

國小學童對水溶液概念的認知與迷思概念之初探

陳淮璋¹ 黃萬居² 賴文榮³

¹台北縣思賢國小

^{2,3}台北市立師範學院科學教育研究所

摘要

本研究的目的是在探討國小學童對水溶液概念的認知情形、迷思概念和迷思概念的來源。研究對象是新莊市兩所公立國小四、五年級的學童。研究設計是採質量兼具的研究。資料分析包括問卷答題類型的百分比、四年級和五年級學童概念認知差異的 t 檢定等；並以預測-觀察-解釋(POE)臨床晤談來深入了解學童對水溶液概念的認知和迷思概念及其來源。研究的結果如下：

對溶解概念在「現象」層面的認知，是四年級學童的通過率高於五年級，達到顯著性的差異；對食鹽在定量水中溶解的量有一定限度、定量水中糖和鹽溶解的量不同、濃度大的食鹽水所含的食鹽比較多等概念，在現象層面及理由層面的認知，都是五年級學童的通過率高於四年級學童的通過率，達到顯著性的差異。

國小學童對水溶液概念的迷思概念如下：1.對物質溶解後看不見了，約 46%的學童有物質已不存在的迷思；2.約 70%的學童有水量不變時，鹽水久置會沉澱的迷思；3.約 60%的學童，有食鹽水過濾時食鹽會留在濾紙上的迷思；4.約 71%的學童有攪拌會增加溶解量的迷思；5.約 46%的學童有顆粒較細，較易溶解，所以溶解量也較多的迷思。迷思概念的來源則有下列七項：1.同時事件的干擾；2.語意的模糊不清；3.不當的認知；4.實驗操作不當；5.記憶的混淆；6.不當的推論；7.自行建構。

關鍵詞：水溶液概念、迷思概念

壹、前言

在行為主義盛行的時代，學生解題錯誤被認為可能是不小心或是誤解題意。但自從認知心理學興起之後，我們發現：學生所學到的，不一定是老師所教的（張鳳燕，1991）。由於這個觀念上的轉變，科學教育學者開始重視兒童學習前的先前概念之研究。

一、研究背景與重要性

認知心理學的學者發現，兒童對於每一件事情，都早有他自己的一套想法或看法 (Carey,1986; Novak,1988; Weatley, 1991)。這些學生的先前概念對於新的學習，可能有正向的幫助，但也可能產生負向的干擾而影響新知識概念的學習（張鳳燕，1991）。而從事科學教育的理想之一，便是在使學童的自然概念和現今科學領域之人為概念達到一致（許榮富，1990）。因此學童原有的先前概念及概念發展的研究，便越來越受到重視。而湯清二（1993）認為學生從生活經驗、學校學習、同儕文化、天賦觀念…等，所用來了解和解釋自然現象的一套想法，有別於一般公認「專家概念」者，將之稱為迷思概念(misconceptions)。

目前國民教育九年一貫課程綱要「自然與生活科技」領域之課程綱要中，強調的是培養學生「帶著走的能力」，將十大能力化約成八個分段能力指標，也就是所謂的八大科學素養，而概念的學習是屬於第二科學素養—科學與技術的認知，在四個階段中，除第一階段的國小一、二年級外，其餘三個階段都提到物質溶解、溶液性質的認知（教育部，2000）。溶液概念在自然與生活科技領域內，所佔的份量是相當大的。這說明了水溶液概念研究的重要性。

二、研究目的

本研究的目的有下列三項：

- (一)探討國小四、五年級學童對水溶液概念認知發展的差異情形。
- (二)探討國小四、五年級學童對水溶液概念的迷思概念。
- (三)探討國小四、五年級學童對水溶液的迷思概念之來源。

