

第五章 結論與建議

本研究旨在探究我國國三學生在酸鹼鹽概念學習後，利用多媒體多重表徵的酸鹼鹽單元教材時，對於學生所存在的迷思概念及其心智模式之類型是否有所改變及影響。研究對象以國三學生為主，以二階段診斷測驗進行前測、後測、延宕測驗的實施，再以半結構性晤談於後測後及延宕測驗後實施，並將組內的前、後、延宕測驗之間進行比較，及將二次晤談內容進行比較。於是在本章將歸納各項研究結果，並就研究過程之待進事項、及教學上實施應用時等方向，來提出建議，以提供未來研究之參考。

第一節 結論

有關本研究所歸納之結論如下：

一、二階段診斷測驗：

(一)、單組內比較：

在前測與後測答對率之間的 t 檢定分析，發現學生的答對率達顯著差異。由此，可以知道無論是實驗 A 組或是實驗 B 組的教材組合，皆能對學生產生顯著性的差異。由表 4-69，由此可以得知，實驗組 A 組的答對情形，後測較前測有增加的題組為題組 A、B、C、D、E、F、G、H、K、L、M、N、O、P，但在題組 I、J(即弱酸液稀釋後的解離情形、及純水在溫度上升時氫離子變化的情形)有下降的趨勢；實驗 B 組的答對情形中，後測較前測有增加的題組為題組 A、B、C、E、F、G、I、L、M、N、P，維持比例的有題組 D、H、J(即弱鹼液稀釋後的解離情形、弱鹼溶液與強酸溶液中和後的現象、及純水在溫度上升時氫離子變化的情形)，而比例下降的有 K、O(即導電度與解離度的相關、及

酸鹼物質在命名上的判斷)。在實驗 A 組中，以各題組相關的概念來分析，由溶液酸鹼的基本概念、解離基本概念、酸鹼中和概念、氣體溶解之酸鹼概念上看來，A 組的同學有著明顯的進步；而實驗 B 組中，在氣體溶解之酸鹼概念、酸鹼中和的部分概念及解離的部份概念等，有著較佳的改變。而兩組在第 J 題組的應答上，即純水在溫度上升時的判斷純水的氫離子變化之題型，均未能有明顯著的改變，在結果中指出顯示同學們在本題上是不甚瞭解的。整體來看，大致上正向的改變是居多的。

在後測與延宕測驗之間，實驗 A 組中延宕測驗與後測成績的比較中發現，在題組 A、B、D、E、G、J、O、P 中有發生「概念迴歸」的現象主要的概念類型為溶液酸鹼性基本概念(A、O)、解離基本概念(B、P)、氣體溶解度之酸鹼概念(E、G)等；在題組 F、H、I、K、M、N 中，正確的概念比例有增加的趨勢。有「概念迴歸」現象的題型包括有硫酸與鹽酸的比較、鹽酸的解離、鹼解離後的稀釋、氣體溶解及酸鹼中和、氣體溶解度及 pH 值、純水在不同溫度下解離、命名之現象模式、鹽類解離及導電情形等。而實驗 B 組中延宕測驗與後測成績的比較中發現，在題組 A、B、F、G、I、L、M、N 中有「概念迴歸」的現象，主要的概念類型為解離基本概念(B、L)、氣體溶解之酸鹼概念(G、M)；在題組 C、E、H、J、K、O、P 中，正確的概念比例有增加的趨勢。有「概念迴歸」現象的題型包括有硫酸與鹽酸的比較、鹽酸的解離、雙質子酸及單質子酸的比較、氣體溶解度及 pH 值、弱酸的解離與再稀釋、弱電解質的解離情形、氣體溶解度改變後酸鹼值的變化、酸鹼後的純水解離等。自後測至延宕測驗之間，兩組學生的概念變化未達顯著水準，表示學生在這段時間中，無論是概念迴歸或概念修正皆未能達顯著水準，亦說明了在教學實施後的一個多月的時間

裡，學生在本研究的概念改變的發生並未達顯著性。

(二)、組間之比較：

在兩組的後測與前測答對率之差值比較上，使用獨立樣本 t 考驗中的變異數同質性之 Levene 檢定後，其結果是未達顯著水準。這表示兩組實驗組的學生們在不同組合的實驗課程設計實施後，於後測與前測的答對率變化之間並未達顯著差異。換句話說，無論是實驗 A 組的教材或是實驗 B 組的教材，其所達到的效果是兩組差異不大的，也就是說，這兩份教材的不同不影響學生學習的結果。

而兩組組間的延宕測驗與後測答對率之比較上，使用獨立樣本 t 考驗中的變異數同質性之檢定後，其結果亦是未達顯著水準，表示兩樣本的離散情形並無明顯差別。這表示兩組實驗組的學生們在不同組合的實驗課程設計實施後的一個半月時間裡，其於延宕測驗與後測的答對率變化之間並未達顯著差異。換句話說，無論是實驗 A 組的教材或是實驗 B 組的教材，其所概念迴歸的現象並未達到顯著差異。

