

以人本建構教學觀探究國小五年級學童

水溶液酸鹼概念

陳景期¹ 耿筱曾²

¹台北縣成功國小

²國立台北師範學院自然科學教育學系

(投稿日期：93年4月26日；修正日期：93年7月19日、94年2月16日；接受日期：94年2月25日)

本研究目的以人本建構主義為理論基礎，探究國小五年級學生水溶液酸鹼概念的概念架構、迷思概念及其來源和概念改變機制。研究樣本以139位五年級學生進行紙筆測驗資料收集，再從中選取13位學童進行晤談等相關活動，以收集質性資料。研究方法及工具包括：紙筆測驗、晤談、三層次（three-tier test）診斷性測驗工具。

研究結果與發現如下：

一、概念改變的分析：

- (一) 水溶液酸鹼性質的判斷：學童增加酸鹼指示劑概念。
- (二) 學童對酸鹼指示劑相關概念的建立及應用。
- (三) 學童對酸鹼中和概念認知的建立及應用。

二、影響學童水溶液酸鹼概念之概念改變機制的重要關鍵主要有：

- (一) 新的資訊經個人選擇分析詮釋與理解而建構新的概念。
- (二) 新的探究工具使用所造成概念改變。
- (三) 新的概念引導衝擊原先概念。
- (四) 新的概念與原先概念競爭的結果。

關鍵詞：人本建構、酸鹼概念、概念改變機制、教學策略

壹、緒論

一、研究動機

在學童的生活經驗中與水溶液酸鹼性質有關的日常生活事例很多，可用來進行探討活動，以提供完整的學習經驗，並能在學習活動中，引導學生主動地瞭解到學習的重要，而能夠主動學習，找出解決問題的方式。

科學教育者受到認知論及建構主義的影響，主張科學教育應以學生的先備概念為出發點，強調學習為概念改變的過程，而知識乃學習者主動建構而成。學生的角色不再是知識或刺激的接受者，而是知識的主動建構者（耿筱曾，民 89）。建構主義的哲學觀點對於科學知識成長的描述，在強調知識是由科學家或孩童所建構出來的，而科學知識或孩童的數理概念架構是暫時性的，它會不斷的被修正和成長（Novak,1988）。Novak 所提出的人本建構主義(human constructivism)主要觀點有三：1.人類是塑義者。2.教育的目標是分享意義的建構歷程。3.分享意義可由專業的老師主動介入加以引導。本研究希望藉由人本建構取向之教學策略，了解國小五年級學童對於水溶液的酸鹼性質的概念架構及迷思概念形成原因，以提供適合水溶液的酸鹼性質概念教學的建議及後續研究的理論基礎。

二、研究目的

本研究的目的如下：

- (一) 探究國小五年級學童對水溶液酸鹼概念的概念架構。
- (二) 探究國小五年級學童對水溶液酸鹼概念的另有架構形成原因。
- (三) 探究國小五年級學童對水溶液酸鹼概念的概念改變機制。
- (四) 探究人本建構取向的教學策略對學生科學理解之影響。

三、本研究量化部分的虛無假設

本研究之量化分析，主要在探究以人本建構教學策略引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習，分析學生的學習成效。針對全體受試學童在三層次診斷性評量試題的前、後測及教學活動結束後一個月的延宕後測之平均分數以 SPSS10.0 進行量化之分析處理，來描述統計的結果及顯著性的分析，並依研究目的提出虛無假設，以便統計上的驗證。本研究擬以相依樣本 t 考驗，針對本研究之虛無假設進行檢定。本研究提出之虛無假設如下：

- (一) 假設一：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與後測成績無顯著差異。
- (二) 假設二：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與延宕後測成績無顯著差異。
- (三) 假設三：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在後測與延宕後測成績無顯著差異。
- (四) 假設四：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與後測之總體信心指數部分無顯著差異。

(五) 假設五：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與延宕後測之總體信心指數部分無顯著差異。

(六) 假設六：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在後測與延宕後測之總體信心指數部分無顯著差異。

貳、文獻探討

本研究以人本建構取向的觀點為理論基礎，探究國小五年級學生水溶液酸鹼概念的學習為目的，以下就人本建構取向的觀點及國內外有關水溶液酸鹼概念之研究加以探討。

一、人本建構取向的觀點

人本建構是由 Novak (如圖 1) 所提出，主要觀點分別呈現在 Novak 的著作中 (Novak, 1985, 1987, 1988, 1989, 1993, a, b; Mitchell, Wandersee & Novak, 1997)，是結合學習理論和知識建置的知識論。人本建構取向的觀點提供了一個人塑學習的心理學模式，融合於可分析的、解釋的、獨特的概念改變哲學觀內 (黃台珠等譯, 2002)。人本建構的觀點認為知識不是真實世界的事物，不能經由直接觀察或經由他人傳播而得；是有特殊性、階層性且由科學家和學生經長時間所構築起來的相關科學概念架構。構築具有個人特性的概念架構是一個主動的過程，它需要和個體概念架構中已存在的知識做緊密結合，也可檢視個體對於真實世界事物的覺知 (perceptions)，或檢視自己和別人建構的知識有何不同。人本建構也重視在知識建構過程中個人心智所做的獨特貢獻以及分享意義時支持性社會現象的價值。因此，提供一個製造意義 (meaning making) 的觀點，強調認知過程的重要和個人在建構新概念認知時的先備概念角色。認為科學學習者和科學家自己都有許多的另類科學概念，且極難改變。認為人類的思維是很獨特且複雜的相關概念架構。有了一些概念架構，提供人們做決定 (decision making) 時「理性」和「感性」的內容才可以使人適應於複雜的生活。並且強調教師的專業角色。認為重新建構知識是需要學生沉浸於思維生活中 (the life of the mind) 的活動，也需要標準課程的「結構」 (structure)。

人本建構取向觀點主要有三點：

1. 人類是塑義者

人本建構主義認為，認知過程基本上是一樣的。將新概念連結於個人既存的先備知識架構上。每一個學習者都有自己的知識建構程序，在有意義的學習過程、知識再建構和概念改變過程中找共同點，產生之逐步的、同化的學習。人本建構主義認為當面對同一事物時，沒有兩個人會建構出完全相同的意義，因此對於「建構」的了解，以及學生如何去知道，都是必須再次思考的問題。(黃台珠等譯, 2002)。