貳、文獻探討

一、科學概念的研究方法

一般常用的方法有紙筆問卷法、概念圖、兩階段(雙層)的選擇診斷問卷及臨床晤談法。

(一)傳統紙筆診斷式測驗：

即傳統的單一選擇測驗，它的優點是可以大量施測，缺點是所得結果難以完整詮釋學生的了解情形。所以命題時要特別小心，設計需非常周全，且要經過預測，以建立其效度。

(二)概念圖：

Novak 和 Gowin 的概念圖，主要是以命題(propositions)的形式將概念間做有意義的連結，而命題是指兩個或是更多的概念利用連接詞結合的句子。概念的呈現是有階層性的，較一般化、包含較廣的概念放在圖的上方，較專一、包含較少的概念放在圖的下方。概念圖可以幫助教師和學生瞭解一些重要概念間連結的概念網路(Novak, 1984；黃萬居，1993)。

(三)晤談(interview)

晤談是研究人員依據事先準備的題目，和被晤談者當面訪談，訪談的過程可以錄音或錄影，再轉譯成書面資料的一種資料蒐集法。這在社會科學的研究上，是廣被運用的方法。

1.晤談依內容的性質分爲(郭生玉，1998)：

結構性晤談(structured interview)； 非結構性晤談。

2.晤談依實施的方法可分爲(郭重吉，2000)：

事例晤談(IAI)； 事件晤談(IAE)； 預測－觀察－解釋(prediction-observe-explain)：簡稱 POE。其目的是著重於探查學生在一特殊情境中的概念組織。方法是請學生在示範實驗前先加以預測並說明理由，研究者再進行實驗，請學生觀察後再和先前的預測結果做比較，最後研究者再和學生共同討論，以進行分析學生的內在想法(邱美虹，2000)。

(四)雙層式(two-tier)診斷性測驗選擇問卷

1.問卷形式：

第一層為是非題或是單一選擇題型式，通常有 2-3 個選項。

第二層為理由選項，通常有若干個敘述選項，要求學生選擇合乎其想法的敘述。

2. 診斷評量工具的發展（三階段十步驟）(Treagust,1988)：

第一階段：為定義內容，步驟有四：(1)確認命題知識的陳述。(2)發展概念圖。

(3)把命題知識與概念圖關聯起來。(4)建立內容效度。

第二階段：為收集學生的迷思概念，步驟有三：(5)收集有關的文獻。(6)對學生進行無結構性的晤談。(7)發展能自由反應的選擇題。

第三階段：為發展診斷測驗，步驟有三：(8)發展二階段(雙層式)的診斷測驗。

(9)設計檢查表。(10)持續精練。

3. 雙層式選擇診斷選擇題的特徵：

(1)擬出學生應瞭解的概念，稱為命題陳述。(2)題目是根據文獻與晤談結果所發展出來的。(3)需要實際施測。(4)預先將學生的推理、想法放入，無須再晤談。

本研究即採取雙層式的診斷試題，以了解學童對水溶液現象的想法，加以歸類分析。但在深入探討學童的概念及迷思概念時，則採用 POE 來進行研究。

二、國內外有關溶液概念相關的研究

黃寶鈿（1989）對我國國中、小學童作溶液相關概念之認知發展層次的研究，研究結果顯示有關糖溶解速率的基本概念與學生的學前概念是相輔相成的。學生在未接受學習之前，都是使用來自日常生活、根深蒂固的概念來判斷。有趣的是，國小學童對表面積、溫度和濃度影響反應速率的判斷，反較國二學生更不易錯誤。可能原因是：國中學生對所學得的新概念與舊概念的自我協調不足，造成邏輯推理的衝突。到了國三之後，概念成熟，又能正確判斷。

盛承堯（1992）研究的結果顯示：國小中、高年級學童對溶液概念的認知大都是直覺地從感官上的概念而來，他們知道糖、水和糖水之間的關係，但不會說出溶質、溶劑、溶液等科學名詞。國小學童已能從經驗上、感官上說出高溫較低溫會多溶解一些物質，也可說出在定量溶劑下溶質多的濃度較高等。但學童若沒有學得透徹的話，就會產生迷思概念。而國小學童的迷思概念大約如下：1. 弄不清楚純物質與混合物的區別；2. 對溶質、溶劑、溶液這三者之間的關係大都弄不清楚；3. 認為將糖水蒸發後，不能恢復為原來的糖；4. 溶液是有雜質的。

