

以 5E 探究式學習環設計國二浮力單元教材對 概念改變成效之研究

林建隆¹ 徐順益¹ 侯佳典²

¹國立彰化師範大學 物理系

²台中市三光國中

(投稿日期：民國 97 年 10 月 20 日，修訂日期：98 年 06 月 29 日，接受日期：98 年 07 月 26 日)

摘要：本研究旨在以準實驗研究法探討對國二學生實施 5E 探究式學習環教學後，學生對於浮力迷思概念的概念改變成效如何。研究者利用自行發展的開放式二段式迷思概念診斷試題，先對中部某都市型國二已學過、未學過浮力單元的學生，各一班進行預試，找出國中學生的浮力迷思概念；並依據 5E 探究式學習環設計浮力教材，對實驗組實施教學，探討相較於採現行教科書以一般教學的控制組，學生對於浮力迷思概念的改變成效，藉由封閉式二段式概念診斷測驗的前、後測結果來檢視，實驗組的進步情形與控制組是否達顯著性差異；另一方面藉由診斷試題測驗及學習單與晤談等質性資料分析，了解實驗組學生經 5E 學習環教學的學習後，概念改變的情形，並探討造成概念改變的機制為何。

研究結果發現：以 5E 探究式學習環教材進行教學的實驗組，浮力迷思概念的改變情形明顯優於以一般教材進行教學的控制組，兩者診斷試題的進步分數達顯著性差異。而 5E 探究式學習環對克服浮力迷思概念、學習科學概念具有很好的成效；5E 學習環造成實驗組學生浮力概念改變的機制集中在「探索」、「解釋」階段，主要為『解釋』階段，其次是「探索」階段。

關鍵詞：5E 探究式學習環、浮力、迷思概念、概念改變

壹、前言

一、研究背景與動機

透過探究教學除了能幫助學生學習到科

學知識以及技能外，也能使學生經歷科學家探究自然界以形成科學知識的過程，從中理解科學的本質，促進科學態度的正向發展，以進行有意義且主動的學習，並能將所學應用在日後的生活經驗中（Abd-El-Khalick,

Boujaoude, Duschl, Lederman, Mamlok-Naaman, Hofstein, Niaz, Treagust, & Tuan, 2004)。

本研究的浮力單元，在許多研究中表示學生有很多的迷思概念，而有些是很難改變的(Camacho & Cazares, 1998; Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985; Mullet & Montcouquiol, 1988; Rowell & Dawson, 1977; She, 2002; Stepan, Beiswenger & Dyche, 1986; 江新合, 1991; 吳昆勇, 2002; 林俊義, 2002; 林福榮, 2001; 郭重吉, 1990; 莊麗娟, 1996; 陳振威, 1999; 許嘉玲, 1997; 鄭文彥, 2006)。

研究者以為必須運用不同於一般教學的教學策略來進行概念改變的教學，才可能會有更大的成效。張靜儀(2002)即指出探究式教學的「學習環」模式是一種適合用來實施概念改變教學的方法。

二、研究目的與待答問題

本研究的目的是在探討對國二學生實施5E探究式學習環教學後，相較於一般教學，藉由二段式概念診斷測驗的結果來檢視，學生對於浮力迷思概念的改變成效。另一方面藉由質性資料分析，了解實驗組學生經5E探究式學習環教學的學習後，概念改變的情形，並探討造成概念改變的機制。待答問題如下：

(一)經5E探究式學習環教學的實驗組與一般教學法的控制組，兩組學生對浮力迷思概念改變情形是否達顯著差異？

(二)5E探究式學習環教學對實驗組學生浮力概念改變情形為何？

三、名詞釋義

(一) 5E 探究式學習環

在此是指美國生物科學課程研究B S C S(Biological Science Curriculum Study)

在1980年代發展出的含有建構主義特性的探究式教學模式，稱為5E學習環(Bybee & Landes, 1988)，依序分為參與(Engagement)、探索(Exploration)、解釋(Explanation)、精緻化(Elaboration)、評量(Evaluation)等五個階段。5E是以學生為主體，教師為引導者與協助者，透過多種的學習情境，引導學生主動探究及建構知識，並經由學習、實驗、討論、認知衝突等過程，引導學生建立可被認同的科學概念體系。

(二) 迷思概念

學生在進入學習情境時並不是腦袋空空的，他們有許多先入為主的觀念，建立於從小的生活經驗、學校的學習、同儕文化等，用以解釋自然現象，而這些概念有別於專家的科學概念，並且不容易改變，稱之為「迷思概念」。Schroeder(1996)認為這些與正統科學概念不同的先前概念會在新概念學習時形成阻礙，干擾概念改變的進行，成為科學概念學習困難的原因。

