

從建構主義哲學觀進行國中理化教材教法 之開發研究—「浮力單元」

許健將

國立中興大學教育學程中心

副教授

摘要

本研究乃是以建構主義哲學觀為基礎，針對國中理化教材中的浮力單元進行教學模組設計之研究。研究之內涵包括浮力單元讀本之編寫，教學實驗與教學評量三部份。研究結果顯示，透過建構式教學模組之設計有助於學習者對於浮力單元學習之概念改變。



關鍵字：建構主義、浮力、國中理化

壹、研究動機

科學教材之內容、學習者的學習模式與教學者的教學策略三者，在整個科學學習的過程中本是相互交織影響的；此外，該三者又必然受到社會力量(social forces)的牽引而須進行適當的調整(Fensham, Gunston&White, 1994)；在各種社會力量中，「教育哲學」的影響力是不容小覷。

對科學教育領域而言，自 1980 年以降，無疑地，建構主義(constructivism)教育哲學已儼然成爲一主流思維—儘管其真正之內涵並未如這個名詞本身如此般的新穎動人(Hawinks, 1994)。但不可諱言地，建構主義哲學之理念已深深的影響著科學課程的設計、科學教材的編寫、科學教學策略與學習模式的調整。

由於九年一貫教材即將在九十學年度開始施行，也正躬逢國內、外建構主義哲學理念風起雲湧之際；因此，本系列之研究，擬從建構主義之觀點進行國中理化教材教法之模組開發與設計。根據文獻相關浮力、酸鹼、氧化還原與反應熱等概念是國中生在理化科學習上普遍被認爲是較爲困難的幾項教材單元；因此，本系列研究將針對上述各項教材單元，逐年完成該各單元之教材教法模組之開發與設計，並提供國內有心進行以建構主義哲學觀點進行教學之研究者與教學者佐參。

貳、研究目的與重要性

本研究之主要目的乃是從建構主義哲學觀點出發，針對現行國中理化科有關浮力單元之教材教法進行教學模組之開發與設計，並希望能夠達到以下之目的：

- 一、建立一套可資參考之建構主義哲學式教材教法模組設計之流程與模式。
- 二、提供國中理化教師在教學上的應用。
- 三、提供教材設計者或出版商在編寫國中理化教材時之參考。

隨著教材市場自由化與多元化腳步的來臨，可以預見在不久的將來市場上必定將出現各教材供教師選擇採用，因此，如何配合開發合適的教材教法模組供教師使用就益形顯得重要了；尤其當建構主義哲學足稱當前科學教育的主流思維之際，目前正從事國中理化教學之教師們是否具有足夠之教學內容知識(pedagogical context knowledge)來面對建構主義的哲學思維並增進其教學效能的確是頗值得關注的議題；因此，在此時此刻進行此一研究實有其重要性與必要性。

參、相關文獻探討

對一項理論而言，無疑地，建構主義在近二十年來對於科學教育領域所泛起的漣漪是既深且廣的，因此在本節中，擬先就建構主義哲學的學習觀與其在科學教學的實務中所衍生之相關議題做文獻之回顧，以作為本研究設計之理論基礎；此外，也將回顧相關科學教材內涵分析之文獻，作為開發與設計本教材教法模組之相關重要佐參；另外，亦針對有限的有關建構主義哲學在科學教材教法中具體實踐的研究進行文獻回顧：

一、有關建構主義在教學上所衍生之議題：

建構主義者(constructivist)對於學習者其知識建構過程所採取的主張是：知識的建立是來自於學習者本身的先備知識(prior knowledge)並與學習情境互動所激盪的結果(Matthews, 1994; Yager, 1991; 郭重吉, 1988)。Shymansky 等人曾對建構主義下了這樣的註解：

建構主義者承認在皮亞傑(Piaget)理論中有關同化(assimilation)、調適(accommodation)和失衡(disequilibrium)在學習上的意義；但是，更強調在特殊情境(context-specific)下先備知識對於學習的影響，認為這些先備知識對於新的經驗或觀念扮演著過濾或催化的功能，而在學習的過程中，這些先備知識本身也不斷地進行修正(1993, 740)。