杜明進（1993）研究中日國小自然科學「溶解」相關教材之比較，發現我國單一

國小學童對水溶液概念的認知與迷思概念之初探

化國編本教材，在施教中會因地域、環境及兒童家庭背景等不同因素的影響下，其成效是有待商榷的。還賴國內學者共同努力，以求改進。

Ebenezer & Gaskell (1995) 企圖以文獻中概念改變的策略，探討研究高二學生在化學溶液概念的改變情形。研究顯示，學生在教學後，只是多學了一些新概念，並未取代舊概念。學生仍使用原先的舊概念，去解釋他們所遭遇的問題。故新概念如何才能融入學生的概念脈絡中，仍是值得研究的。

Ebenezer & Erickson (1996) 以個別晤談(individual interview)的方式研究高二學生的溶解度(solubility)概念。研究發現關於化學學習的三個議題：(一)學生們用以理解或解釋溶解度現象的首要角色仍是他們的「日常知識」(everyday knowledge)。(二)學生對物質巨觀性質的理解，有延伸到微觀性質的傾向。(三)透過語意分析技術，發現學生應用語言的意義與老師所預期意義之間是有差異的。

參、研究方法

本研究採取質、量兼具的研究方法進行研究。現依序說明如下：

一、研究設計

在量的研究方面，包含水溶液概念雙層調查問卷作答類型的百分比及用 t-檢定四、五年級學童對水溶液概念雙層調查問卷作答的通過率，來探討其對水溶液概念認知的差異情形。

質的研究是採 POE 的方式來深入探討學童之迷思概念及其來源。主要是質的研究須盡量符合自然的真實情境，採取 POE 晤談，可讓學生觀察到實際現象，再說出他的想法，這樣的情境是較為真實的，研究的結果才較具有效度。與其他晤談方式用圖片或卡片來代替實際的情境是不同的(王淑琴、郭重吉，1994)。

二、研究對象

(一)紙筆的水溶液概念雙層調查問卷研究對象

由台北縣新莊市二所公立國小，以便利取樣各抽取四、五年級一個班，共四個班，合計 136 人為施測對象。於九月份進行問卷調查。此時四年級的學童尚未學過「物質的溶解」或「溶解」這一單元，而五年級則已經學過約十個月了。

(二)晤談研究對象

晤談研究對象共 12 名，即每班選取 3 名為研究對象。選取方式乃是依據正式紙筆

調查問卷第二層的「理由」中，取其想法與科學概念不同的學生。並與該班級任導師、自然科任老師共同討論，及學生本身同意後，才選定為研究對象。

三、研究工具

(一)水溶液概念雙層調查問卷

1.發展過程：

先研讀現行國小自然科學審定本的教材，將有關水溶液的概念記錄下來，並參考 Novak 和 Gowin(1984)的概念構圖(concept mapping)作法，建立水溶液概念次概念的命題陳述及概念圖。依此做出水溶液概念開放性調查問卷，對四、五年級的學童施測和晤談，以蒐集學童的想法，再依文獻和學童的想法發展成水溶液概念雙層調查問卷。

2.信度：用 SPSS 套裝軟體求得的 Cronbach α 信度為.82

3.效度：

初步研發的紙筆調查問卷，先經過黃萬居、賴文榮所領導的國科會專案酸鹼鹽、溶液概念研究小組開會審查，又找國小學童做預試，預試後研究小組又開會討論、修正，通過後再做預試，反覆六次。整個發展的過程十分嚴謹，應是具有相當良好的效度。

(二)預測－觀察－解釋(POE)半結構性問卷

本研究的晤談工具是預測-觀察-解釋的半結構性問卷，故尚包含下列器材：食鹽，糖，燒杯 5 個，玻璃棒 1 根，試管 4 個，漏斗 1 個，濾紙若干張，放大鏡 1 個，彈簧秤 1 座。並使用錄音機為錄音工具。

半結構性問卷除各概念的題幹之外，主要有下列三個問題（邱美虹，2000）：1. 你的預測是什麼？為什麼做這樣的預測？ 2.經由老師的示範後，你觀察到什麼？ 3. 你如何解釋這個現象？

