝」及「肠」、「氧」及「氮」。

「金」、「银」二字同样有金字旁, 这样代表着甚么意思呢? 它们究竟是甚么物质呢? 它们都是_____。

试试在以下方格内, 写出其它有「金」字旁、而又与「金」、「银」属同类物质的单字。

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

图二: 问答题例子

研究结果分析

结果将根据学生对汉字 / 词的理解, 以及这些理解对科学学习有否影响作出分析。本文总论部分会为教师提供建议, 把学生对科学的理解与汉字知识连系起来, 从而进一步提升以中文学习科学的成效。

参与是次问卷调查的人数为 495 人, 男女学生人数相约, 而分析结果显示, 男生及女生的响应并无显著差异, 可见学生的性别没有影响问卷结果。以下将综合各问卷的回应, 分析选择题及问答题两部分。



选择题分析结果

本部分主要找出学生对生物分类的认识、和他们如何解释其选用的分类方法。于第一、第二及第八题, 学生在甲、乙两部分均答对的百分率约为 64%至 75% (见表一), 表示大部份学生能同时正确地把青蛙、鲸鱼及细菌分类, 以及解释分类的原因。不过, 学生在其它五条题目的表现稍逊, 能同时正确回答每题甲、乙两部份的学生不多, 由 13%至 36%不等; 在这五条题目中, 学生于「草蜢是不是昆虫」一题的表现较佳, 约 36%的学生能指出草蜢是昆虫, 并解释原因是牠们有六只脚; 于「草菇是不是植物」的表现亦尚可, 其次是响应有关蜘蛛、灵芝及蚯蚓的问题。

如进一步分析学生能否正确分类及解释分类原因, 从表一的数据显示, 超过 43% 的学生能把蚯蚓、草蜢、草菇及灵芝分类, 惟未能正确解释原因。另外, 亦有约 28% 的学生能正确地把蜘蛛分类, 却未能选出适合的解释。学生能正确地把生物分类, 但却未能找出原因的情况, 实在值得关注。这是否反映学生在分类的过程中, 只是胡乱猜测、或以死记背诵的方式把生物分类, 不求甚解? 这亦衍生出另一些问题: 究竟语言是否能协助、还是阻碍学生学习? 换言之, 学生能否借助语言来促进科学学习?

表一: 改变小四学生在选择题部份八个问题的回答情况 (以百分比显示)

题目	甲部答案错误	甲部答案正确、 乙部答案错误	甲、乙两部答案 正确
1. 青蛙是不是昆虫	8.3	20	71.7
2. 鲸鱼是不是鱼	31.3	4.6	64.1
3. 蚯蚓是不是昆虫	44.1	43.5	12.4
4. 蜘蛛是不是昆虫	40.5	28	31.5
5. 草蜢是不是昆虫	18.3	46.1	35.6
6. 草菇是不是植物	21.7	44.4	33.9
7. 灵芝是不是植物	27	43.8	29.2
8. 细菌是不是植物	1.7	23.5	74.8

根据上表的数据显示, 部份学生在甲部已选错答案, 特别是「蜘蛛是不是昆虫」及「蚯蚓是不是昆虫」这两个题目, 分别约 40%及 44%的学生未能辨别这两种生物的类型, 笔者现尝试分析学生答错的原因。从表二可见, 部分生物的外形或其名称的部首均可能影响学生分类的准确性, 最少约有 40%的学生基于这两个因素把生物分类, 而把青蛙及蜘蛛分类时, 甚至有高达 90%至 100%的学生,



会因为其名称的部首或牠们的外形, 而错误地分类。

从表二亦可见, 学生受部首误导的情况以「蜘蛛是不是昆虫」这题问题最为明显, 43%的学生认为蜘蛛是昆虫的原因是「蜘」和「蛛」字都是以「虫」字为部首。由此可见, 教师于教授生物分类时, 除了要特别注意引导学生观察生物的各项特征外, 对有关名称的字形或部首可能引起的概念混淆, 亦须多加注意。另一方面, 数据显示有部份字形或有助学生学习; 例如「草蜢是不是昆虫」一题, 80%以上的学生都能指出草蜢是昆虫, 而部份学生提出的原因是「蜢」字是「虫」字部, 可见部首或有助学生学习昆虫的分类。无论部首是否有助引导或误导学生建立分类的概念, 教师在教学时也应留意语言的"字形"对学生学习可能构成的影响。总括而言, 如语言这种思想沟通工具运用得宜, 可刺激学生学习; 相反, 它们亦可能成为学习的绊脚石; 而这种现象是拼音文字不会造成的干扰。