(三) 二段式(Two-Tier)診斷測驗

在測驗題目中，每一道測驗題目均包括兩部分：第一個部份是由題幹和幾個答案的選項所組成；第二個部份是由解釋第一部份答案選項所擬出來的數個理由選項，而其中只有一個理由選項是正確的。回答每一道試題時，必須兩個部份皆答對才代表受測者對該題命題概念的了解與認知是正確的，否則代表仍有迷思概念。

貳、研究方法

一、研究情境

(一) 教學情境、教學者

實驗組的教學者即研究者，實驗組的教學情境，均在原班教室，使教室即實驗室，

利用研究者發展的浮力單元 5E 探究式學習環教材進行教學；上課時以小組討論的方式，總共分爲七組，平均每組約 5~6 人。

而控制組的教學者則由資深自然(理化)教師在教室及實驗室採取一般教學法教學(包括預習、講述、問答、自由討論等方式)，輔以課本內容的實驗操作，並由該資深教師自行設計學習單，要求學生回家先預習，以增加對內容的印象及發現自己有問題的或新的概念，於上課時認真聽講、做筆記或回答問題；並在檢討作業或考卷時開放學生自行討論，使增強學習成效及改正錯誤觀念。

實驗組、控制組兩班的教學者均是該班原任的自然科任教師，在教學上的資歷與能力相當(年資均爲九年)，對本單元內容均駕輕就熟。

(二) 研究樣本

本研究採準實驗研究，取中部某市立國民中學的兩個國二班級學生作爲實驗組與控制組，均爲常態分班，計有實驗組 38 位，控制組 38 位，共 76 位學生。

二、研究設計與工具

本研究採準實驗法進行教學，透過二段式迷思概念診斷試題前、後測來檢視兩組學生浮力概念改變的成效；並輔以質性分析了解實驗組概念改變情形及改變機制。本研究工具均經過大學教授與兩位資深理化教師審修(專家效度)，以及預試班級的測試、閱覽(表面效度)修訂而成，說明如下：

(一) 二段式浮力迷思概念診斷試題：

先描繪出浮力概念圖，再根據概念圖列出浮力命題概念，配合浮力單元的課程內容及參考浮力迷思概念文獻整理結果，發展出十一題開放式的二段式浮力迷思診斷試題，將所有命題概念包含在其中(內容效度)；並

透過此試題的預試(共 59 個樣本數)，整理歸納出浮力迷思概念類型，最後以這些迷思概念類型與正確的科學概念作爲選項，發展成封閉式的二段式浮力迷思概念診斷試題(內容效度)。

(二) 浮力教材：

1. 實驗組：參考一般國中浮力單元教科書的內容、浮力命題概念，及開放式診斷試題預試結果整理出的迷思概念類型，以 Bybee 和 Landes (1988) 的 5E 探究式學習環來設計教學活動，共包括五個活動和四個 5E 循環，分別是第一循環的活動一「神奇浮沉子」，由浮沉子的現象引起整個浮力單元的學習動機，及活動二「浮沉之間」，由不同物塊的浮沉探討密度與浮沉之間的關係；第二循環的活動三「喔～原來可以這麼輕鬆」，藉由親身體驗與觀測浮力來了解浮力大小等於物體在液體中減輕的重量；第三循環的活動四「平衡不平衡？」，由實際操作來探究物體的浮沉、受力平衡與不平衡之間的關係；第四循環的活動五「哇麻係阿基米德」，探究物體在液體中所受浮力大小與沒入體積、液體密度的關係，並經由直接的觀測來得到浮力原理的規則。以下就活動三(第二循環)教學過程做簡要說明(教案請見附錄)。

- (1)「參與」：教師示範沉在水底的雞蛋在水溶入食鹽後，竟然可以上浮到水面的過程，要學生試著去回答雞蛋是因爲什麼原因而上浮，連結以前的經驗來解釋，引起好奇與探索的興趣。
- (2)「探索」：讓學生體驗水袋的重量與水袋浸入水中後變輕的感覺。
- (3)「探索」、「解釋」：引導水袋質量不變而本身重量也隨之不變的概念，讓學生討論水袋重量減輕是因爲有向上作用力的關係。