四、研究程序

(一)準備階段

包括選定主題，閱讀相關文獻，研讀教材，發展水溶液概念的命題陳述、概念圖及水溶液概念開放式調查問卷，用以收集四、五年級學童的想法，再發展成水溶液概念雙層調查問卷。

(二)執行階段

以便利取樣的方式選取兩所國小各兩個班，進行水溶液概念雙層調查問卷的施

國小學童對水溶液概念的認知與迷思概念之初探

測。並選取表達能力較好的學生由研究者採取個別的方式進行半結構性的 POE 晤談。

晤談的時間是選在午休時進行，每次約五十分鐘。地點是在自然科實驗教室內，以盡量減低環境因素對學童的干擾。晤談開始時，研究者會先與受訪者寒暄，建立輕鬆、和諧的關係，以求正式晤談時可順利進行（蘇育任，1999）。晤談的紀錄是以錄音機做全程的錄音，並未做現場的紙筆記錄。

(三)分析階段

本階段包括分析紙筆的水溶液雙層調查問卷資料、晤談資料與綜合分析。

五、資料蒐集與分析

(一)紙筆問卷分析

問卷收回後，先逐題分析，將學生作答類型列出，在其下列出學生代號，再統計各作答類型的人數與百分比。然後以 t-檢定來分析四、五年級學童對水溶液概念的認知情形。

分析者信度：為求分析的客觀性，研究者對每一試題進行分析後，再請前述國科會酸鹼鹽、溶液概念專案研究小組的成員檢定，若有重大的出入，則再重新分析，分析後亦再商請上述研究人員進行檢定，以力求客觀。

(二)個別晤談資料分析

個別晤談的原始資料均為全程錄音帶，返回後將錄音帶內逐字轉錄，然後再精簡晤談資料，排除社交性的談話、重複的問題和其餘與水溶液不相關的談話，只留下與水溶液概念有關的資料。

晤談者信度：為求晤談結果的客觀性，晤談後的錄音帶經研究者轉錄後，均再請同儕人員進行檢視，以求其客觀性。

(三)綜合分析

綜合水溶液概念雙層調查問卷和晤談資料分析的結果，找出國小學童對水溶液相關的迷思概念，以及迷思概念的來源。

肆、結果與討論

一、問卷結果

本研究水溶液概念雙層調查問卷共有十七題，以每一題為單位，使用 SPSS 套裝軟體的 t-考驗($\alpha = .05$)來檢驗四、五年級學童認知的差異。其結果如下頁表一。認知

差異達顯著水準的題目，除第一題第一層是四年級學童的通過率高於五年級外，其餘均為五年級學童的通過率，高於四年級。

二、個別晤談結果分析與討論

晤談學童結果發現，本研究的十三個次概念，國小學童的認知如下：

- (一)學童對溶解概念的認知：大致上可分為三類，即(1)溶成小顆粒(或小碎片)後和水混在一起；(2)以前做過的記憶；(3)消失了，不再存在的迷思。而認為看得見鹽粒的學童，則是指食鹽尚未完全溶解時的情形。
- (二)學童對水溶液顏色的認知：大致上知道鹽水是無色的，蔗糖水是黃色的。有些學童因鹽水攪拌後較為混濁，而說成是白色的。
- (三)對水溶液味道的認知：可分成三類，(1)因含有鹽分，所以是鹹鹹的；(2)日常經驗(以前喝過)；(3)因不含鹽分，所以沒有味道。
- (四)對食鹽溶解後是否還存在的概念，大部分都認為還存在(水加入鹽，重量增加)，但仍然有學童認為水加入鹽後，重量跟加入前一樣重的，顯示部分學童「有食鹽溶解後即不存在」的迷思。
- (五)對食鹽水久置沉不沉澱的概念，大部分學童都認為食鹽有重量，若不繼續攪拌就會沉澱，顯示這一概念是有迷思的。
- (六)有學童認為鹽水中的鹽會往下沉澱，過濾時就會留在濾紙上，這是把「溶解」體會成「懸浮」狀態，未真正了解溶解的真義。
- (七)定量水中，食鹽溶解的量有一定限度的概念，認為有一定限度的學童，都能舉出食鹽若加太多了，水會不夠而溶解不了的說明。而認為會一直溶解的學童，就未考慮到這一情形而形成了迷思概念。
- (八)對不同物質，溶解的量不同的概念，有的認為糖、鹽都會溶解，所以溶解量相同。也有正確答出糖、鹽溶解量不同的，又以顆粒大小為其理由，這都是迷思概念。
- (九)攪拌對溶解量的影響之概念，過半數學童以攪拌會幫助溶解而認為攪拌的比沒攪拌的溶解量大，也就是有攪拌會增加溶解量的迷思。
- (十)顆粒大小對溶解量影響的概念，有的學童認為只影響溶解的快慢，不會影響溶解量的多寡。也有學童認為顆粒小的溶解量比較大，這則是迷思概念。