當教師採行所謂建構主義者式的教學理念時，其實是意謂著教師了解學生是如何學並採取了最適當的教學步驟，其中自然涵蓋了為因應各種不同的教學情境所採用的教學策略、教學方法以及評量方式(Airasian and Walsh, 1997)。然而，儘管多數教師均能認同建構主義者式的教學理念，但事實上，在實際的課堂教學中，教師在應用上仍然迭有疑慮，例如，相當多的研究均針對學習者所持有的各種迷思概念或另有概念(alternative conceptions)進行探討並得到結論(黃寶鈿, 1987; 許健將, 1991; 林振霖, 1993; Sanger & Greenbow, 1997)，但誠如 White(1994)指出這些研究結論對於他們在教學過程中幫助似乎不大，因為，事實上教師們還是無法從研究報告中的結論找到具體而可資利用的教學方法與步驟來進行各種相關的概念教學，基於此因素更加強了研究者進行本研究之動機與興趣。

此外，其它有關建構主義在教學上所產生的相關議題還包括：

(一) 大部份的研究常將發現學生的概念與重建學生的概念視

爲是分開的兩個步驟，但 Harlen(1996)主張這應該是連續的學習過程才對。

(二) 如果依據建構主義者式的主張，在教學過程必須考慮個別學生的先備知識的話，那面對大班式的教學該如何進行呢？(Kcogh&Naylor, 1997)。

(三) 在相關的文獻中也很少有清楚的指出途徑來教導學生如何形成更正確的科學概念(Osbone,1996)。

誠如 White(1994)所言，當我們愈以爲我們瞭解學生是如何學習以及採用何種教學法最適當的時候，我們就愈易誤以爲所有的學生都是以相同的方式在學習的，更甚至以爲只有某一種教學法才是正確的；因此，在探討建構主義理論在教學上的應用時，我們必須格外謹慎才是。

二、相關優質科學教材的內涵與判準

(一)、高品質教材的判準

Moyer 和 Mayer(1985)曾經指出：大多數的科學教材呈現給學生的都是一些過度簡化的概念而且對於各種概念或事實是如何產生的過程則幾乎沒有提及。因此，Moyer 和 Mayer 從定義科學開始，列出十項高品質教材的判準，對科學教材進行所謂批判性的分析；他們的努力，可謂是開科學教材評鑑的濫觴，然而較引人爭議與質疑的是，這種非常主觀的判準，是否會因不同的評量者而產生不同的結果呢？

Podenderf(1974)在一篇名爲「好的青少年科學教材之特徵」的文章中曾指出：好的科學教材應該不只是呈現科學的事實而已，而是它能反映出科學發現的喜悅並且正確地呈現出科學還應是一種方法與思考的過程。她特別強調如果讓學生存有這樣的觀念—任何問題都僅有唯一的解決方式，將是極端的錯誤；她認爲一本好的科學教材對於學生應有持續性的影響力才對：

一本真正的好書是當青少年將其放下後仍將持續對他們造成影響；在他們讀完這本書以後，他們會花相當多的時間去思考他們讀過的內容、提出問題、重複去做書中曾提及的活動與實驗，或者去發展其它具有創造力的活動與實驗。(426)

Yager(1989)在其研究報告「配合科學教育目標迎向高品質的教材」，對於所謂高品質的教材曾提出幾點看法，他認爲高品質的教材應該：

- 1、將科學的涵義廣義化—科學應該不只是像目前科學家對事物的解釋與瞭解而已。
- 2、利用並拓展學生的好奇心—將學生所具備的好奇心當做是探索科學奧秘的橋樑。
- 3、應用適當的教學策略—好的教材會應用比較與對照、因果關係、正反論辯等方式來啟發學生。
- 4、能促進學生學以致用—思考人與社會、人與環境之關係及其所應擔負的責任。
- 5、關懷弱勢族群—好的教材能增進學生人道關懷的精神，並具促進社會和協的功能。

Cook(1988)指出：從許多證據都顯示在可以預見的將來教師仍將極度的依賴教科書來進行其科學教學；因此，如何建立一套好的教科書評量判準就顯的益形重要了。

(二)、科學教材之內涵

有關科學教材的內涵，由文獻上可以觀察得到分別由幾種不同的層面所構成，包括：科學素養、實驗活動，以及問題型態等，分述如下：

1、科學素養

有關科學素養的定義其實是非常分歧的，從最狹義的瞭解公式到瞭解科學概念再到最廣義的明白科學教育本質以及科學的歷史觀與社會觀都可以稱為是科學素養(Pella, 1976)。