- (4)「探索」：讓學生動手操作，觀測黏土球在空氣中與水中測到重量的差別來推得浮力的大小。
- (5)「解釋」：教師引介浮力名詞，由學生實驗結果定義浮力的大小為物體在空氣中的重量減掉在液體中測到的重量，即為物體在液體中減輕的重量。
- (6)「精緻化」：設計將彈簧秤的情境改成磅秤，判斷浮力大小與方向，考驗學生延伸能力。
- (7)「評量」：設計兩小題，由物體質量、浮力已知反推此時彈簧秤讀數，及由物體重量已知與磅秤讀數為零，推得浮力大小。(兩小題結果正可做為活動四開頭的伏筆)，在此考驗學生對浮力定義的學習成效。
- 2.控制組：資深理化教師依據自然課本(康軒版本)的內容整理編寫而成，以講述法為主體，實驗操作是食譜式實驗，教材上明顯與實驗組不同。如第一小節「浮力」中，教師先透過生活中一些經驗的舉例來引起學生注意，說明物體在液體中重量會減輕的現象，然後就引入浮力名詞與釋義，再藉由一道題目來加強印象。

三、資料蒐集與分析

(一) 量化資料：

統計分析實驗組與控制組二段式浮力迷思概念診斷試題的前測、後測的平均數與標

準差(每題1分，分兩階段作答，皆對才給分，共11題，11分)；進一步算出兩組的進步分數，並以t檢定考驗兩組是否達顯著差異。

(二) 質性資料：

包括實驗組學生的診斷試題、學習單、以及與學生晤談的錄音等，將這些資料進行轉錄，找出每樣資料呈現的意義，以進行歸納與編碼，將各類別的資料做統整，進行比較和分析，編碼範例如表1。

先從量化分析的「診斷試題前、後測答題交叉表」上所整理出的各題答題改變情形，找出有代表性的改變情形較為明顯的學生進行其學習單的撰寫內容分析；並對其實施晤談，將晤談轉錄成文字稿，統整以上資料，形成三角校正，來探討學習環造成學生浮力迷思概念改變的機制，了解學習環造成概念改變的情形，以檢視學生迷思概念的改變過程。而上述具有代表性的學生，是整理各題的前、後測答題交叉分析表後，比對出改變題數最多的六人(11題中改變達7題以上)，分別是學生S07、S08、S10、S12、S23、S36。

(三) 資料的信效度認證如下：

1.量的部份：採已經效化的封閉式二段式浮力迷思概念診斷試題。

2.質的部份以三角校正法：包括

(1)資料來源：學生學習單、學生晤談錄音、浮力迷思概念診斷試題。

表1：資料編碼範例

編碼	意義
970408S01	民國97年4月8日 S01 學生學習單紀錄
970408I01	民國97年4月8日 與學生 S01 晤談錄音的轉錄

- (2)不同的資料編碼及不同理論角度進行對結論的詮釋。
- 3.以收集的文獻理論來支持本研究的結果，以及進行觀點間的辯證。

參、研究結果與討論

一、實驗組與控制組學生對浮力迷思概念改變情形是否達顯著差異？

實驗組與控制組浮力迷思概念診斷試題的前、後測各題答題情形，如表 2。可發現前測與後測，實驗組在每一題的答對人數及比例上，比起控制組來說，都進步得多。

再者，實驗組學生前測平均得分為 1.61 分，後測平均得分為 4.74 分；控制組前測平均得分為 1.42 分，後測平均得分為 2.26 分，如表 3 所示。

可得實驗組平均進步分數為 3.13 分，控制組平均進步分數為 0.84 分，顯示出兩組經教學後概念改變均有進步，且實驗組進步得比控制組多；而兩組進步分數檢定結果 t 值為 4.264，達顯著差異的水準 (***) $p < 0.001$ ，如表 4。顯示出以 5E 探究式學習環教材進行教學的實驗組，其浮力迷思概念的改變情形明顯優於以一般教材進行教學的控制組。

表 2：實驗組與控制組迷思概念診斷試題的前、後測各題答題情形

題號	實驗組(38 人)					控制組(38 人)				
	前測答對		後測答對		進步%	前測答對		後測答對		進步%
	人數	%	人數	%		人數	%	人數	%	
1	6	15.8%	17	44.7%	29%	6	15.8%	7	18.4%	3%
2	8	21.1%	16	42.1%	21%	4	10.5%	11	28.9%	18%
3	19	50.0%	26	68.4%	18%	18	47.4%	14	36.8%	-11%
4	1	2.6%	10	26.3%	24%	1	2.6%	8	21.1%	18%
5	8	21.1%	9	23.7%	3%	4	10.5%	4	10.5%	0%
6	10	26.3%	25	65.8%	40%	11	28.9%	16	42.1%	13%
7	0	0.0%	12	31.6%	32%	1	2.6%	3	7.9%	5%
8	3	7.9%	22	57.9%	50%	2	5.3%	5	13.2%	8%
9	5	13.2%	23	60.5%	47%	6	15.8%	8	21.1%	5%
10	1	2.6%	11	28.9%	26%	1	2.6%	8	21.1%	18%
11	0	0.0%	6	15.8%	16%	0	0.0%	2	5.3%	5%