但在表 4-72 中，我們可以看到實驗 A 組及實驗 B 組在不同的教材實施後，在 A 組教材使用的群組概念有溶液酸鹼性基本概念、解離基本概念、酸鹼中和概念等，由後測與前測的比較中可以發現 A 組在溶液酸鹼性基本概念、解離基本概念、酸鹼中和概念等群組中，其答對率進步程度的表現較 B 組來得佳，在延宕測驗與後測的比較中可以發現 A 組的同學產生概念迴歸的現象亦較 B 組明顯，顯示同學產生正確概念維持現象的比例較不高。而在 B 組中所使用的教材有溶液酸鹼性基本概念、酸鹼中和概念、酸鹼強度與氫離子濃度概念及酸鹼中和概念等，由後測與前測的比較中可以發現 B 組僅在弱酸、弱鹼之解離

度變化概念、酸鹼強度與氫離子濃度概念等群組中，其答對率進步程度的表現較 A 組來得佳，在延宕測驗與後測的比較中可以發現 B 組的同學產生概念迴歸的現象亦較 A 組不明顯，顯示同學產生正確概念維持現象的比例較 A 組高。因此，我們可以知道特定的教材取向有助於學生在特定的概念改變學習上有所助益。

二、半結構性晤談題綱表現部份：

在後測及延宕測驗的晤談中可以發現，在不同的題型中，學生在後測訪談與延宕測驗之間的表現相當不一致，在題綱一、五、九、十中，有較多的學生是具有正確的概念的，其餘各題的表現是不一的。在低成就的學生中，於溶液酸鹼性基本概念、弱酸及弱鹼之解離度變化概念、酸鹼中和概念、氣體溶解之酸鹼概念、及酸鹼強度與氫離子濃度概念等相關題型中，具有迷思概念維持或是迷思概念的型態發生改變的情形，其平均答對的題綱數為 3.25 題；而中等成就的學生中，於溶液酸鹼性基本概念、解離基本概念、弱酸及弱鹼之解離度變化概念、酸鹼中和概念、氣體溶解之酸鹼概念、及酸鹼強度與氫離子濃度概念等相關題型中，亦具有迷思概念維持或是迷思概念的型態發生改變的情形，其平均答對的題綱數為 4.5 題；在高等成就的同學中，於弱酸及弱鹼之解離度變化概念、酸鹼中和概念、氣體溶解之酸鹼概念等相關題型中，亦具有迷思概念維持或是迷思概念的型態發生改變的情形，但大部分的題綱是屬於正確概念的回答，其平均答對的題綱數為 8.25 題。綜上所述，中低成就的學生迷思概念的出現及使用較高成就的學生使用得多。

三、迷思概念之心智模式方面：

(一)、溶液酸鹼性基本概念：

先由現象模式來看，學生的迷思概念有 1. 酸鹼都是具有毒性的、2. 酸鹼都是具有腐蝕性的，灼傷能力的、3. 酸鹼都是具有刺激味的；而名稱及符號模式來看時，學生的迷思概念有 1. 物質化學式引導判斷，學生認為含有氫的就是酸，而含有氫氧的就是鹼、2. 酸的氫原子、鹼的氫氧原子在水中都會解離、3. 中文名稱引導判斷，即名稱中有「酸」字的是酸，有「氫氧」字的是鹼；另外亦會將難溶物質的性質錯判為可溶解且具有酸鹼性。

(二)、解離基本概念：

先由電解質的迷思概念中來看，學生的迷思概念有 1. 認為分子所解離出正負離子數目不同，就不是電中性、2. 錯判難溶物質的性質，認為難溶物亦會溶水呈電中性、3. 認為鹽酸的解離後的正負離子數目不同、4. 認為強電解質(鹽酸)並非能完全解離。在解離度與導電度的相關來看，學生的迷思概念有 1. 皆以物質的強度為依據，來判斷導電度的高低、2. 以濃度為判斷依據、3. 物質本性的誤判，誤認為弱電解質為強電解質。

(三)、弱酸、弱鹼稀釋後解離度變化的概念

對於解離度認為會固定者，其迷思概念的類型為 1. 溶質的分子數目固定，所以解離度固定、2. 弱電解質本身是較難解離，所以解離程度固定。對於解離度認為會變化者，其迷思概念的類型為 1. 水量多是代表空間變大，解離度會變大、2. 因為稀釋，所以濃度會變小，而解離度亦變小。