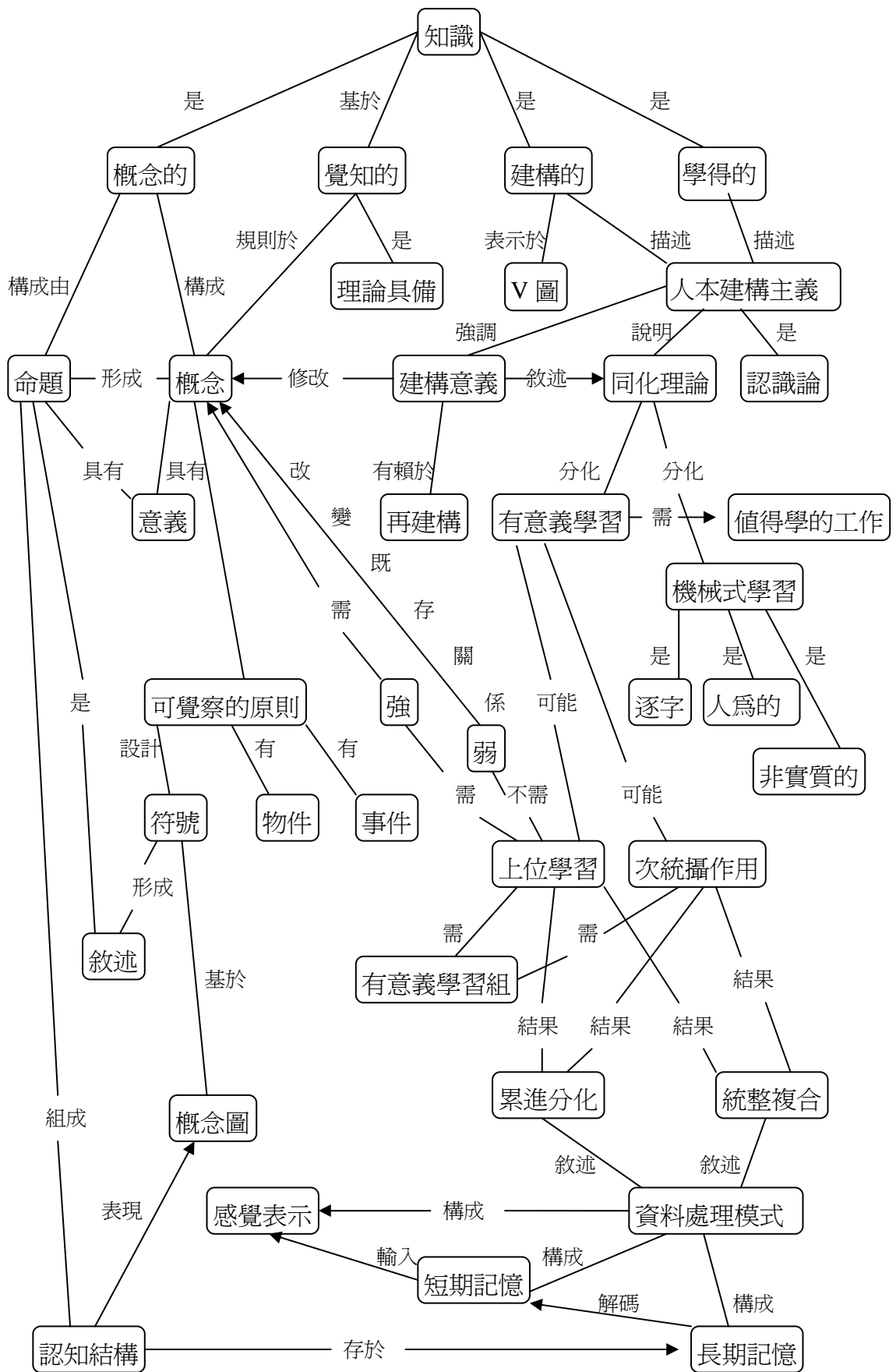


圖 1 人本建構主義的概念圖(黃台珠等譯，2002)

2.教育的目標是分享意義的建構歷程

每一個人的概念架構都有許多特殊性，概念—概念關係之間的交換是無限量的，但也有其共通性…。這些共通性可以用來分享、增強、改革意義(Novak,1993b)。

人本建構主義主張知識是一種人類具有的特殊性、有動力結構；而教育應該努力在不同個體之間架構一座橋樑，教師是中介人或是意義的調解人。調解的過程隱含了一個人對於概念改變的意願和動力，包括漸進的和激進的事件所支配的概念。調解是一個「即將達成」(coming to terms)的過程。這表示所有參與調解的人，都有相等的(von Glasersfeld,1989)建構的過程。概念改變常是耗時的調節過程，教師應花較多的心思去選擇科學概念和安排教學順序，另一方面教學方法要能鼓勵主動，鼓勵師生互動，教師也應願意並能和學生有社會互動，並尊重學生對概念意義的調解，並期待調解的結果（黃台珠等譯,2002）。

3.分享意義可由專業的老師主動介入加以引導

對於科學教師的專業責任而言，有關科學的「理解和概念改變」以及教師應該如何協調這些過程。這些策略對於科學教師的專業責任有極大的衝擊。人本建構主義提出的老師介入分享意義協調策略，包括了用畫圖的組織因子(graphic organizers)、後設認知工具(metacognitive tools)、對質技巧(confrontation techniques)和設定目標的類比(targeted analogies)等（黃台珠等譯,2002）。

二、國內外有關水溶液酸鹼概念之研究

(一) 研究對象與工具

分析有關研究水溶液酸鹼概念之文獻（如表 1）發現國外學者之研究，以研究對象而言有：國中、高中學生（Ross,1991;Schmidt,1991;Nakhleh,1993,1994; Ye ,Renmin ;Wells, Raymond R.1998）、大學學生（Cros,1986,1988）。主要以中學及大學學生為研究對象。研究方法有：晤談、紙筆測驗研究法（Cros,1986,1988）。概念圖、紙筆測驗及晤談研究法（Ross,1991;Schmidt,1991）。概念圖、紙筆測驗及實驗研究法（Nakhleh,1993,1994）。由此可知國外對酸鹼概念之研究法主要以發展概念圖、紙筆測驗、晤談三種工具，而且有將概念圖、紙筆測驗及晤談三者結合為趨勢。國內學者之研究對象則包括：國小學生（黃萬居，民 81；余淑君，民 91）、小學教師（黃萬居，民 81，85）、國中學生（陳姍姍，民 82；施朱娟，民 87；邱喚文，民 90；李詩閔，民 90；姚錦棟，民 91）、高中學生（姚錦棟，民 91）、大學學生（張敬宜，民 82）。國內學者之研究方法以概念圖、紙筆測驗及晤談三者一起施行較多（宋志雄，民 81；黃萬居，民 81；陳姍姍，民 82；張敬宜，民 82；施朱娟，民 87；邱喚文，民 90；姚錦棟，民 91；余淑君，民 91）。李詩閔（民 90）以紙筆測驗及實驗研究法則和國外研究方法趨勢相近。余淑君（民 91）以動態評量介入酸鹼概念之研究，則較接近人本建構教學理念分享意義可由專業的老師主動介入加以引導之觀點。

表 1 國小階段酸鹼相關另有概念水溶液酸鹼相關概念之研究

研究者	主題	研究對象	研究方法
王澄霞、 楊永華 (民 73)	中美英日小學至高中自然科學教材有關「酸與鹼」之實驗	針對中美英日高、中、小學酸鹼概念課程之實驗作深度研究	課程文獻分析
宋志雄 (民 81)	探究國三學生酸與鹼的迷思概念並應用已發展教學診斷工具	國三學生共 838 人	概念圖、 紙筆測驗、 晤談
黃萬居 (民 85)	國小師生對酸鹼概念認知之研究。	國小五六年級學生共八班作開放式問卷之試驗性研究 162 人 國小三年級學生 104 人 國小四年級學生 115 人 國小五年級學生 162 人 國小六年級學生 186 人 國小六年級教師 18 人 國小非六年級教師 99 人	概念圖、 紙筆測驗、 晤談、
陳姍姍 (民 82)	我國國三學生酸鹼概念之研究	國三學生共 341 人	概念圖、 紙筆測驗、 晤談
張敬宜 (民 82)	精熟學習理念對師院非數理系學生化學成就之探討—酸、鹼與鹽	師院非數理系學生共 36 人	概念圖、 紙筆測驗、 晤談
施朱娟 (民 87)	國中酸鹼概念教學研究	國中學生共 41 人	概念圖、晤談 紙筆測驗
邱喚文 (民 90)	利用概念圖探究國中三年級學生「酸與鹼」的概念學習	國中三年級學生 12 人	概念圖、 紙筆測驗、 晤談
李詩閔 (民 90)	以微量實驗裝置的教學活動探討學生對酸鹼概念的學習情況	國中一至三年級學生，共計 698 人	紙筆測驗 實驗實作工具
姚錦棟 (民 91)	我國中學生酸鹼鹽迷思概念和心智模式之研究	國中學生共 330 人、高級中學學生共 240 人。	概念圖、 紙筆測驗 晤談

接下頁

續上頁

余淑君 (民 91)	以動態評量探究國小五年級學童 酸鹼概念的概念改變機制	國小學生共 30 人	概念圖、 紙筆測驗、 晤談、 動態評量
Cros, et al. (1986)	Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases.	大學一年級學生，紙筆測驗 200 人、晤談 90 人	紙筆測驗、 晤談
Cros ,et al. (1988)	Conceptions of second-year university students of some fundamental notions in chemistry.	大學二年級學生 344 人	紙筆測驗、 晤談
Ross (1991)	Concept mapping and misconceptions : a study of high-school students , understandings of acids and bases.	高級中學學生 8 人。	概念圖、 紙筆測驗、 晤談、
Nakhleh , Krajcik (1993)	A Protocol Analysis of the Influence of Technology on Students' Actions, Verbal Commentary, and Thought Processes During the Performance of Acid-Base Titrations.	高級中學學生 14 人	滴定、加入鹼體 積與 pH 值關 係圖、 口語資料分析
Hans-Jurgen , Schmidt (1997)	Students' misconceptions - Looking for a pattern.	高級中學學生 7500 人。	多重選擇題測 驗、 教師引導學生 討論資料分析
Ye, Renmin; Wells, Raymond R. (1998)	Student Concept Changes in Acids and Bases.	國中學生共 81 人	紙筆測驗、晤談

(二) 國小階段水溶液酸鹼相關之迷思概念與學習目標

Hashweh(1988)認為在科學教育的研究應重視學生科學迷思概念來源的以及迷思概念的教學策略的評量。研究者根據國內、外探究水溶液酸鹼相關概念文獻將與國小階段相關迷思概念歸納如表 2。