註：進步的百分比四捨五入後取到個位數整數。

表 3：實驗組與控制組迷思概念診斷試題的前、後測之平均數與標準差

	實驗組 (38 人)		控制組 (38 人)	
	平均數	標準差	平均數	標準差
前測	1.61	1.220	1.42	1.154
後測	4.74	3.168	2.26	2.189

表 4：實驗組與控制組迷思概念診斷試題前後測進步分數的 t 檢定

	平均進步分數	標準差	t 值
實驗組	3.13	2.601	4.264***
控制組	0.84	2.047	

註：* $p < 0.05$ ， ** $p < 0.01$ ， *** $p < 0.001$

二、5E 探究式學習環教學對實驗組學生浮力概念改變情形為何？

經由統計診斷試題前、後測結果，分析實驗組在五大類的浮力迷思概念類型答題情形如下表 5，可知實驗組由迷思概念改變成正確科學概念的次數，在每一迷思概念類型上，都比由科學概念改變成迷思概念的次數要來得多。在概念改變總數的 138 人次中，由迷思概念改變成正確科學概念共有 123 人次，佔 89.1%；由科學概念改變成迷思概念共有 15 人次，佔 10.9%；前者的改變比例遠比後者大。由結果可知，5E 探究式學習環對克服浮力迷思概念、學習科學概念具有很好的成效；雖仍會造成迷思概念，但比例卻是很小，顯見 5E 探究式學習環是適合做為概念改變的教學策略。

而對於本研究對象為中部某都市型國中的某班二年級學生，採用探究式 5E 學習環教學策略設計的教材，以具有代表性的六個樣本的質性資料分析結果發現，在這六人所

發生的概念改變情形中，學習環教材四個循環所含的五個活動都能發揮設計的功能，使學習者達成有效的概念學習，其活動對診斷試題每一題的概念改變情形如表 6 所示。

藉由各循環造成的各試題答題改變情形，分析造成概念改變的主要機制，分別為第一循環（試題 6、11）的『探索』階段，第二循環（試題 1、3）的『探索』、『解釋』階段，第三循環（試題 5、6、8、11）的『解釋』階段，第四循環（試題 1、2、4、7、9、10）的『解釋』階段。可發現造成概念改變的 5E 學習環機制集中在「探索」與「解釋」兩個階段。

可得造成概念改變的主要機制為『解釋』階段，經分析可知，這是因為在這階段學生必須將自己探索階段所得到的結果提出來，接受同儕或老師的提問，以原有的概念或探索歸納得到的概念做辯護與澄清的工作；而往往在這過程中學生就會發現其概念無法適當的解釋自己發現或教師、同儕所提出的問題，因此產生了「概念衝突」；一旦發現新的

表 5：浮力五大類迷思概念答題改變情形

迷思概念類型 \ 概念改變類型	前測有該項迷思概念，後測改為正確科學概念(人次)	前測為科學概念，後測改為該項迷思概念(人次)	概念發生改變的總和(人次)
一、是否受浮力	4	2	6
二、重量、浮力與浮沉關係	22	8	30
三、密度、浮力與浮沉	28	1	29
四、浮沉狀況與浮力	31	1	32
五、阿基米德原理與浮力	38	3	41
小計	123	15	138
佔所有概念發生改變人次的比例 (%)	89.1%	10.9%	100%

表 6：5E 教材活動造成浮力概念改變的診斷試題題號

5E 學習環	第一循環	第二循環	第三循環	第四循環
活動	一、二	三	四	五
該活動造成概念改變的診斷試題題號	6、11	1、3	5、6、8、11	1、2、4、7、9、10