Matthews(1994)也認為沒有所謂科學素養的真正定義，它事實上只不過是一些證明其對促進與達成某種目的而言，是具有價值的不同概念而已。然而，它在科學教育上所佔有的地位或價值卻是無庸置疑的。

Levin 和 Lindbeck(1979)曾就生物社會學上一些有爭議的議題對當時使用的各種生物教材進行分析，結果發現各種教材在處理相同議題上的方式事實上有很大的差異，而且也沒有任何一種教材對所有的議題都可以找到完全合適的解決方式。Gabel (1983)分別從社會議題、職業教育、突顯的知識與個人需求四項內涵對於化學教材進行分析，結果顯示只有少數的化學教材包括有兩種以上的內涵；有些教材甚至只具有一項內涵而已。因此，Gabel 就提出批評並認為過度簡化的內容會使得學生對科學內涵的認知流於敷淺。

2、意識型態

Meiphan 和 Robert(1993)指出：教材與意識型態之間的關係是非常密切的，如果一種教材缺乏意識型態的架構，則其教學目標將很難去達成，教材的功能也很難發揮出來。就科學教材中的意識型態而言，Price 和 Cross(1988)認為在不同國家的科學教材中的意識型態只是程度而非種類之不同。在科學教材有關意識型態的研究中，似乎只以性別為議題為主要關心的對象，例如：Heikkinen (1973)曾對十種化學教材中有關性別的議題進行研究，研究的結果發現幾乎所有教材都呈現以男人為中心的性別歧視取向。Bazler(1991)沿用了 Heikkinen 的研究方法再對當時所出版的七種化學教材進行研究，其研究結果也是類似。

如同 Westbury(1988)所言，研究教材中的意識型態其實只是一種非常簡單的動機：

在學校中傳授的價值觀與態度，其實很明顯受到學生家長以及關心未來社會走向的一群人所關注。在學校中所傳達的各種訊息，事實上是在反應當時的世界觀；因此，研究教材的意識型態，其實是在研究當時的世界觀(P.31)。

3、實驗活動

長期以來實驗活動幾忽被視為是科學教育中最重要的部份(Tobin, 1990)，就如同 Hofstein 和 Lunetta(1982)認為：實驗活動可以有效的促進學生心智的發展、增加學生探索及解決問題的能力；此外，他們還認為實驗活動更可幫助學生發展觀察與操作的技巧並藉以了解科學概念；但是，事實上實驗活動卻又經常無法達到上述的預期。Novak(1988)即曾對這個問題下了註解：

科學實驗室始終是被視為學生學習科學研究過程的地方，但很多的研究都指出，在實驗室學習科學並沒有優於經由講述或示範的途徑...最近的研究也指出事實上我們極度的缺乏有效的實驗室教學...我們的研究也顯示大多數的學生在實驗室中對於科學概念或知識建構的過程其實也少有領悟(79)。

回顧文獻上曾經提及有關對實驗活動分析的有：Herron(1971)曾將實驗活動的開放性將其分為四種層次，如下表所示：

表一：實驗活動的探索開放程度表

探索程度	問題	過程	結果
層級 0	已知	已知	已知
層級 1	已知	已知	開放
層級 2	已知	開放	開放
層級 3	開放	開放	開放

對 BCCS 及 PSSC 教材中之實驗活動進行分析，結果發現在層級 0 之實驗活動佔 20%，層級 1 的佔 5%，層級 2 佔 65%，沒有任何實驗屬於層級 3。

Spears 和 Zollman(1977)對於學生透過實驗活動以瞭解科學過程的有效性進行研究，其中的實驗活動分為兩類：一是結構性的實驗——它會提供詳細的過程；另一則是非結構性的實驗——則只有實驗目的，其它的實驗過程則留給學生去發揮。結果顯示學生經由結構性實驗所獲得的科學過程知識反較非結構性實驗效果來得好，這是頗值得深入探討的議題。

此外 Fuhrman 等人(1982)利用一種名為實驗工作分析評量表(LAI)的評量工具，針對六種當時最為普遍採用的科學教材中所涵蓋的所有實驗進行分析，結果發現：

- (1) 幾乎所有的實驗活動都是高度的結構化。
- (2) 學生很少被要求去形成假設、作推論與自我設計實驗。
- (3) 學生總是被要求遵守著設計好的步驟進行實驗與操作，應在規畫好的方案中進行數據分析。