表 2 國小階段酸鹼相關迷思概念

水溶液酸鹼性質之相關概念	另有概念	國內、國外研究者
1.酸性水溶液的共同性質	1、酸的濃度與強度是一致的 2、所有酸是強酸 3、酸具有毒性 4、酸嚐起來有苦味和辣味 5、酸不能嚐 6、凡具有強烈刺激味之物質即為酸 7、酸雨是雨水和氯氣或氫氣形成的 8、會灼傷之物質為酸 9、氣泡或起泡代表化學反應或強度 10、酸的顏色是粉紅色 11、酸和鹼具有自身特定的顏色或顏色的強度 12、酸可聞出味道 13、酸雨主要和二氧化碳的含量有關 14、稀鹽酸和碳酸鈣反應會生成氧氣	Ross, 1991 Ross, 1991 Ross, 1991 Ross, 1991 Ross, 1991 Ross, 1991 Ross, 1991 Ross, 1991 Nakhleh, 1994 Nakhleh, 1994 Nakhleh, 1994 Nakhleh, 1994 施朱娟, 民 87 施朱娟, 民 87
2.鹼性水溶液的共同性質	1、水果是鹼性的 2、氨水及漂白水是酸 3、碳酸鈉之水溶液呈酸性 4、碳酸氫鈉之水溶液呈酸性 5、鹼性物質具有苦味或鹹味 6、氫元素之氧化物之水溶液、具有鹹味之食鹽水及洗衣粉等都是鹼性溶液 7、氣泡或起泡代表化學反應或強度 8、鹼是藍色的 9、肥皂水是鹼性，認為清潔劑應該都是鹼性	Ross, 1991 Ross, 1991 陳姍姍, 民 82 陳姍姍, 民 82 黃萬居, 民 81 陳姍姍, 民 82 陳姍姍, 民 82 Nakhleh, 1994 Nakhleh, 1994 黃萬居, 民 85
3.酸鹼指示劑	1、指示劑本身為加入酸和鹼 2、酸破壞鹼利用指示劑以變化顏色 3、酸鹼反應經由指示劑之加入，為分子的戰爭和組合,可幫助中和 4、藍色指示劑變色的混淆	Nakhleh, 1994 Nakhleh, 1994 Nakhleh, 1994 余淑君, 民 91

接下頁

續上頁

4.酸鹼中和	<ol style="list-style-type: none"> 1、酸和鹼作用形成溶液 2、鹽酸和氫氧化鈉中和時產生氣體 3、酸鹼混合不會發生反應，是單純的物理混合 4、同濃度體積之酸與鹼進行反應，中和後溶液即為中性 5、酸鹼中和反應不一定會產生鹽類 6、酸鹼中和產生之鹽類即為食鹽 7、溶液太鹹加酸即可中和 8、檸檬汁加水或糖為酸鹼中和 9、酸鹼中和會使溶液必呈中性，不思考反應時濃度體積等條件 10、酸鹼中和反應溫度不變 11、中和會形成一中性水溶液，即使弱酸或弱鹼的中和反應也一樣形成中性水溶液。 12、酸鹼滴定顏色的改變是因酸或鹼本身改變顏色造成 	<p>Ross，1991</p> <p>Ross，1991</p> <p>Ross，1991</p> <p>陳姍姍，民82</p> <p>陳姍姍，民82</p> <p>陳姍姍，民82</p> <p>陳姍姍，民82</p> <p>陳姍姍，民82</p> <p>Schmidt，1991</p> <p>黃萬居，民85</p> <p>Cros，1988</p> <p>Schmidt，1991</p> <p>Nakhleh，1994</p>
5.其他相關酸鹼概念	<ol style="list-style-type: none"> 1、不明白強酸和弱酸的區別 2、純水因無雜質，所以為中性 3、具有甜味之果汁、水，都是中性溶液 4、食鹽水因具鹹味，故為鹼性溶液 5、甘蔗汁因具有甜味，為中性溶液 6、牛奶為中性溶液 7、若酸有害,鹼則無害 8、不同的 pH 值的溶液具不同顏色 9、酸有氣泡,或是鹼有氣泡,一物質是否為酸或鹼的決定條件 10、酸是強烈的、鹼不是強烈的 11、酸嚐起來苦；鹼嚐起來甜 12、若酸有顏色此時鹼就沒顏色 13、中性的東西沒有味道，不會傷害身體，中性就是剛剛好的意思 14、肥皂水可以清潔身體，不傷身體、不會中毒，所以是中性的 	<p>Ross，1991</p> <p>陳姍姍，民 82</p> <p>陳姍姍，民 82</p> <p>陳姍姍，民 82</p> <p>陳姍姍，民 82</p> <p>陳姍姍，民 82</p> <p>Nakhleh，1994</p> <p>Nakhleh，1994</p> <p>Nakhleh，1994</p> <p>Nakhleh，1994</p> <p>Nakhleh，1994</p> <p>Nakhleh，1994</p> <p>Nakhleh，1994</p> <p>黃萬居，民 85</p> <p>黃萬居，民 85</p>

綜合水溶液酸鹼相關概念研究之文獻，研究者根據本研究對國小五年級學童「水溶液酸鹼概念」相關之學習目標進行分析（如表 3）並對照九年一貫教材內容，將學習目標分成五部分，以探究國小五年級學童對水溶液酸鹼概念之學習：

- 1.能利用五官察覺水溶液的酸鹼性質
- 2.水溶液所呈現的酸鹼性及其特性
- 3.水溶液中酸鹼性物質濃度與水溶液酸鹼強度的關係
- 4.酸鹼指示劑檢驗物質酸鹼性質
- 5.酸鹼中和反應及應用

表 3 國小五年級學童有關水溶液酸鹼概念相關之學習目標

學習目標	九年一貫教材內容
能利用五官察覺水溶液的酸鹼性質	226-2a 能利用氣味、觸覺、味覺簡單區分常見食物的酸鹼性。
水溶液所呈現的酸鹼性及其特性	131-3a 實驗發現物質性質各自不同。(例水溶液的酸鹼性。) 226-3a 由實驗瞭解鹽類溶於水的酸鹼性與酸鹼鹽操作型定義，並知道常用酸鹼溶液的特性，以瞭解它們在生活上的應用及如何區辨。
水溶液中酸鹼性物質濃度與水溶液酸鹼強度的關係	224-4b 能瞭解溶液是由溶質與溶劑所組成，以及濃度(百分濃度)的意義與日常生活的應用(如製作泡菜、衣物洗滌與去漬)，並藉由實驗瞭解飽和溶液的意義與配製(如製作鹹蛋)
酸鹼指示劑檢驗物質酸鹼性質	226-3b 能利用指示劑鑑別溶液的酸、鹼或中性、並能利用簡單材料製作指示劑。 226-3c 能運用指示劑觀察酸、鹼溶液混合的酸鹼性變化情形。
酸鹼中和反應及應用	226-3a 由實驗瞭解鹽類溶於水的酸鹼性與酸鹼鹽操作型定義，並知道常用酸鹼溶液的特性，以瞭解它們在生活上的應用及如何區辨。

參、研究方法

本研究之研究方法是根據人本建構的教學理念，深入分析學生在教學前、後及教學結束後一個月，有關水溶液酸鹼概念的概念架構之差異、概念的改變、概念學習與迷思概念的分析，並探究學童進行概念學習時，促成概念的改變機制。

一、樣本選取

本研究之研究樣本選取是以研究者所任教的學校五年級四個班的學童為教學及觀察的對象。經過符合人本建構主義精神的教學活動後，進行概念構圖及研究者所設計的水溶液的酸鹼概念三層次診斷性評量之前、後測評量及教學一個月後的延宕性評量，全程參與的學童總計共 139 人。晤談所選擇的對象，先以學童在前、後測三層次測驗試題中的作答情況加以選擇，主要以前測三層次測驗的第一階層答案選擇錯誤，但第三階層後設認知測驗的答案選擇完全正確，而在後測時，同一題目的三層次測驗中第一階層答案選擇正確而第三階層後設認知測驗的答案選擇完全正確，藉以判斷學童在教學前後有概念之轉變。再參酌前、後測第二階層之推論回答及學童教學前、後所繪概念圖存有另有概念者且選取口語及

書寫表達能力較佳的學童。以上述條件篩選出 13 人做為晤談對象，進行三次的個別晤談。

二、三層次診斷性評量試題

本研究將後設認知的評量方法中之信心評量法，加入雙層次診斷性測驗試題中，成為第三階層後設認知的信心評量。由學生自行依照自己作答時的依據，判斷答案是否正確，以評量學童對個人知識的認知情況。研究者依據教學目標編製有關「生活中的酸與鹼」的三層次診斷性評量作為前、後測及延宕後測試題。第一階層中的選項包含了對「生活中的酸鹼」單元所列概念內容的回答；第二階層則是對之前回答的推論理由。第三階層為後設認知之信心評量，由學生自行依照自己作答時的依據判斷答案是否正確之信心評量，以評量學童對個人知識的認知情況。前、後測及延宕後測的試題為相同試題。所有的題目皆依據「生活中的酸與鹼」單元所列概念為範圍進行編製，再以認知屬性進行細分。試題經科學教育專家學者及六位國小自然科學專家教師檢核，認為試題符合教學目標，可以診斷出學童有關「生活中的酸與鹼」單元之迷思概念。前、後測及延宕後測試題的第三階層是後設認知評量之信心評量，是讓學童自己預測答案正確與否的評量。選項為：「我覺得我的答案：完全正確、正確、可能正確、不知道」四項。預測自己答案選法如下：1.完全正確（我肯定這個答案正確）2.正確（我不能肯定這個答案一定正確，但是確定其他答案都不正確所以認為這答案正確）3.可能正確（從多個可能正確的答案選一個較可能的答案）4.不知道（我無法判斷是否正確）。