概念可以更完整解釋實驗結果，就可能接受並且修正自我的觀念，並且可以學習到新的定義、解釋和字彙。所以對於造成概念改變，才能有如此明顯的成效。

而「探索」階段其重要性也不可忽視，因為比例不比解釋階段低多少，由分析可發現是因為這階段是學生以自我為主體，以自我的能力探索、思考、解決問題，從中獲得解決問題的概念；同時，對於問題的解決，也真正去檢視自己原有的概念到底是什麼，除了對於下一個解釋階段有鋪路的效果外，因為透過自己的動手操作與動腦思考，對於學習新的概念有一定的效果。

由晤談發現，若探索未造成概念改變，常在下一個的解釋階段就會發生，故「探索」、「解釋」造成概念改變的情形才會比其

他階段明顯；也有少數的概念改變是發生在參與 (S08)、評量階段 (S07、S12)。再者，晤談結果也發現要學生讓迷思概念改變成正確的科學概念，常不只由一個學習機制造成，這足以證明要改變一個迷思概念，往往必須歷經不同階段的學習，可知 5E 探究式學習環提供了適合造成概念改變的情境。

綜合分析結果，可見本研究的 5E 探究式學習環對於浮力的迷思概念改變確實是有效的，且提供了適合概念改變的情境，而其中造成迷思概念改變的主要機制為「解釋」階段，其次是「探索」階段。

以第一題為例，分析情形如下：

(一) 題目：

將同體積的鐵球 (不可壓縮) 分別懸掛在相同彈簧秤下，秤得兩鐵球重量相同；然

後分別放入甲杯的水中、乙杯的海水中，試問此時哪杯的彈簧秤讀數較大？

答案：()

- 1.甲 2.乙 3.相等。

理由：()

- A.海水裡面有鹽，密度比水大，加在鐵球上的重量較重。
 B.水與海水都是液體，而物體在液體中所受浮力大小皆相等。
 C.物體完全沒入到液體中，則未受浮力作用。
 D.若物體沒入液體中的體積相等，則所受浮力大小與液體密度成正比。
 E.物體沒入液體中的體積相等，則所受浮力大小相等。

(二) 答題情形：

此題因為沒入液體中的體積不變，而海水的密度又大於水，根據浮力公式，所以在乙杯海水中鐵球所受浮力比在甲杯水中大，而鐵球重量固定，故甲杯彈簧秤讀數（即視重）大於乙杯。此題正確答案、理由為 1D，學生前測答題情形如下：

- 1.答 2A 者有 2 人（S07、S36）。表示原本具有“以為液體密度越大，會加在物體上，反而增加物體重量”的迷思概念。
 2.答 2D 者有 1 人（S12）。表示原本具有“以為彈簧秤讀數即為浮力大小”的迷思概念。

(三) 質性資料分析：

對 S07、S36、S12 三位學生進行晤談，加上其學習單撰寫內容的分析，從中歸納出造成學生概念改變的 5 E 學習環機制。可發現，答 2A 的 S07、S36 兩位學生的概念改變是透過教材第四循環的活動五，學習浮力原理，符合活動五設計理念；答 2D 的 S12 則是因為在第二循環中活動三使用彈簧秤的實驗操作過程中，獲得概念改變。經分析，在後測答題改變成正確的三人中，S07 改變來自於教材中活動五步驟 4 的「探索」、5 的「探

索、解釋」、15 的「探索、解釋」及統整 7 的「解釋」階段；S36 改變是來自於教材中活動五步驟 13 的「探索」、統整 7 的「解釋」階段；S12 改變來自於教材中活動三步驟 4 的「探索」、5 的「探索、解釋」及統整 3、4 的「解釋」階段。綜合本題造成改變的機制主要為第二循環的「探索」、「解釋」，以及第四循環的「探索」、「解釋」階段。

以下即為學生晤談內容的擷取，加上學習單相關的佐證、分析，以學生 S07 為例整理如下：（晤談內容部份，T 代表教師，S 代表學生；【】內表示該步驟的 5E 階段，若學習單內容與晤談內容重複，則不再註明）