表二: 学生以生物名称或外形作分类基础的百分比 (不包括第五题)

与部首有关的选项	% ^(a)	与生物外形有关的选项	% ^(b)	(a)+(b)
1. 「蛙」字是「虫」字部	20.00	1. 青蛙的幼体蝌蚪像昆虫 / 外形似昆虫	80.00	100
2. 「鲸」和「鱼」都是「鱼」字部	19.59	2. 鲸鱼的外形像鱼	16.22	35.81
3. 「蚯」和「蚓」都是「虫」字部	17.70	3. 蚯蚓的外形像虫	22.01	39.71
4. 「蜘」和「蛛」都是「虫」字部	43.16	4. 蜘蛛的外形像昆虫	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. 灵芝的外形像植物	23.20	42.40
8. 「菌」字是「草」字部	25.00	8. 细菌的外形像植物	12.50	37.50

问答题分析结果

问卷的第二部分为问答题, 每题先用两个部首相同的单字, 探讨学生如何理解这些与科学概念相关的部首, 并测验他们能否再额外列出四个单字, 其部首及类型须与问题所列字例相同。四条问题的单字部首分别为「金」、「石」、「肉」及「气」, 每题所提供的两个单字分别为「金」及「银」、「硫」及「硅」、「肝」及「肠」、「氧」及「氮」; 而四个标准答案是「金属」、「从石提炼出来的物质」、「内脏 / 器官」及「气体」。从可作分析的有效答案中, 少于半数的学生能就「金」和「石」两个部首提出正确的解释, 其百分比分别为 45.5%及 31.6%。另一方面, 多于半数的学生能为「肉」及「气」这两个部首提供正确的解释, 百分比分别为 52.9%及 55.3% (见表三)。事实上, 学生对这些部首的单字与其



科学概念关系的认知都较为薄弱, 从表四的资料清楚显示这现象, 只有约 10% 至 36% 的学生能自行提供两个类似及正确的单字。表三及表四的资料吻合, 由于大部份学生未能分辨有关部首单字的个中意义, 故或未能有效地写出其它相同部首而类型相似的单字, 同时在学习的过程中, 可以看到学生对部首所属的字没有加以注意。

表三: 学生在问答题部份的表现 (以百分比显示)

	*「金」金属	*「石」从石提炼出来的物质	*「月」内脏 / 器官	*「气」气体
答案错误	54.5	68.4	47.1	44.7
答案正确	45.5	31.6	52.9	55.3

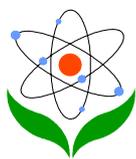
*「」为每题所提供的字旁

表四: 学生能正确写出相关单字数目的百分比

	*金属	*从石提炼出来的物质	*内脏 / 器官	*气体
未能填写任何单字	5.96	52.38	15.49	22.5
一个正确单字	15.99	34.63	24.18	37.92
两个正确单字	35.50	10.39	27.72	25.83
三个正确单字	23.04	2.60	23.64	12.92
四个正确单字	19.51	0	8.97	0.83
	100	100	100	100

*四条题目所提供的单字分别为「金」及「银」、「硫」及「硅」、「肝」及「肠」、「氧」及「氮」。

表五列出每题最多学生填写的两个正确答案。一般来说, 学生举例的单字均与日常生活有直接关连, 例如:「铁」及「铜」均为常见金属;「碳」可于烧烤时接触;「碘」于教科书亦常有提及, 用作测试淀粉质;「肺」与近期「非典型肺炎」有关;「胃」于电视胃药广告中可经常看到;「氢」则与氢气球有关;而「氯」则是香港食水含有的消毒物质之一。除上述例子外, 表六亦分别列出其它与学生日常生活息息相关的字例, 虽然这些例子亦时常可见, 甚至已在书本上学到, 但并不是很多学生能列举出来。例如「铝」窗和「钢」筋是香港常用的建筑材料;「钙」和「磷」在有关食物和营养的课文不时出现;「铅」可经常在推动环



保的「无铅汽油」广告看到;「砒」是古代常用毒药「砒霜」的成分,在古装电视剧也不时出现;学生在学习人体的结构时接触到「胆」和「脾」二字;而「氟」则是牙膏中保护牙齿的物质。这些例子反映汉字结构对学生学习科学概念有一定的帮助,只是学生未能完全掌握部首与科学概念的关系,或平日没有留意这些相关的字词,所以在列举字例时,大部分学生只能举出两个例子。因此,教师可考虑利用中文的特点加强学生的学习效能。