三、晤談流程

晤談的目的在於進一步探究學習者對水溶液酸鹼概念的認知情形及確定概念圖的結果。同時透過半結構晤談，也可以深入了解學生水溶液酸鹼相關概念的另有架構形成原因。晤談策略與內容依 Novak & Gowin (1984) 文獻建議，採用概念圖晤談方式進行，並於晤談前，先進行學生概念圖與三層次測驗的問卷資料內容進行比對分析。

本研究晤談流程如圖 2，晤談前先依照選擇對象所繪製的概念圖以及在三層次測驗中的作答內容加以分析再擬定半結構晤談之題目。為完整記錄晤談歷程及學生的回答內容，在進行晤談活動時，加以錄音記錄。錄音的焦點著重於教師及學生在進行晤談活動時歷程的表現，包括對概念圖、在三層次測驗以及半結構晤談之題目討論、發問及回答。當學童無法順利建構合乎科學概念時，研究者即透過適當的協調策略如動態評量等加以引導，以促進學童概念的改變。將所收集到的相關資料，經由轉錄、資料分類、分析與評估，進而探究學習者對水溶液酸鹼概念認知改變的情形。

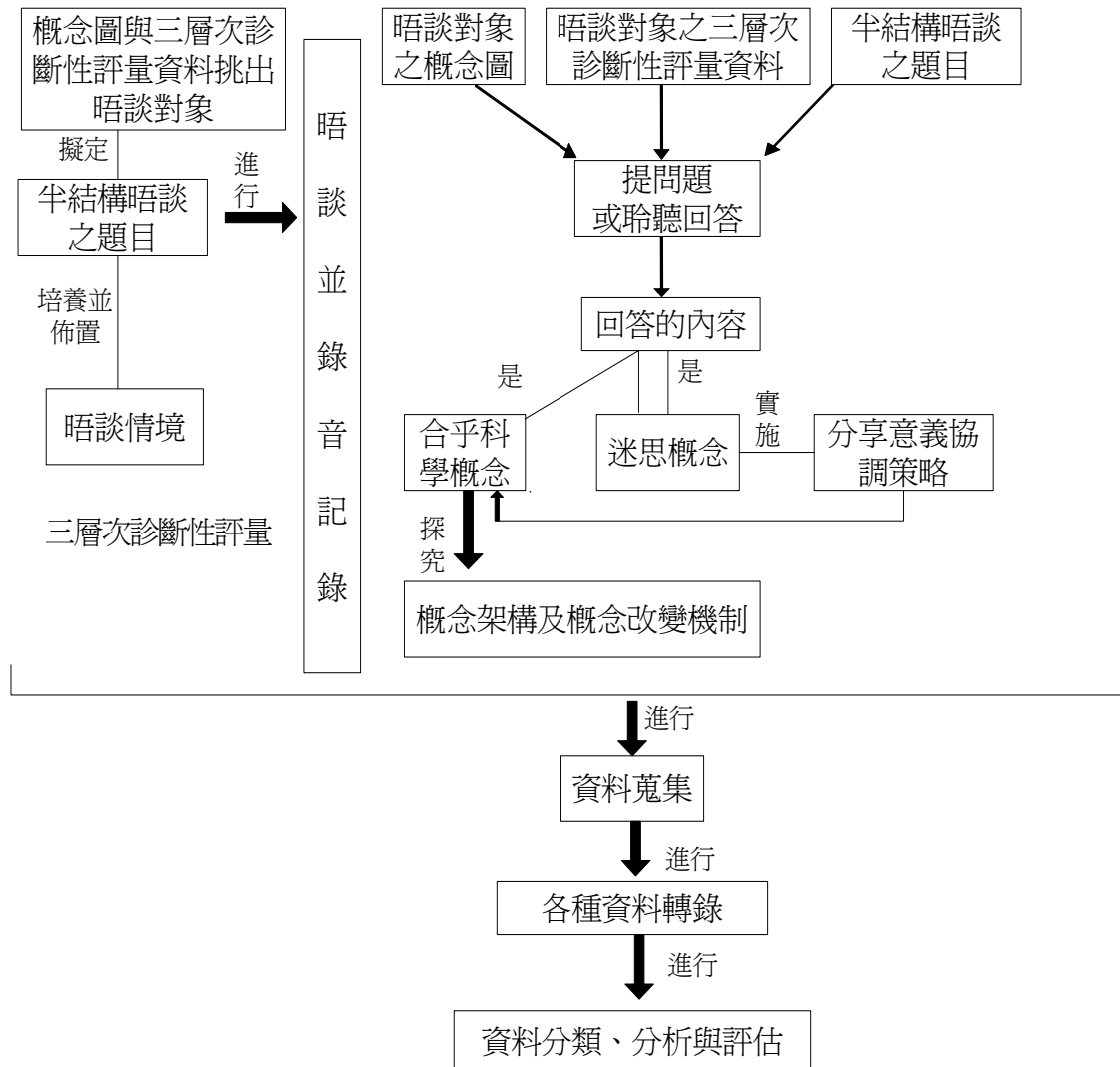


圖 2 晤談流程圖

四、量化分析資料處理

本研究之量化分析，主要是在分析學生的學習成效。本研究全程參與診斷性評量之學童共 139 人。依據在三層次診斷性評量試題的前、後測及教學活動結束後一個月的延宕後測之平均分數的研究資料，以 SPSS10.0 進行量化資料之分析處理，來描述統計的結果及顯著性的分析，以便對本研究目的所提出之虛無假設進行統計上的驗證。

肆、研究結果與討論

研究結果與發現如下：

一、分析國小五年級學童對水溶液酸鹼性質概念改變的有：

(一) 關於水溶液酸鹼性質的判斷：在學童學習前，依個人的生活經驗判斷。教學後，因「酸鹼指示劑」概念引入，學童除利用五官的感官知覺判斷外，增加利

用酸鹼指示劑判斷。例如：

T:爲什麼你覺得鹽水有鹹鹹的味道是鹼性的？(T 教師)

S₀₁:因爲有鹹鹹的味道而不是酸味，所以不是酸性。也不是中性，所以是鹼性。(Int 911212) (S 晤談之學童)

T:你認爲鹽水是鹼性溶液？

S₀₁:中性。

T:爲什麼你覺得鹽水是中性的？

S₀₁:實驗用石蕊試紙做過。(Int 920115)

(二) 酸鹼指示劑的相關概念的建立及應用：酸鹼指示劑如石蕊試紙與藍色指示劑概念的建立，並成爲學童在教學後判斷水溶液酸鹼性質方式之一。

T:我們可以用石蕊試紙來檢驗水溶液的性質，實驗也有用到，你可不可以跟老師解釋一下變色情形？

S₀₂:如果紅色石蕊試紙會變色而藍色石蕊試紙不會變色表示鹼性。如果藍色石蕊試紙會變色而紅色石蕊試紙不會變色表示酸性。如果藍色石蕊試紙和紅色石蕊試紙都不會變色，是中性。

T:爲什麼認爲氨水是鹼性的。？

S₀₂:自然課用藍色指示劑實驗做過，氨水結果是藍色的。(Int 920115)

(三) 對酸鹼中和概念的認知建立及應用：學童利用酸鹼指示劑之概念來判斷酸鹼中和反應及在教學後也成爲判斷水溶液酸鹼性質方式之一。

T:酸鹼中和後，把紅、藍色石蕊試紙放進溶液中，會發生什麼現象？

(試題)

S₁₃:酸鹼中和，所以紅色和藍色石蕊試紙都不變色。

T:反應後的水溶液是何種酸鹼性質？

S₁₃:中性。

T:胃酸過多時可用什麼來中和胃酸。

S₁₃:蘇打餅乾。

T:你爲什麼認爲是用蘇打餅乾？

S₁₃:酸鹼中和。

T:你認爲是蘇打餅乾是何種酸鹼性質？

S₁₃:鹼性。

T:你認爲胃酸是何種酸鹼性質？

S₁₃:酸性。

T:你爲什麼認爲，胃酸是酸？

S₁₃:胃酸有酸字所以是酸性。

T:除了用胃酸中含有酸字，還有其他方法判斷胃酸是酸性？

S₁₃:蘇打餅乾可中和胃酸，小蘇打是鹼性，所以胃酸是酸性。(Int 920120)