1.晤談（970505I07）

T：像這樣，你自己覺得是我們浮力上課活動中的哪一個部分讓你有了這樣的改變？

S07：（翻閱）…這一個，活動五”阿基米德”這邊。

T：喔，那主要是哪一個步驟對你幫助最大？

S07：…測量完全沒入水中所受的浮力大小。（指步驟 4、5）【探索】【探索、解釋】

T：你覺得這裡？為什麼？

S07：嗯，因為小球有分別沒入水中與食鹽水中。……就是…因為沒入的體積都一樣，就看液體的密度，液體密度越大，物體所受浮力就會越大，所以測起來會比較輕。

（指統整 7 的(3)）【解釋】

2.學習單：

活動五步驟 5（970327S07）

因為食鹽水密度大於水的密度，所以食鹽水浮力大於水浮力。

活動五步驟 15（970328S07）

物體所受浮力大小＝等於排開液體重量＝排開液體體積×D 液。【探索、解釋】

肆、結論與建議

一、結論

(一) 實驗組與控制組學生對浮力迷思概念改變情形是否達顯著差異？

經診斷試題前測、後測的答題批閱，實驗組在每一題的答對人數及比例上，比起控制組來說，都進步得多。利用後測成績減去前測成績所得的進步分數進行 t 檢定，達顯著差異的水準 (** $p < 0.001$)，顯示出以 5 E 探究式學習環教材進行教學的實驗組，其浮力迷思概念的改變情形明顯優於以一般教材進行教學的控制組。以上探究式學習環教學對概念學習較有成效的結果與莊崑泉 (1995)、陳智忠 (2007) 的研究結果一致。

(二) 5E 探究式學習環教學對實驗組學生浮力概念改變情形為何？

分析診斷試題前、後測結果，由迷思概念改變成正確科學概念的比例遠比由科學概念改變成迷思概念大。可知，5E 探究式學習環是適合做為概念改變的教學策略。

而學習環造成概念改變的機制集中在「探索」與「解釋」兩個階段，主要為『解釋』階段；其次的「探索」階段比例不比解釋階段低多少。如此的結果顯現出「探索」、「解釋」兩階段對於幫助概念學習的重要性，正如黃松源和王美芬 (2001) 所提在進行學習環的循環模式中，如果有需要，可再次進行探索、解釋等過程，來幫助學生進行學習，顯示此兩階段的必要性是一致的。

二、建議

(一) 本研究結果，探究式學習環設計的浮

力教材進行教學，對浮力迷思概念的改變是有效的，建議教師進行浮力理化教材的設計時，可參考本研究教材設計理念。

(二) 本研究結果，5E 學習環的「解釋」階段為造成概念改變主要的機制，而這除了有教師的提問與解說外，還有是因為經過小組內的討論結果，故建議教師在設計教材及進行教學活動時，可多利用小組討論的合作模式。

(三) 本研究主旨在探討學習環教材對浮力迷思概念改變成科學概念的情形，建議未來的研究可以對於經過教學後仍然為迷思概念，或甚至原本正確而後來改成錯誤的概念改變情形進行研究，探討學習環造成迷思概念的情形。

(四) 讀者與教師往後在規劃教學課程時，可以考慮將密度單元與浮力單元直接做融合，再合併力與平衡的概念，做一個跨單元的課程統整的活動設計，如本研究設計的浮力單元學習環教材，可以讓學生學得能應用於生活中的統整能力。

參考文獻

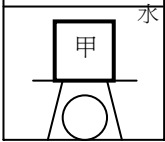
1. 江新合 (1991)。我國學生自然科學概念發展與診斷教學之研究 (一) 中學生浮力相關概念發展及其相關迷思概念的分析研究。國科會專題研究計畫成果報告 (NSC79-0111-S-017-07-D)。臺北：行政院國家科學委員會。
2. 吳昆勇 (2002)。阿基米得原理與引導式發現教學法對學生學習浮力概念的影響。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
3. 林俊義 (2002)。國二學生浮力迷思概念之研究。國立彰化師範大學物理系物理教學碩士班碩士論文，未出版，彰化縣。