表五: 学生在问答题列出的正确相关单字的人数

	「金」金属		「石」从石提炼出来的物质		「肉」内脏 / 器官		「气」气体	
	铁	铜	碳	碘	肺	胃	氢	氯
人数	345	368	124	39	248	195	255	110
%	71	76	29.8	9.4	54.5	42.9	55.6	24
有效答案数目	484		416		455		459	

表六: 学生在问答题列出的其它正确相关单字的人数

	「金」金属				「石」从石提炼出来的物质		「肉」内脏 / 器官		「气」气体
	铝	钢	钙	铅	磷	砒	脾	胆	氟
人数	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
有效答案数目	484				416		455		459

总论

在问卷第一部分的回应中, 八条题目只有三题有多于半数的学生能把生物正确分类, 可见学生未能完全掌握生物分类的概念。在答错的响应中, 生物名称的部首确对学生了解生物分类有一定影响, 最明显为「蝻」的「虫」字部有助分类, 而「蜘蛛」的「虫」字部与分类概念无关, 甚至有误导成分。

问卷第二部分反映学生对「金」、「石」、「肉」、「气」部首与相关科学概念的认识不深。其实, 教师可利用这些部首, 教授学生相关的科学概念, 或从部首联想相类物质, 作为教学活动, 正如 Simich-Dudgeon & Egbert (2000) 提出利用文字或语言特色设计教学活动, 把科学学习与科学语言融合起来; 这些教学活动可包括评述、说故事、角色扮演等, 例如澳洲一间学校的教师要求中三学生假设自己是杂志记者, 撰写一份评论家居化学品及清洁剂的研究报告。学生须应用所学的科学概念, 以记者的身份重新组织知识, 透过评论报告形式表达出来, 这也是角色扮演的一例 (郑美红, 2002)。



以上结果对透过中文学习科学有三项启示。中文字形与科学学习有重要关系, 教师教授科学概念时应多加注意, 可利用文字结构协助学生学习科学。其实, 曾有其它研究说明(Bernhardt, Hirsch, Teemant & Rodriguez-Munoz, 1996), 例如以英语学习科学时, 教师应注意学生先懂得阅读、拼字、正确运用字词, 才能对学习内容有全面的理解。

此外, 亦有学者(Colburn & Echevarria, 1999)提倡学习科学应同时充分掌握作为学术语言的科学语言, 而课堂活动亦应确保能让学生运用学术语言。Lyle & Robinson (2002) 及 Lemke (1990) 均指出, 学生在学习科学概念的同时, 必需学习科学语言作为阅读、写作、解难、及进行实验活动的工具; 因此, 教师的首要任务是协助学生透过语言学习科学。Lemke (1990) 更把「说科学」(Talking Science)订下了以下详细的定义:

「说科学」的意思是透过科学语言进行观察、描述、比较、分类、分析、讨论、假设、定论、提问、质疑、证明、设计实验、遵循步骤、判断、评估、判决、总结、归纳、报告、撰写、演讲及教授等各种科学活动。

由此可见, 语言是思想沟通的主要工具, 而科学概念必须通过语言表达。如果要协助学生学习科学, 则必须先确保他们懂得正确运用语言。

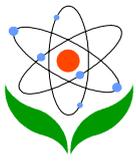
文化与语言有助学习, 可促进学生学习科学概念。教师应留意中文如何影响科学学习, 从而改变教学策略加以配合。追踪研究可以进一步了解中文对科学学习的影响, 包括比较不同年龄的学生对科学意义的字词或部首的理解, 同时比较以不同教学语言学习科学的学生, 对这些字词的理解现象, 从而互相补足, 刺激学习。

科学教师应认识文化与科学学习的关系, 目前, 学校的科学教育主要以西方科学为主, 较少学习中国科学的内容, 四大发明也多以历史故事形式讲授。Needham (1993)指出, 中国科学也有值得学习的地方, 也有着与西方科学不同的独特成就, 包括: 中国人能准确观测天文现象; 懂得利用精进的调查方法和绘制地图以示地形的起伏; 利用生物控制虫害; 中药; 中国人所持的并非「机械论」(mechanical view)的思想, 而是相信「有机论」(organicist view), 认为各现象之间都相互连系; 两种事物相生相克的阴阳学说亦与波动原理关系密切。由此可见, 中国的科学成就确有其独特之处, 认识中华文化与科学学习都有密切的关系。



参考文献

- 李涛、邵大宏 (2002), 《理解科学——科学知识的生长及意义》, 南京: 江苏人民出版社。
- 郑美红 (2001), 《建构主义学习观的教学实践——探讨科学教学法》, 香港: 香港教育学院。
- 郑美红 (2002), 《科学习作的多元化设计——提升学生「学会学习」的能力》, 香港: 香港教育学院。
- 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.