二、影響學童概念改變機制的重要關鍵主要有：

(一) 新的資訊經個人選擇分析詮釋與理解而建構新的概念。造成概念改變關鍵有：

1. 教師的引導：如本研究中學童認為藍色指示劑是利用本身鹼性與酸性或中性產生酸鹼中和造成顏色變化，即為教師提供的訊息。

T:你為什麼認為二氧化碳會造成藍色指示劑變色？

S₁₃:因為二氧化碳和藍色指示劑作用。

T:你認為是什麼作用？

S₁₃:酸鹼中和

T:你為什麼認為是酸鹼中和？

S₁₃:四年級的自然老師說過藍色指示劑是鹼性，所以會和二氧化碳和作用。

(Int 920116)

2. 同儕的互動：透過學童間的社會互動，學童會相互模仿、互相支持及協助。雖然學生是自己建構知識，但是他們並不能獨自完成這項工作，只有當學習者與同儕及教師互動時，才能增加學習者相關概念的學習機會。

T:除了課本寫的，還有哪些東西可以當製作檢驗水溶液酸鹼性指示劑的材料？

S₀₉:黑豆、茄子、碘液。

T:你怎麼知道這麼多種？

S₀₉:因為寫學習單之前，我們小組討論選擇自製指示劑材料時，聽我們那組的同學說的，所以就知道。

S₀₉:他們顏色都很深。

T:你認為碘液可以嗎？

S₀₉:同學說碘液可以讓澱粉，會變紫色。

T:所以你認為顏色都很深會變色就可以當製作檢驗水溶液酸鹼性指示劑的材料？

S₀₉:對。(Int 920117)

3. 個人經驗的同化、調適及重組：在本研究中，學童 S₀₉，因為不完整的「水蒸發」概念及「水溶液酸鹼性質」概念兩者一起並用，因而造成學童認為認為雨水是人的汗水或者是海水蒸發，而蒸發過程順便將鹽帶到雨水中，學童認為「鹽」是鹹鹹的而認為雨水是鹼性。

(二) 新的探究工具使用所造成概念改變，重要的關鍵有：

本研究中，學童進行在探究水溶液酸鹼概念的教學活動之初，是以五官來察覺水溶液的酸鹼性質。新的探究工具「酸鹼指示劑」的應用對學童可說是學習酸鹼概念單元中相當新且重要的概念。因學童無法直接看出水溶液酸鹼性質，而國小階段的學童又習慣以能觀察到的特徵來解釋現象。酸鹼指示劑的使用，使學童有更多的經驗及判斷的依據。學童可從自己查的資料與多次實驗證據裡，產生概

念衝突，到最後獲得新的概念建構，達成概念改變。對於新的探究工具使用所造成概念改變機制的重要關鍵有：

1.開啓探究問題的新方法

本研究中，對學童而言，新的探究工具「酸鹼指示劑」以顏色變化判斷水溶液的酸鹼性質，合乎學童以能觀察到的特徵來解釋現象的習慣，所以學童認為簡單易懂，且比以五官來察覺水溶液的酸鹼性質更為合理可信。因此，構成了解決問題的重要索引資源，另一方面也為學童開啓了另一種探究水溶液的酸鹼性質解決問題的新方法。

2.成爲解釋判斷的依據

本研究中，對學童而言，新的探究工具「酸鹼指示劑」以顏色變化判斷水溶液的酸鹼性質，合乎學童以能觀察到的特徵來解釋現象的習慣，所以學童認為以「酸鹼指示劑」顏色的變化判斷簡單易懂，且比以五官來察覺水溶液的酸鹼性質更為合理可信、應用範圍較廣。

3.成爲學習社群之間溝通與建構的基礎。

本研究中，學童在學會利用酸鹼指示劑判斷水溶液酸鹼性質後，便可利用酸鹼指示劑之概念來對水溶液酸鹼性質下操作型定義，並用以引導酸鹼中和反應及應用的概念學習活動。因此新探究工具的使用，也會成爲學童社群之間相互間溝通與意義建構的基礎。

（三）新的概念衝擊並影響原先概念架構，對學童所造成概念改變機制的重要關鍵有：

1.影響學童解決問題時從原有的概念架構選擇不同的概念

如本研究中，對於選擇 11 題將 5 毫升的檸檬原汁和 10 毫升的純水均勻混合後，此溶液的酸鹼性質之推理。學童 S₀₂ 在前測時，利用數學體積之概念類比推理，以數量之多寡加以判斷。因此認為 10 毫升純水較 5 毫升檸檬原汁多所以呈現中性。教學後，因為「酸鹼中和」概念引入將「中性」的「水」認為是由「酸加鹼」所組成。故對本題加水稀釋檸檬原汁的作用，學童的詮釋為：「酸+水=酸+酸+鹼」。然後再利用另一種數學方式推理。以體積加成之概念計算：

5 毫升的酸+10 毫升的水=5 毫升的酸+10 毫升的酸+10 毫升的鹼
=15 毫升的酸+10 毫升的鹼

因為 15 毫升的酸比 10 毫升的鹼多，所以是酸性。

教學前、後 S₀₂ 皆是以數學方式推理選擇 11 題之答案，但因新的概念「酸鹼中和」之引導，因此選擇的解決問題之概念及策略亦有所不同。

2.學童原有的概念架構中概念的消長

由於新概念的衝擊及引導的作用，對於學童原有的概念架構中概念之影響可能是增強或削弱。如學習時常用的類比策略，學童運用自己的策略從原有的概念架構中，選擇相似的概念架構，由已知的概念架構系統推導到想探究的概念架構系統，從而獲得或理解知識的過程以解釋相近的概念。因新概念之引導，因此選

擇的解決問題類比策略之概念架構亦有所不同。

(四) 新的概念與原先概念競爭的結果

如本研究中，S₀₅對於選擇 11 題將 5 毫升的檸檬原汁和 10 毫升的純水均勻混合後，此溶液的酸鹼性質之推理在教學前因學童具有將檸檬原汁沖淡之經驗，如 S₀₅ 學童會認為加水後味道雖變淡，但仍然具有酸味，所以是「酸性」。教學後，因為「酸鹼中和」概念引入，且學童曾做過類似之實驗，並發現許多物質無法以「感官知覺的模式判斷」。所以 S₀₅ 在教學後則改為利用「酸鹼中和作用的模式判斷」。就 S₀₅ 而言，新的「酸鹼中和作用」概念與原先「感官知覺的判斷模式」概念競爭的結果，因新的概念比原先概念能使個人概念達到可解釋更多相關經驗內容且合理可信、範圍較廣而有機會產生概念改變或概念發展。

三、概念改變的類型

將學童接觸到新訊息後對原先所存在的先備概念之影響類型分為四種探討結果如下：

1. 概念獲取型：學習者將新概念同化到他原有的概念架構中使得概念架構中產生「量」的改變。如本研究中，教學前學童對水溶液酸鹼性質的概念只有利用五官察覺水溶液的性質一種。教學後，除以五官察覺水溶液的性質外，新增的概念有水溶液所呈現的酸鹼性質及其特性、利用酸鹼指示劑檢驗物質酸鹼性質、酸鹼中和反應及應用等概念。

2. 概念重組型：學習者可以重組或分化原有的概念，藉以接受新的概念，在概念架構中產生「質」的改變。本研究中，學童剛開始接觸酸鹼中和反應的概念時，先由實驗中接受之「酸鹼中和」定義，之後再將「中性」推理認為是由「酸加鹼」所組成。將酸鹼中和寫成「中性 = 酸性 + 鹼性」。引申推理的範圍將「中性」的「水」認為是由「酸加鹼」所組成，寫成「水 = 酸 + 鹼」。

3. 概念取代型：學習者以新概念取代已存在的概念，本研究中，學童被問到將 5 毫升的檸檬原汁和 10 毫升的純水均勻混合後的酸鹼性質時，學童認為加水後味道雖變淡，但仍具有酸味，利用「五官察覺水溶液的性質之概念」判斷是酸性。教學後，學童引入「酸鹼中和」概念及實驗結果加以判斷，而取代「五官察覺水溶液的性質之概念」。