國小學童對水溶液概念的認知與迷思概念之初探

表一 水溶液概念雙層問卷的 t-檢驗表

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

題號	年級	第一層			第二層		
		平均數	標準差	顯著性	平均數	標準差	顯著性
一	四	.8594	.3504	.049*	.5938	.4950	.593
	五	.7222	.4510		.6389	.4837	
二	四	.7344	.4452	.495	.6563	.4787	.303
	五	.6806	.4695		.5694	.4986	
三	四	.6719	.4732	.168	.6250	.4880	.308
	五	.7778	.4187		.7083	.4577	
四	四	.9063	.2938	.213	.7813	.4167	.255
	五	.8333	.3753		.6944	.4639	
五	四	.2813	.4532	.100	.2813	.4532	.137
	五	.4167	.4965		.4028	.4939	
六	四	.6875	.4672	.277	.6563	.4787	.481
	五	.5972	.4939		.5972	.4939	
七	四	.2344	.4270	.442	.1406	.3504	.609
	五	.1806	.3873		.1111	.3165	
八	四	.3906	.4917	.301	.1094	.3146	.340
	五	.3056	.4639		.1806	.3873	
九	四	.4531	.5017	.030*	.3281	.4732	.000***
	五	.6389	.4837		.6250	.4875	
十	四	.5156	.5037	.003**	.3438	.4787	.002**
	五	.7639	.4277		.6111	.4909	
十一	四	.1094	.3146	.307	.0938	.2938	.672
	五	.0833	.2733		.0833	.2783	
十二	四	.3594	.4836	.606	.1719	.3803	.140
	五	.4028	.4939		.2778	.4510	
十三	四	.5313	.4917	.303	.5313	.5030	.273
	五	.6944	.4639		.6250	.4875	
十四	四	.5156	.5037	.411	.2656	.4452	.837
	五	.4444	.5004		.2500	.4361	
十五	四	.5781	.4978	.163	.1719	.3803	.448
	五	.6944	.4639		.1250	.3330	
十六	四	.4219	.4978	.007**	.2656	.4452	.029*
	五	.6528	.4794		.4444	.5004	
十七	四	.4375	.5000	.012*	.3750	.4880	.023*

	五	.6528	.4728		.5694	.4986	
--	---	-------	-------	--	-------	-------	--

(十一)水量增加，鹽溶解量也增加的概念，大致上都知道水量比較多，可溶解的鹽也比較多，這點符合科學概念。

(十二)對水溫影響溶解量的概念，認為熱水會溶解得比較快，所以溶解量也比較大；但也有認為溫度只影響溶解的快慢，不影響溶解量多寡的迷思。

(十三)對濃度大的鹽水含鹽較多、重量較重的概念，大致上都符合科學概念。

三、綜合分析與討論

學童概念來自於第一手經驗的自然概念，通常對現象層面有較清楚的認知，但較無法提出一套理論來解釋，例如對「溶解」概念，學童都曾見過糖、鹽溶解的情形，但並不是每位學童都知道是糖、鹽以肉眼看不見的微小顆粒存在於水中，不論是問卷或晤談，都有學童有糖、鹽溶解後即不存在的迷思。知道用放大鏡看不到鹽粒者，也只有少數學童提出食鹽顆粒是太微小才看不到的，大多數學童都提不出解釋。