由於此項評量表對於各項實驗活動需具備何種技術有充分的描繪，因此很適合教師們利用它來評量自己所設計的科學或實驗活動。

(4) 問題型態

教材中的問題仍然是最普遍的輔助工具用來幫助學生掌握教材內容中提供的訊息(Holliday, 1988)。Schwah(1962)亦皆指出利用問題是引發探索的最有效方式。Lowery 和 Leonard(1978)曾發展一套名為「教材發問策略評量工具(TOSAI)」，藉以分析科學教材中的各種問題型態；Costa (1985)針對教材中的問題其所屬的認知階層發展了一套「問題階層分析方案」；他將問題分成輸入、運行、輸出三種形式。輸入型的問題是要學生由其記憶或從自行觀察中回憶訊息；運行型的問題是要學生於各種訊息間找出關係；輸出型的問題則是要學生跨越數據之外，並能利用數據作推測、歸納、創造與評量。

根據 Costa 所設計的「問題分析方案」Shepardson 和 Pizzini(1991)對八本高中科學教材中的問題進行分析，發現因為學生大多從國中階段就習慣於回答低認知層次的問題也因此限制了他們對於教材內容的瞭解，所以在高中階段也未見他們有何重大的改變。

三、建構主義與科學教材內涵

根據傳統的科學心像，科學的概念經由專家以語言傳達給新手(或是教師傳達給學生)時必需是精確而不容模糊的(Carr et.al., 1994)；因此，教材本身在學習過程中扮演著提供各種事實和理論來源的角色。

Jacobson 和 Bergman(1980)曾以教材上有關電能的描述對於傳統教材提出批評，其所引用的教材內容如下：

電能可以經由導體傳遞到很遠的地方，另一項優點
是電能可以很快的轉變為其它形式的能量。

當學生經由閱讀這段文字後而對電能的概念有所瞭解時，其實是很有問題的。首先是教材在呈現能量的概念時，並未考慮學生在學習此概念前對於能量可能就已經有的一些先備知識，例如「吃東西會產生能量」、「關掉電器用品的電源可節省能源」或「工作需要能量」等，卻將能量視為是一種絕對概念，如此很容易造成學生機械式的記憶學習；此外，能量本身的概念從科學家的角度來看本身就充滿了複雜性與困難性，甚至還有很多的爭議；但是教材在陳述能量概念時似乎將其完全忽略，因此學生常會覺得他們無法透過教材看到或感覺到與教材編者相同的世界。

根據建構主義哲學的觀點，當學生進行某種概念學習之前，若已經對該概念有一些基本的認識，在教學時應特別著重在與所具有的先備知識進行互動；這種過程在 Osborne 和 Freyberg(1985)的生成教學模式，Biddulph 和 Osborne(1984)的互動教學模式以及 Driver(1990)在一篇名為「建構主義者式的科學教學」文章中都有詳細深入的探討。此外，情境(context)在學習上亦深深的影響著學習者知識的建構，Rodrigues(1992)指出透過情境並與學生的興趣連結也許是一種很好的學習科學概念的方式；因此，在編寫科學教材時如何配合情境使其內容更適合、更易懂、更有效就變成是一種非常重要的課題了(Hewson&Thorley, 1989)。

在編寫科學教材內容時，Carr 等人(1991)曾對如何反映學生的真實學習情境與發展適當教學策略上提出五點質疑，應該可以做為編寫科學教材內容時的重要參考依據：

- (一) 可否經由適當的經驗對自然界的某些概念進行瞭解？
- (二) 科學概念的陳述是如何發展完成的？

- (三) 對於某種概念是否只有單一的解釋方式？
- (四) 科學對於任何問題都能提供答案嗎？
- (五) 當一個更好的解釋出現時，科學家如何決定去接受它？

綜合上述有關建構主義的學習觀、建構主義哲學在教學實務中衍生的相關議題、教材的設計判準、教材的內涵以及建構主義哲學在教材教法上的實際應用等相關文獻之分析與歸納，研究者將開始著手開發設計有關「浮力單元」之建構式教材教法模組。