4. 概念建構型：學童在學習前已具備先備概念，將新的概念與原有概念交互作用，進行有意義的學習。本研究中，學童被問到將 5 毫升的檸檬原汁和 10 毫升的純水均勻混合後的酸鹼性質時，教學前利用「數學體積之概念」以體積數量的大小來判斷混合後之結果，因此認為「中性的水」比「酸性的檸檬原汁」多，所以呈現水的中性。學過「酸鹼中和」概念後將「中性」的「水」認為是由「酸加鹼」所組成。故對加水稀釋檸檬原汁的作用，學童的詮釋為：「酸 + 水 = 酸 + 酸 + 鹼」，認為「兩個酸」比「一個鹼」多，所以呈現酸性。教學前學童利用「數學體積之概念」判斷混合後之結果，教學後加入「酸鹼中和」概念，重新建構新的概念。

四、人本建構取向的教學策略對學生科學理解之影響

(一) 人本建構教學策略在前測、後測、延宕後測成績的結果分析

本研究利用前測、後測、延宕後測對概念內容評量之成績，以相依樣本t考驗進行檢定（如表4），驗證虛無假設，以分析人本建構教學策略教學後之成效。希望了解學生在經由教學後，水溶液的酸鹼相關概念是否有所成長以及是否因為單元活動結束而遺忘消退。

表 4 前測、後測和延宕後測成績之相依樣本 t 檢定摘要表

項目	平均數	標準差	相依樣本 t 檢定	平均數 差異	t 值	自由度	顯著 水準
前測	65.58	15.23	前測-後測	-11.17	-9.33	138	.000**
後測	76.75	16.51	前測-延宕 後測	-9.64	-7.32	138	.000**
延宕 後測	75.22	15.49	後測-延宕 後測	1.53	1.20	138	.233

註：* $p < .05$ ** $p < .01$ (N=139)

有關全體學生之概念學習成效分析，本研究分別針對虛無假設加以驗證，以下就分析結果加以說明：

1. 概念內容評量之成績分析

學童在接受人本建構教學策略教學後，對於水溶液的酸鹼相關概念之學習，在前測、後測結果的比較分析 $t = -9.332$ ，P 值（ 0.00^{**} ）及前測、延宕後測結果的比較分析 $t = -7.323$ ，P 值（ 0.00^{**} ），經由t考驗皆達到統計上的顯著水準（ $p < .01$ ），顯示人本建構教學策略之教學能幫助學童有效學習水溶液的酸鹼相關概念。而在後測、延宕後測結果的比較分析 $t = 1.199$ ，P 值（ $.233$ ），經由t考驗未達到統計上的顯著水準（ $p > .01$ ），顯示人本建構教學策略之教學能幫助學童有效學習水溶液的酸鹼相關概念，並沒有因為單元活動結束而消退或記憶遺忘。

2. 分析比較前測、後測成績的結果以驗證虛無假設一。

假設一：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與後測成績，無顯著差異。如表2所示，全體學童在接受人本建構教學策略教學之前測、後測成績資料顯示，以顯示人本建構教學策略教學對全體學童之影響情形。在前測平均分數為65.58分，而後測分數提升為76.75分。教學前測標準差為15.23，教學後測標準差為16.51。將全體學童前、後測成績，以相依樣本t考驗進行檢定。由前測和後測相依變數差異之平均數為-11.17，t值為-9.33，P值為0.00，達.01之顯著水準，顯示前測及後測的成績是有明顯差異，且後測成績高於前測成績，因此，經驗證後，拒絕虛無假設一。顯示以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與後測成績間有顯著提

升效果。

3.分析比較前測、延宕後測成績的結果以驗證虛無假設二。

假設二：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與延宕後測成績，無顯著差異。

教學後一個月進行延宕性測驗。爲了瞭解單元活動結束後一個月及教學前有關人本建構教學策略教學對全體學生之影響情形，前測和延宕性測驗成績資料如表 2 所示。前測平均分數爲 65.58 分，而教學後之延宕性測驗分數提升爲 75.22 分。教學前測標準差爲 15.23，教學後之延宕後測之標準差爲 15.49。將全體學童前測成績和延宕後測成績，以相依樣本 t 考驗進行檢定。前測和延宕後測成績相依變數差異之平均數爲-9.64，t 值爲-7.33，P 值爲 0.00，達.01 之顯著水準，結果顯示前測及延宕性測驗的成績是有明顯差異，且延宕後測成績高於前測成績。因此，驗證後，拒絕虛無假設二。顯示以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與延宕後測成績間有顯著提升效果。

4.分析比較後測、延宕後測成績的結果以驗證虛無假設三。假設三：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在後測與延宕後測成績，無顯著差異。

爲瞭解人本建構教學策略，在教學活動結束後及教學活動結束一個月後，學生遺忘消退情況及對全體學生之概念學習影響情形，後測和延宕後測成績資料如表 2 所示。後測平均分數爲 76.75 分，而延宕後測分數降低爲 75.22 分。後測標準差爲 16.51，延宕後測標準差爲 15.49。將學生後測和延宕後測之成績，以相依樣本 t 考驗進行檢定。後測和延宕後測成績之相依變數平均數差異爲 1.53，t 值爲 1.20，P 值爲.233，未達.01，結果顯示後測及延宕後測的成績是沒有明顯差異。驗證後，接受虛無假設三。顯示在後測比延宕後測成績高，但無顯著差異，因此推論學生雖有遺忘或消退情況但是未達顯著差異。

綜合上述驗證結果，發現學童在接受人本建構教學策略教學後，對於水溶液的酸鹼相關概念之學習，在前測、後測結果的比較分析及前測、延宕後測結果的比較分析，經由 t 考驗皆達到統計上的顯著水準($p < .01$)，顯示人本建構教學策略之教學能幫助學童有效學習水溶液的酸鹼相關概念。而在後測、延宕後測結果的比較分析，經由 t 考驗未達到統計上的顯著水準($p > .01$)，顯示人本建構教學策略之教學能幫助學童有效學習水溶液的酸鹼相關概念，並沒有因爲單元活動結束而跟著停止及消退遺忘。

(二) 信心評量分析

以相依樣本 t 考驗進行檢定如表 5，顯示學童在接受人本建構教學策略教學後，對於水溶液的酸鹼相關概念學習之信心評量，在前測、後測結果的比較分析及前測、延宕後測結果的比較分析及後測、延宕後測結果的比較分析，經由 t 考驗皆達到統計上的顯著水準($p < .01$)，顯示人本建構教學策略之教學，能幫助學童自我瞭解對水溶液的酸鹼相關概念學習；能夠正確的預測個人的表現，提升水溶

液的酸鹼相關概念學習之信心。

表 5 全部試題信心評量，選擇完全正確人數之相依樣本 t 檢定摘要表

項目	平均數	標準差	相依樣本 t 檢定	平均數差異	t 值	自由度	顯著水準
前測	43.69	18.84	前測-後測	-27.88	-17.30	31	.000 **
後測	71.56	20.50	前測-延宕後測	-21.72	-14.25	31	.000 **
延宕後測	65.41	20.38	後測-延宕後測	6.16	9.12	31	.000 **

註：* $p < .05$ ** $p < .01$ (N=139)

(三) 虛無假設的驗證

本研究擬以相依樣本 t 考驗，針對本研究之虛無假設進行檢定。結果如下：

1. 假設一：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與後測成績，達顯著差異，拒絕假設一。
2. 假設二：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與延宕後測成績達顯著差異，拒絕假設二。
3. 假設三：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在後測與延宕後測成績，無顯著差異，接受假設三。
4. 假設四：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與後測之總體信心指數部分達顯著差異，拒絕假設四。
5. 假設五：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在前測與延宕後測之總體信心指數部分達顯著差異，拒絕假設五。
6. 假設六：以人本建構教學策略在引導國小五年級學童水溶液酸鹼概念之學習上，在後測與延宕後測之總體信心指數部分達顯著差異，拒絕假設六。