至於非自然概念的人為概念，則與「年級」有關，例如對食鹽在定量水中溶解的量有一定限度，定量水中糖和鹽溶解的量不同，濃度大的食鹽水所含的食鹽比較多等概念，在現象層面及理由層面的通過率，都是五年級的學童顯著高於四年級。故可知學童人為概念的主要來源是學校的科學教育。

本研究發現，國小學童對下列概念最為不熟悉，其整體通過率都未達 10%。研究者配合晤談結果探討這些迷思概念及其可能的形成來源如下：

鹽水久置會沉澱：大多數學童認為若不繼續攪拌，食鹽會因為有重量而自然往下沉澱。顯示學童對「溶解」現象只有部分了解，甚至以為溶解是攪拌造成的，認為不再攪拌食鹽就會往下沉。其可能原因是：不論學童在家裡的日常生活經驗或是學校中做實驗的經驗，要將糖、鹽溶解時都加以攪拌，此同時事件形成學童不當的認知。誤認為「攪拌」才是造成溶解的充分條件，而形成了迷思概念。

食鹽水過濾時食鹽會留在濾紙上的可能原因是：在學童心目中是把「溶解」體認成「懸浮」，認為食鹽的小顆粒懸浮在水中，在過濾時，就留在濾紙上了。

攪拌會增加溶解的量：從晤談中，發現學童把「攪拌會幫助溶解或增加溶解」解釋成「溶解量增加」。學童認為攪拌會幫助溶解，所以溶得快，溶解多。這可能是語意上的模糊，把「攪拌會幫助溶解」過度解釋成「溶解得較多」了。

國小學童對水溶液概念的認知與迷思概念之初探

而下列概念整體的通過率在 10% 到 50% 之間。研究者配合問卷的數據與晤談的結果，探討這些迷思概念及其可能的形成來源如下：

約 13% 的學童有「食鹽是白色的，所以食鹽水也是白色的」的說法。研究者在晤談時發現，學童將攪拌後的食鹽水因有點混濁而說成是白色的，這是顏色的認定與表達的問題，倒不一定是迷思概念。

對物質溶解後「看不見」了，有學童有「物質已不存在」的迷思。可能原因是因為在視覺上的消失，未深入思考就擴大解釋成不存在，而形成迷思概念。

有學童認為「用放大鏡可以看得到食鹽的顆粒」。是因為認為放大鏡可以將物體放大，而誤以為可以看到食鹽的微小顆粒。這仍混有對溶解概念的不夠了解，以為溶解像懸浮粒子一樣，只分散在水中而已。

學童有「只要繼續攪拌，食鹽就會一直溶解」的迷思。可能原因是日常生活經驗鮮少有將糖、鹽溶至不能再溶的經驗，又對問題缺乏深入的理解，只憑少數幾個經驗證據就作推論，因不嚴謹的推論而形成了不正確的結果。

學童有「顆粒較細，溶解量較多」的迷思。其原因可能與攪拌會幫助溶解的情形相同，即將「顆粒較細，較易溶解」擴大解釋成「溶解量較多」的迷思，「較易溶解」實則應該是「較快溶解」的意思。

本研究也發現，現今教材標榜以實驗為主的探究式課程，學童的「動手做」雖能建構出可貴的第一手經驗概念。但若未配合思維或嚴謹的實驗操作，第一手經驗仍可能建構出迷思概念。例如以為溶質須要攪拌，才可完全溶解在水中的迷思。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 國小四、五年級學童對水溶液概念認知的差異：

對溶解「現象」層面的認知，四年級學童比五年級學童有更清楚的認識，達到顯著性的差異。這點與黃寶鈿(1995)所做的研究結果相符合。可能原因是：五年級學童對於學習新概念與舊概念的自我協調不夠，造成概念上的混淆；而四年級學童來自日常生活、根深蒂固的學前概念去判斷較為「表面」層次的概念，反倒不易弄錯。不過 p 值.049 在.05 邊緣，顯示差異性並不是很大。