4. 林福榮 (2001)。高雄市國二學生浮力的另有概念研究。國立高雄師範大學科學教育教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。
5. 張靜儀 (2002)。科學迷思概念的研究與概念改變教學。屏師科學教育，49-56。
6. 莊崑泉 (1995)。國中生物運輸單元試行學習環教學之研究。科學教育，6(2)，27-50。
7. 莊麗娟 (1996)。國小六年級浮力概念動態評量的效益分析。國立高雄師範大學教育學系碩士論文，未出版，高雄市。
8. 許嘉玲 (1997)。浮力學習之概念改變。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
9. 郭重吉 (1990)。利用晤談方式探查國中學生對重要物理概念的另有架構之研究 (II)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
10. 陳振威 (1999)。學生概念生態成因數之研究—以密度/浮沉概念為例。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮縣。
11. 陳智忠 (2007)。5 E 探究教學對八年級學生反應速率單元概念改變與學習動機之研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士班碩士論文，未出版，彰化縣。
12. 黃松源、王美芬 (2001)。國小自然科建構取向教學之行動研究。科學教育研究與發展 2001 專刊，57-82。
13. 鄭文彥 (2006)。以類比橋融入浮力單元對國中學生迷思概念改變之研究。國立彰化師範大學物理研究所碩士論文，未出版，彰化縣。
14. Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88, 397-419.
2. Bybee, R. F., & Landes, N.M. (1988). The biological science curriculum study (BSCS). *Science and Children*, 25(8), 36-37.
3. Camacho, F. F., & Cazares, L. G. (1998). Partial possible models: An approach to interpret students' physical representation". *Science Education*, 82(1), 15-29.
4. Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press.
5. Mullet, E., & Montcouquiol, A. (1988). Archimedes' effect, information integration and individual differences. *International Journal of Science Education*, 10, 285-301.
6. Rowell, J. A., & Dawson, C. J. (1977). Teaching about floating and sinking: an attempt to link cognitive psychology with classroom practice. *Science Education*, 61, 243-251.
7. Schroeder AP, Sihm I, Thygesen K, Pedersen EB, Lederballe O (1996). Am J Hypertens. *Influence of humoral and neurohormonal factors on cardiovascular hypertrophy in untreated essential hypertensives*, 9, 207- 215.
8. She (2002). Concepts of a Higher Hierarchical Level Require More Dual Situated Learning Events for Conceptual change: A Study of Air Pressure and Buoyancy. *International Journal of Science Education*, 24 (9), 981-996.
9. Stepan, J. I., Beiswenger, R.E., & Dyche, S. (1986). Misconceptions Die Hard. *Science Teacher*, 53(6), 65-69.

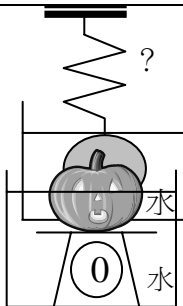
附錄

5 E 探究式學習環浮力單元活動三教學流程

教學流程及活動設計					
教學設計	學習階段	教學流程(教師)	活動流程(學生)	教學資源	時間
活動三喔～原來可以這麼輕鬆	參與	1.【示範實驗：雞蛋沉入水中，加入食鹽溶解後，雞蛋浮起】同學們～注意老師表演的魔術喔！一顆原本沉在燒杯底部的雞蛋，在老師巧手添加食鹽後，仔細看著...出現了什麼現象啊？怪怪...怎麼會這樣呢？嘿嘿...你想破解老師的魔術嗎？好好參與活動三與接下來的活動四、五，睜大眼睛、激盪你的大腦，去尋找破解的密碼吧！	聽講、觀察並思考，聯結生活經驗及以前學過的力學概念，提出可能的原因，並舉手回答，對原因感到懷疑而具有好奇心，想往下探索。	生雞蛋、水、燒杯、食鹽、玻棒	7分鐘
	探索	2.現在各組請拿起桌上的塑膠袋，裝入約八分滿的水，每個人使用一指神功把裝了水的塑膠袋提起來，去感覺一下它的重量①，然後把塑膠袋沒入水桶的水中(別讓塑膠袋內的水漏出，也不使塑膠袋碰到底部)，再感覺一下此時的重量②。比較①、②這兩種情況下，手提塑膠袋的感覺，何者感覺較重？或是一樣重？ ⇒	體驗塑膠袋裝水在空氣中與沒入水中的重量差別，並回答。	塑膠袋、水、學習單	5分鐘
	探索	3.承上，奇怪.....整個水袋本身實際的質量、重量有改變嗎？請想想看那為何有這樣的結果？	檢視原有對重量概念的了解，試著解釋水袋所感受到重量變輕的原因。	學習單、小白板、黑板	5分鐘
	解釋	<小組討論，整合結論並發表出來。讓學生藉由藉由自我思考與小組討論引起概念衝突。在此教師要引導讓學生澄清重量守恆的概念>			
探索	4.讓我們做個科學家，把上述情形用實驗把實際數據測出來，看看結果吧！讓我們仿照上面的情形，把小球掛在彈簧秤上面，測量小球在空氣中的重量(如圖)，記錄在下表中。【教師引導各組裝置好如學習單頁4的實驗器材】	為解決上述問題，動手操作實際觀察、測量小球在空氣中的重量，並記錄之。	鐵架、彈簧秤、油性黏土球、燒杯、水、學習單	3分鐘	