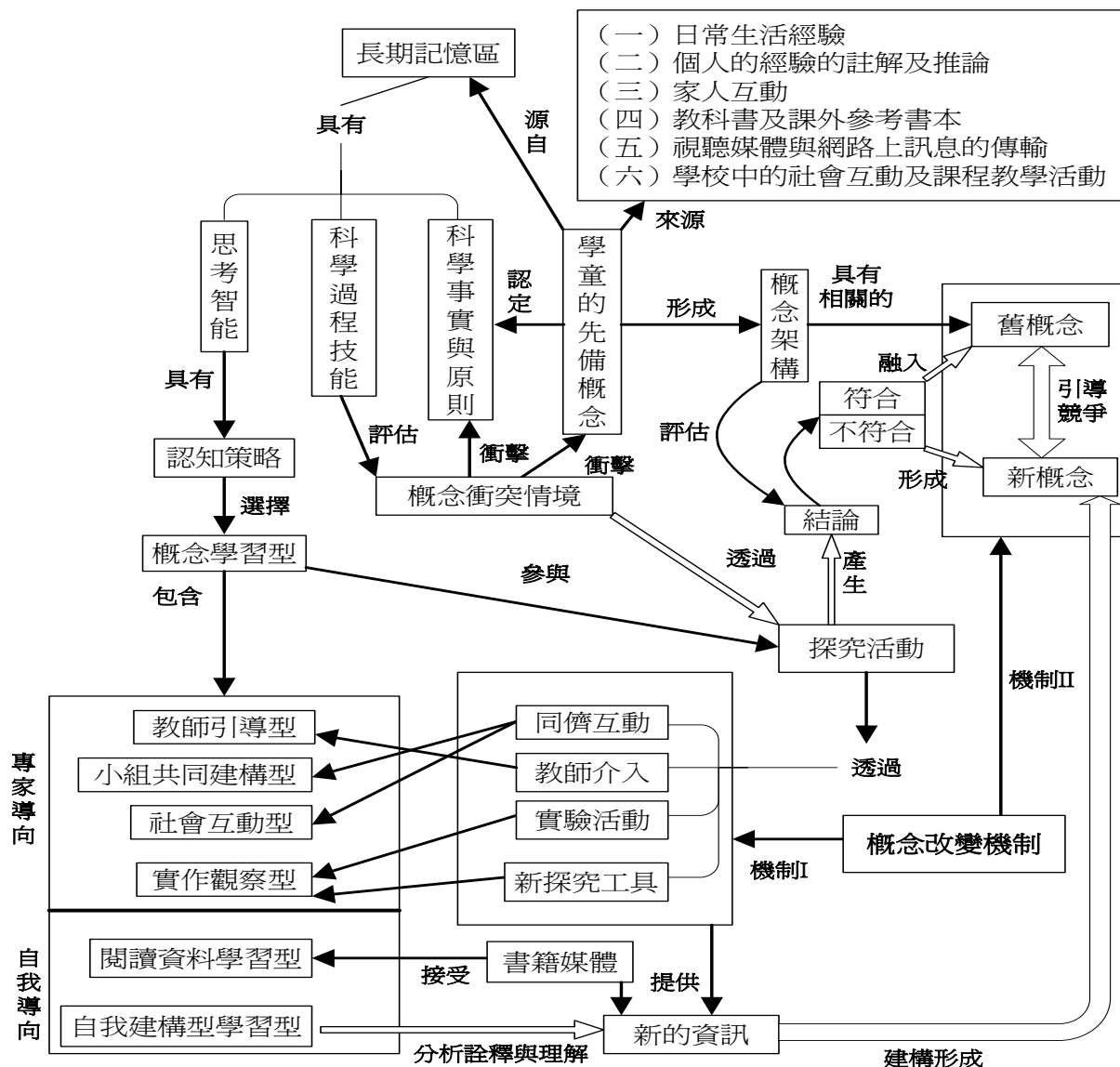
伍、結論

一、以人本建構教學策略探究概念學習

綜合本研究之結果，將人本建構取向教學策略的觀點應用至探究概念的學習，研究者提出，如圖 3 以人本建構教學策略探究概念學習作為本研究之結論。

以人本建構教學策略觀點探究概念學習，學習是一種認知結構不斷在同化、調適、統整和改變，融合新的概念，最後形成更大的概念改變。學習者在學習前所具有的先備概念狀態各有不同，若要在學習後達到具備符合科學社群的概念，學習者在學習的歷程中，其所經歷的概念改變和建構知識的過程、途徑也將會有不同的路徑及機制。人本建構教學策略強調知識是個別性的、動態的、由人類建構，因此對於教學中呈現的概念結構，學生也可能會自己加以修正。概念學習是解釋或是理解的歷程，個體賦予周遭事物、現象賦予意義而加以建構。不僅有賴

於該現象所在情境，更與個人原先認知及建構過程息息相關。教師教學時應讓學童置於衝突情境中，鼓勵學童試圖找到與原有想法一致的部分來做詮釋、預測、解釋，並設計合適的課程教學活動，選擇適當的教學策略，並經由學童一再的驗證、解釋及師生間的相互辯證，而使學童不斷修正原先錯誤的概念，最終之概念改變成為符合科學社群的概念，進而達成概念學習。



註：機制 I 專家導向 機制 II 自我導向

圖 3 以人本建構教學策略探究概念學習

二、以人本建構理念探究科學概念學習及教學策略

綜合本研究結果，將本研究結果應用至探究概念的學習研究者提出，如圖 4 以人本建構理念架構圖，以探究科學概念學習及教學策略之觀點。以人本建構觀點來看科學概念學習的本質而言，人是意義的塑造建構者而非接受者。學童會以

自身的認知架構判斷以決定概念的意義。教育的目標學童是經由學習或教學歷程中與教師或同儕共同經歷概念的衝突的過程並分享意義的建構。而教育的目標可經由教師主動的介入，經由教師選擇適當的策略對學童的先備概念進行探究瞭解，再以學童的先備概念為出發點選擇適當的教學策略如實作評量、同儕合作學習、漸進式動態評量等方式共同完成概念的學習並分享學習的歷程。所以人本建構教學強調有意義的學習要比反覆練習重要，理解勝於覺察。而分享意義可由專業的老師主動介入加以引導，課程應提供學生學習的動機、機會和環境，培養學習者主動積極的學習。另外具體操作經驗、科學名詞及陳述性命題的學習都很重要，這些學習可由傳統講述教學策略達到協助學童概念的目的。Ausubel 認為具體經驗、動手經驗、科學名詞及陳述性命題的學習都很重要，這些學習可由傳統講述教學達到（黃台珠等譯, 2002）。

教師選擇有效的教學法，教學者必須清楚了解學童學習歷程的全貌及注重概念的學習，學童自我建構概念之能力的培養才可落實。教學前探知學生的先備經驗、概念、想法可由相關文獻探討事先預知，並利用概念圖及晤談得知。教師以學生的先備經驗為基礎，進行相關課程設計並提供不同學習類型的學童在建構知識的合適之教學方法。例如，以合作學習的策略使學生善用同儕間類似的生活經驗，包括學習經驗、學習方法、失敗經驗等。學生經由小組合作學習建構的概念會有許多相似性，若能分享、交流將可增進學生學習成果。動態評量則較能符合不同學習類型學童的不同需求，協助學童知識概念建構。至於學童自我建構能力的培養，尤應注重培養學童後設認知的能力。以後設認知策略引導學童回顧概念改變的歷程，可使學習者瞭解本身概念改變是概念不斷的衝突、修正、澄清以及回顧檢核概念的正確性。因此，教學後所建構出的概念，較其教學前之先備概念而言，是精緻的、複雜的並且接近科學社群所認同之概念意義，如此學童才能達到理解和概念改變之目標。