對食鹽水、糖水是否有顏色；食鹽水的味道；食鹽溶解後食鹽是否存在；食鹽水用

放大鏡也看不到食鹽顆粒；水量不變時，食鹽水久置不沉澱；食鹽水無法用過濾法分離出食鹽；食鹽顆粒大小會不會增加食鹽溶解的量；水量多寡會不會增加食鹽溶解的量；溫度上升對食鹽或糖溶解量增加的情形；食鹽水濃度與重量的關係等概念，在現象層面及理由層面的認知，均無顯著性的差異。

對食鹽在定量水中溶解的量有一定限度；定量水中糖和鹽溶解的量不同；濃度大的食鹽水所含的食鹽比較多等概念，在現象層面及理由層面的認知，都是五年級學童比四年級學童有更清楚的認知，達到顯著性的差異。

(二)有關水溶液方面的迷思概念：

學童的一些想法概念，與成人世界是不很一致的，也就是概念的意義是與使用者有關的(黃台珠，1984)。例如學童對溶解的用詞如物質消失了，「消失」兩字只是視覺上的感受，不代表物質不存在。經由本研究發現，國小學童對有關水溶液方面的迷思概念如下：

有 16 人，約 13%的學童認為「食鹽是白色的，所以食鹽水也是白色的」。

對物質溶解後看不見了，有 64 人，即約 46%的學童認為「物質已不存在」。

有 43 人，即 31%有「用放大鏡可以看得到食鹽的顆粒」的迷思。

有 95 人，即 70%的學童有「水量不變時，食鹽水久置會沉澱」的迷思。

有 82 人，即 60%的學童有「食鹽水過濾時食鹽會留在濾紙上」的迷思。

有 44 人，即 32%的學童有「只要繼續攪拌，食鹽就會一直溶解」的迷思。

有 97 人，即 71%的學童把「攪拌會幫助溶解或增加溶解」解釋成「溶解量增加」，也就是有「攪拌會增加溶解量」的迷思。

有 63 人，即 46%有「顆粒較細，較易溶解」的迷思。

有 30 人，即 22%的學童有「食鹽水的濃淡不會影響溶液的重量」的迷思。

有 26 人，即 19%的學童有「鹽和糖都會溶解，所以溶解的量會一樣」的迷思。

(二)迷思概念的來源

由以上研究，綜合迷思概念的來源有下列七項：

1.同時事件的干擾；2.語意的模糊不清；3.不當的認知；4.實驗操作不當；5.記憶的混淆；6.不當的推論；7.自行建構。

二、建議

(一)在課程設計上之建議：課程設計人員在設計課程時，應特別注意學童與成人概

念不同的部分，期能設計出一套良好的課程，使學童產生有效的概念改變，獲致良好的學習成果。

(二)在教學上之建議：現在科學教育主張教學應以學童日常生活的經驗或知識入手。但經由本研究發現，儘管如此，學童形成概念的內在想法仍可能有誤。教師應檢驗其形成概念的內在成因，進而設計一套良好的教學計劃或教學方案，方能有效改變學童的迷思概念。

(三)在研究上之建議：1.在研究對象上，建議可擴大研究對象的範圍與人數進行研究，應可獲致更有價值的研究成果；2.在教學實驗研究上對水溶液進行概念改變的教學法之研究；3.窄化研究主題，作縱向更深入的研究；4.擴大主題，作橫向廣度的連結研究。