探索	<p>5.承上，接著讓小球全部浸入水中，再看看此時彈簧秤上的讀數，記錄小球在水中時的重量。並算出小球在水中改變的重量有多少。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第_____組 觀測紀錄：</p> <p>在 空 氣 中 測 到 的 重 量 為 gw，方向向_____。</p> <p>在 水 中 測 到 的 重 量 為 gw，方向向_____。</p> <p>在水中改變的重量是_____gw，方向向_____。</p> <p><由數據可知在水中測到的重量是_____的> (填增加、不變或減少)</p> </div>	<p>延續上面的動作，觀測小球沒入水中時的重量，並記錄之。由數據結果找出水袋測到重量變輕是因為受到水向上的作用力，並全班回答。</p>		7分鐘
解釋	<p><教師引導全班學生由結果回答出在水中測量的重量減輕的事實></p> <p>📖統整篇來囉！！</p> <p>◎統整 3：物體放入液體中時，物體會受到兩力作用，除了向下的重力外，液體也會給物體一個方向向_____的力，讓我們感覺物體變輕了，我們把這個力叫做_____，用英文字母_____代表之。</p> <p>◎統整 4：物體在液體中所受浮力大小為「物體在_____中的重量」減掉「物體在_____中的重量」，即物體在液體中所減輕的重量。</p>	<p>聽老師介紹「浮力」名詞，並對浮力概念下定義。</p>		5分鐘
精緻化	<p>6.問題來囉！將某物甲置於磅秤上，稱得重量為 500 公克重，將甲物與磅秤移入水槽中(如右圖)，結果讀數變為 300 公克重，則甲物所受浮力大小與方向為何？(磅秤被釘牢在箱底，不會浮起來) (A)300gw 向上 (B)200gw 向下 (C)200gw 向上 (D)資料不足，無從得知。_____</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">  </div> <p><在此同組同學可在作答後互相討論></p>	<p>自我思考、作答，再與同組討論答案；最後聽老師講解，檢視自己對「浮力」概念的了解程度；讓概念完整。</p>	黑板、學習單	5分鐘
評量	<p>7.觀念即時測！ 成果大驗收～</p> <p>(1)將一質量 1000g 的金屬球，掛於一彈簧秤下端，並使金屬球完全沒入水中，如右圖，已知金屬球所受浮力大小為 200gw，則彈簧秤讀數應為多少？_____</p>	<p>自我思考、作答，然後交換批改；最後聽老師講解。<在此應可自己解決生</p>		8分鐘

	<p>(2)小美將一塑膠玩具丟入水中，結果玩具浮在水面上，已知玩具在空氣中的重量為 250 公克重，此時以磅秤稱其重量，讀數恰為零，如右圖，則玩具所受浮力大小為 (A)250gw (B)0gw (C)資料不足，無從得知。 _____ <在此同組同學不可互相討論></p>	<p>活中的問題></p>		
--	---	------------------	--	--



Research on Effects of 5E Inquiry Learning Cycle on the Conceptual Changes in Buoyancy for the Eighth Graders

Jang-Long Lin¹ Shun-Yi Hsu¹ Chia-Tien Hou²

¹ National Changhua University of Education

² Taichang Municipal San Guang Junior High School

Abstract

By using quasi-experiment design, the purpose of the research is to investigate the transforming on the buoyant misconceptions after teaching by using the 5E inquiry learning cycle for the eighth graders. The researcher developed the open style and two-tier buoyant misconceptions diagnostic test to find the buoyant misconceptions of students in the junior high school. For the test in advance, the researcher chose two eighth grader's classes in an urban junior high school in central Taiwan, one class has learned about buoyancy, and the other has not. The researcher designed the materials about buoyancy according to the 5E inquiry learning cycle. The experimental group was taught with these materials and the control group was taught with general context books. Then, the study discussed the transforming on the buoyant misconceptions between the experimental group students and the control group students. The data was collected from the students' pre- test and post-test of the close style and two-tier buoyant misconceptions diagnostic test. And the data was used to check if there were significant differences in progress between the experimental group and the control group. The study also analyzed the conceptual changes of the experimental group students after being taught with the 5E inquiry learning cycle through the qualitative data, which includes students' misconceptions diagnostic tests, worksheets, and interview recording, and discussed the change mechanism.

The result of the research indicated that the experimental group which was taught with the 5E inquiry learning cycle was significantly better on conceptual changes than the control group which was taught with general context books ($***p < 0.001$). Besides, it is helpful and effective for students to overcome the misconceptions and learn the scientific concepts in buoyancy through the 5E inquiry learning cycle. The conceptual change mechanism of the students are mainly focused on the explanation stage and secondly the exploration stage.

Key words: 5E inquiry learning cycle, Buoyancy, Misconception, Conceptual change.