(四)、酸鹼中和概念

對於酸鹼中和的概念，學生的迷思概念類型為 1. 強度引導

判斷中和後的溶液性質、2.名詞涵義引導判導依據，其會認為「中和」是代表「中性」、3.認為原本酸液或鹼液中會有用不完的離子會影響中和的酸鹼性、4.濃度引導判導依據，這是純粹以量的多寡來衡量酸鹼性，以上各項主要可分為強度模式、量的模式、電中性模式及中和名稱模式。

(五)、氣體溶解之酸鹼概念：

對於氣體溶解之酸鹼概念，學生的迷思概念類型為 1.壓力為影響氣體溶解的主要原因，不論溶液的酸鹼性質為何、2.溶劑相同使氣體溶解的量也相同、3.同類互溶的看法，即酸性溶液使酸性物質溶得更多、4.只與體積、濃度或是量有關，與溶質或溶劑的本性無關、5.不論酸性氣體的解離只考慮水與酒精的解離的差異，以上各項主要可分為壓力模式及溶液模式。

(六)、酸鹼強度與氫離子濃度概念：

對於酸鹼強度與氫離子濃度概念，學生在酸鹼強度的迷思概念類型為 1.單以濃度為判斷、2.只以物質本身解離數判斷、3.只以體積來考量、4.以物質的強度來判斷、5.不考慮體積只考慮濃度及解離個數，以上各項主要可分為強度模式及量的模式。在考慮純水在溫度升高時的水解現象時，學生的迷思概念類型為 1. pH 值與溫度無相關、2. pH 值會隨溫度上升而上升(下降而下降)、3.溫度愈高，酸性愈強，pH 值會上升；至在中和反應完成後的水解時，其迷思概念類型為 1.已經將離子用完了，不會產生氫離子、2.中和反應完成後，反應會停止。

第二節 建議

一、本研究之特色：

在概念研究上，以酸鹼鹽為主要的概念主軸，並加入了解離、電解質、氣體溶於溶液後之酸鹼性等概念，而國三學生這些單元中也具有不同類型的迷思概念，在研究中的教材實施上，採取動畫媒體及投影片媒體的使用，讓學生在使用教材後，有了顯著的改變。

在研究工具上，採取 Treagust 的二階段診斷測驗工具編製，不但能瞭解學生的答題情況，更瞭解學生在答題背後所具有的心智模式，以便能瞭解學生的概念改變情形。而半結構性晤談題綱工具，更能深入地瞭解學生使用心智模式的情況，及概念使用、改變、甚至是概念迴歸的情形。

在研究分析上，除了使用統計上的方法，分析同組內的答題變化情況及組間的答題差異性，更採取概念分群的做法，將晤談的口語資料，進行更深一層的分析及解釋。

二、本研究的改進：

本次的研究對象為國三學生，該階段的學生已在國二階段學習過本段單元，因此在國三學生實施本研究教材時，其原本的迷思概念存在的時間，較在國二階段增加了近一年的時間，若能將本研究的教材工具加以修正並使用在國二正學習本階段的學生身上時，或許能更有不同的結果產生。而實施上，樣本數亦有限，兩組共 74 同學，並侷限

在北縣的市區學校，建議若能擴大樣本取樣範圍，才能增加研究結果的推論性。

本研究的設計上，是班為單位經隨機抽取後進行教學，建議可以在前測後按照不同的概念特性進行分組，然後再實施教材教學，會使概念的改變類型更容易觀察、分析及解釋。另外晤談的過程中，常會有場地因素、學生上課的因素需要克服，建議可以在早自習或是午休、寒假、暑假的時間實施，比較不會影響學生的上課，亦使晤談過程不易被干擾。而晤談受限於時間因素，未能深入引出學生心中的深層概念，應再強化晤談技巧，使晤談資料更具有參考價值。

三、教學上、設計教材上之建議：

教學上，教師應重視具有診斷性質的形成性評量，可以每單元的前、中、後進行實施，並在結果分析上掌握時效，並能隨時地修正教學方向，更可利用概念圖進行瞭解中、低成就的學生，在學習過程中所具有的迷思概念類型。在教學的實施中，可以挑戰學生的迷思概念，讓其產生概念衝突，使學生達到概念修正的機會增加。

在教材設計上，教師應重視抽象、複雜的概念學習，是否有其他多重的表徵可以協助教學的進行。本研究是使用動畫媒體及投影片搭配使用，而板書及教具為輔，讓學生在概念學習上產生興趣，增強其學習動機。在教科書中的教師手冊部份，應將學生在該單元中可能具有的迷思概念增列，讓教師在教學設計上，能有更多的時間去設計、去尋找合適的教材，來協助教學的實施。

四、未來研究之方向：

應該建立一個多媒體製作中心，提供教師教學上的需要，以補足多數教師在資訊能力上的缺憾。再考，應該有一個完整的概念學習資料庫，以提供後續研究者及教師在研究及教學上使用，以期在概念學習的研究上及在科學教學的實施中有一完整及便捷的系統，加速研究及教學策略的發展