人本建構之教學理念架構圖

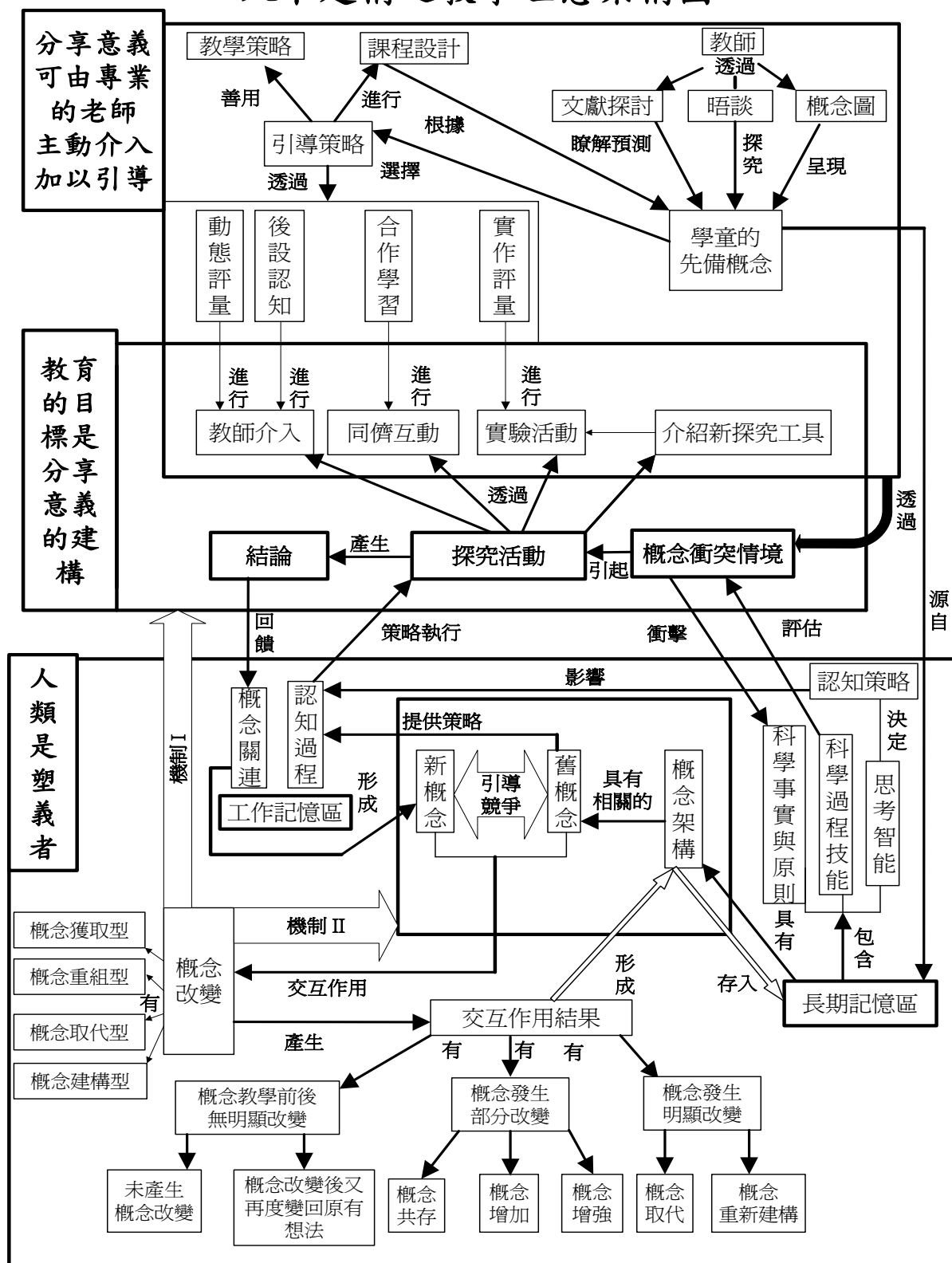


圖 4 以人本建構理念探究科學概念學習及教學策略

參考文獻

- 宋志雄 (1992)：探究國三學生酸與鹼的迷思概念並應用已發展教學診斷工具。
國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。(未出版)
- 余淑君 (2002)：以動態評量探究國小五年級學童酸鹼概念的概念改變機制。
國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。(未出版)
- 李詩閔 (2001)：以微量實驗裝置的教學活動探討學生對酸鹼概念的學習情況。
國立師範大學科學化學研究所碩士論文。(未出版)
- 施朱娟 (1998)：國中酸鹼概念教學之研究，國立台灣師範大學化學研究所碩士
論文。(未出版)
- 姚錦棟(2002)：我國中學生酸鹼鹽迷思概念和心智模式之研究。國立師範大學科
學教育研究所碩士論文。(未出版)
- 耿筱曾 (2000)：國小學童概念學習之研究。國立台北師範學院 (編) 國民教育
階段九年一貫課程自然與科技課程發展研究國際研討會論文集，63-67。台
北：國立台北師範學院。
- Joel J. Mintzes、James H. Wandersee、Joseph D. Novak (1998) / 黃台珠、熊召弟、
王美芬、余曉清、靳知勤、段曉林、熊同鑫譯 (2002)：促進理解之科學教
學—人本建構取向觀點。台北：心理。
- 張敬宜 (1993)：精熟學習理念對師院非數理系學生化學成就之探討—酸、鹼與
鹽。台北師院學報，6，545-584。
- 陳姍姍 (1993)：我國國三學生酸鹼概念之研究。國立台灣師範大學化學研究所
碩士論文。(未出版)
- 黃萬居 (1992)：國小師生對酸鹼概念認知之研究。國科會專題研究成果報告。
黃萬居 (1994)：國小高年級學生的認知階層與酸鹼概念之研究。台北市立師範
學院學報，25，1-35。
- 黃萬居 (1996a)：國小師生對酸鹼概念認知之研究。台北：文景。
- 黃萬居 (1996b)：國小中年級學生對酸鹼概念認知之研究。科學教育研究與發展
季刊，4。
- Cros, D., Maurice, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J., & Fayol, M.(1986).
Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the
notions of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 8 (3) ,
305-313.
- Cros, D., Chastrette, M., & Fayol, M.(1988). Conceptions of second-year university
students of some fundamental notions in chemistry. *International Journal of
Science Education*, 10 (3) , 331-336.
- Nakhleh, Mary B., Krajcik, Joseph S.(1993).A Protocol Analysis of the Influence of
Technology on Students' Actions, Verbal Commentary, and Thought Processes
during the Performance of Acid-Base Titrations. *International Journal of Science*

- Education*, 30 (9) , 1149-1168 .
- Nakhleh, Mary B., Krajcik, Joseph S.(1994).Influence on Levels of Information as Presented by Different Technologies on Students' Understanding of Acid, Base, and pH Concepts. *International Journal of Science Education*, 31 (10) , 1077-1096.
- Novak, J. D.,& Gowin, D. B.(1984).*Learning how to learn*. Cambridge, London:Cambridge University Press.
- Novak, J. D.(1988).Learning science and the science of learning. *Studies in Science Education*, 15, 77-101.
- Novak, J.D. (1993a) A view on the current status of Ausubel's assimilation theory of learning .In J Novak(Ed.),*Proceedings of the third international seminar on misconceptions And educational strategies in science and mathematics* (distributed electronically).Ithaca, New York : Department of Education , Cornell University
- Novak, J.D. (1993b) Human constructivist: A unification of psychological and epistemological Phenomena in meaning making .*International Journal of Personal Construct Psychology*.6.167-193
- Novak, J.D. (1989) The use of metacognitive tools to facilitate meaningful learning .In P.Adey (Ed.), *Adolescent development and school science* (pp.227-239). London: Falmer Press.
- Novak, J.D. (1987) Human constructivist: Toward a unity of psychological and epistemological meaning making. In J Novak. (Ed.). *Proceedings of the second international seminar on misconceptions .And educational strategies in science and mathematics* (Vol.1 pp.349-360). Ithaca, New York: Department of Education, Cornell University
- Novak, J.D. (1985). Metaleaning and metaknowledge strategies to help students leaning how to leaning .In L, West and A. L. Pines (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change*. 189-209. Orlando.FL; Academic Press.
- Novak, J.D. (1977).*A theory of education*. New York: Cornell University.
- Paris, S. G., & Jacobs, J. E. (1984).The benefits of informed instruction for children's reading awareness and comprehension skills. *Child Development*, 55, 2083-2093.
- Ross, H. B. & Munby, H.(1991). Concept mapping and misconception: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Schmidt, Hans-Jurgen.(1991).A Label as a Hidden Persuader: Chemists' Neutralization Concept. *International Journal of Science Education*, 13 (4) , 459-472.

- von Glasersfeld, E. (1989). Constructivism in education. In T. Husen, & N. Postlethwaite. (Eds.). *The international in encyclopedia of education. Supplementary Vol. 1*, (pp.162-163). New York: Pergamon.
- Ye, Renmin, Wells, Raymond, R. (1998). *Student concept changes in acids and bases*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Science Teachers.

A Study of Elementary School 5th Graders' Concepts of Acid and Base in Aqueous Solution by Using the Human Constructivism-based Teaching Approach

Ching-Chi Chen¹ Hsiao-Tseng Keng²

¹ Cheng-Kung Elementary School Taipei County

²Department of Natural Science Education, National Taipei Teachers College

Abstract

Based on the human constructivism theory, the purpose of the study was to investigate the cognition of the concepts of “acids and bases in aqueous solution”, held by the fifth grade elementary students, their misconceptions, the source of the misconceptions and mechanism of conceptual change. Both qualitative and quantitative methods were applied in this study. The qualitative research was based on the purposeful sampling method. There were 139 students participating in activities related to this research and among which, 13 students were clinic interviewed, in order to get their conception.

This study is divided into three parts, they are: The use of paper and pencil test. Interviews with students. A three-tier concept diagnostic.

The results and findings are indicated as follows:

1. Analysis on conceptual change on acids-bases:

- (1) Distinguish between acids and bases in aqueous solution's characteristic: in addition to using acid and bases' indicator to distinguish.
- (2) Building and applying the acid and bases indicator's relevant concept.
- (3) Building and applying the cognition conception of acid-bases' neutralization.

2. Mechanism of conceptual change of conception acids and bases in aqueous solution.

The key factors which influenced students' mechanism of conceptual changes in this study were:

- (1) Construct new concept by individual analysis and interpretation on newly selected data by.
- (2) Conceptual changes due to use of new experiment tools.
- (3) The guidance of new concept against original concept.
- (4) Result of new and original concept competing against each other.

Key words: human constructivist, concepts of acids and bases, mechanism of conceptual change, teaching strategy.