參考文獻

- 王淑琴、郭重吉(1994)：利 POE 晤談探究大學生電學方面的另有概念。**科學教育**，彰化師大，5 期，頁 117-139。
- 杜明進(1993)：中日國小自然科學「溶解」相關教材之比較。**新竹師院學報**，7 期，頁 349-381。
- 邱美虹(2000)：評量學生科學概念之理解：預測觀察解釋與繪圖法之評介。八十九年度「自然科學概念學習研究工作坊」會議手冊，彰化師大。
- 許榮富(1990)：科學概念發展與診斷教學研究合作計劃協議。**科學發展月刊**，十八卷，第 2 期，頁 150-157。
- 教育部(2000)：國民教育九年一貫課程綱要—自然與生活科技領域課程綱要。
- 湯清二(1993)：我國學生生物細胞概念發展研究—迷思概念之晤談與概念圖。**彰化師範大學學報**，4 期，頁 141-167。
- 黃萬居(1993)：國小學生的概念圖和自然科學學習成就之研究。**台北市立師範學院學報**，24 期，頁 47-66。
- 黃寶鈿(1989)：溶液相關概念之認知發展層次的研究。**行政院國家科學委員會專題研究計畫**，NSC78 -0111 S-003-118-D。
- 郭生玉(1998)：心理與教育研究法。第 15 版，台北縣：精華書局。
- 郭重吉(2000)：事例晤談與事件晤談以物理概念為例。八十九年度自然科學概念研究

工作坊

- 盛承堯(1992)：國小自然科溶液概念及迷思概念之探討。國科會專題研究計畫，NSC 81-0111-S-026-002-N。
- 張鳳燕(1991)：教導心理學微觀—從概念學習談國小數學教育。師友，284期，頁24-29。
- 蘇育任(1999)：職前及在職國民小學教師的天氣概念及其相關迷思概念之探討。科學教育學刊，7卷2期，頁157-176。
- Carey, S. (1986). Cognitive Science and Science Education. *American Psychologist*, 41 (10), pp1123-1130.
- Ebenezer, J.V. & Gaskell, P. J. (1995). Relational Conceptual Change in Solution Chemistry, *Science Education*, 79(1) pp1-17.
- Ebenezer, J.V. & Erickson, G. L. (1996). Chemistry Students' Conceptions of Solubility: A Phenomenography, *Science Education*, 80(2): pp181-201.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York, Cambridge University Press.
- Novak, J. D. (1988). Learning science and the science of Learning. *Studies in Science Education*. 15, pp77-101.
- Treagust, D.F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 10(2), pp159-169.
- Wheatly, G.H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1), pp9-21

A Study of Elementary Student's Cognition and Misconceptions on Aqueous Solution

Huai-Jang Chen¹ Wanchu Huang² Wen-Rong Lai³

¹Si-Hsian Elementary School, Hsin-Chuang, Taipei County

^{2,3}Graduate Institute of Science Education, Taipei Municipal Teachers College

Abstract

The purposes of the study were to investigate the cognition of the concepts of aqueous solution held by elementary students, their misconceptions, and the source of the misconceptions. The subjects of the study were the fourth graders and the fifth graders of two public elementary schools at Hsin-Juang City. The design of the study was both quantitative and qualitative. Data analyses included the percentage of the questionnaire answers, the t-test for the cognition difference between 4th graders and 5th graders. And a clinical interview in the pattern of Prediction- Observation-Explanation (POE) was involved in order to investigate thoroughly the aim of the study. Based on the data analysis using t-test, there were significant between the fifth graders than the fourth graders on the correct percentage of the questionnaire toward the following concepts: 1) the limitation of the quantity of dissolving salt in water, 2) the difference of the solubility of salt and sugar in water, 3) the more concentrated salt aqueous solution with more salt dissolved.

There were some misconceptions as the following: 1) 46% of the students thought that the substance would not exist any more if it dissolved in water and was invisible, 2) About 70% of the students thought that the salt aqueous solution stayed at constant water would precipitate at last, 3) About 60% of the students thought that salt would stay at the filter

paper when the salt aqueous was filtered, 4) About 71% of the students thought that stirring solution would increase the solubility, 5) About 46% of the students thought that the smaller the grains were, the easier they might dissolve, and they dissolved more, too. The sources of misconception were: 1) interference of simultaneously event, 2) dim of semantics, 3) unsuitable cognition, 4) unsuitable experimentation operation, 5) confusing of memory, 6) over generization, 7) constructing by oneself.

Key words: aqueous solution concepts, misconception