肆、研究方法與進行步驟

本研究將分為三大部份著手進行，分別為教材教法模組設計與教學實驗二大部份。今分述如下：

一、教材教法模組設計

本研究首先將以開發國中理化浮力單元之建構式教材教法模組為目標。由於建構主義特別強調學習者主動的學習並建構知識，也特別強調學習者先備知識的重要性，誠如 Driver 和 Bell (1986) 指出：

- (一) 學習的結果不只與學習環境有關更與學習者的先備知識有密切關係。
- (二) 意義的建構是一種連續和主動的過程。
- (三) 意義一旦建構後，就會受到評量，其結果可能被接受，也可能被否定。
- (四) 學者者對於學習結果負有最終的責任。
- (五) 由於學習者有相同的生活終點與共同的語言，因此在意義建構的類型上常有某幾種共通的類型。

因此，在設計此教材教法模組將按以下之流程進行

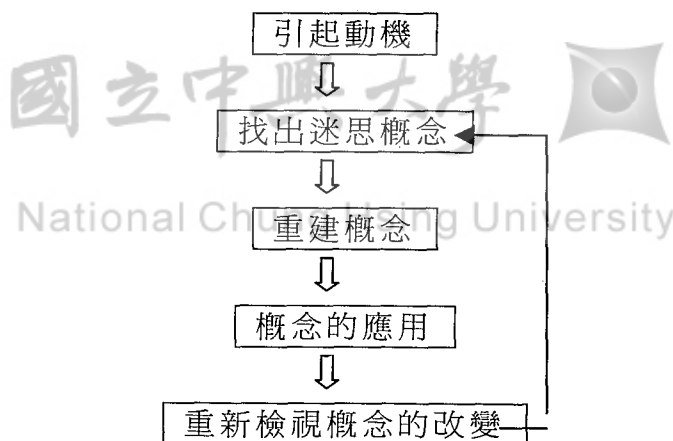


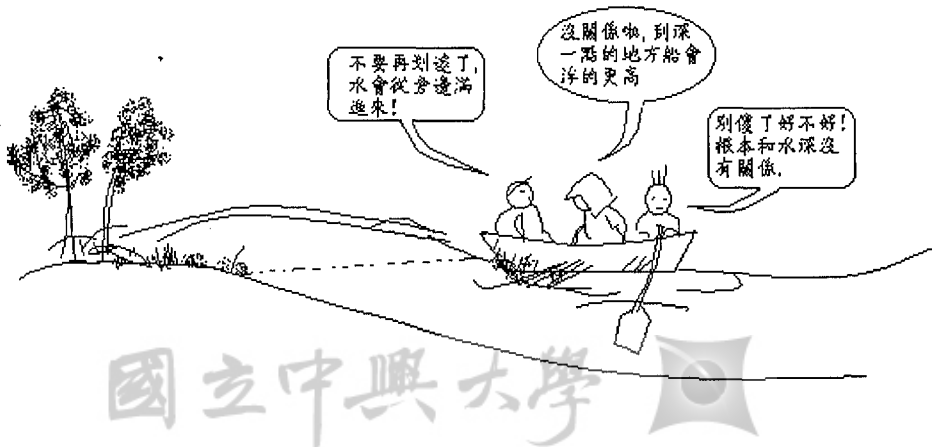
圖 1.教材模組設計流程

(一) 在「引起動機」部份，教材設計除了將從學習者相關生活經驗出發外，亦將從科學史的角度切入，對於阿基米德的相關傳說作適當的描述，以引發學習者之學習興趣；在教學法上則以小組討論後提出報告與經驗分享之模式進行。

(二) 在找出學習者迷思概念部份，研究者先根據相關之文獻(郭重吉，民 89；Malcolu Curr, etc.1994)整理得知，一般國中學生對於浮力常見之迷思概念包括

1. 物體浮在水面，是因為它是中空的。
2. 物體浮在水面，是因為它所受的浮力大於它的重量。
3. 水愈多的話，物體在水中浮出的體積愈多。
4. 物體浸在水中時，物體頂部所受水向下的作用力和物體所受水的浮力剛好抵消。
5. 物體浸在水中時，物體頂部所受水向下的壓力等於其底部所受水的向上壓力。

在教學策略上，除了以實驗活動及小組討論後提出報告之模式外，在本教材模組設計上並將採用「概念卡通」之動畫設計(如圖 2)，以引發學習者之學習興趣，進而找出其迷思概念。



國立中興大學
National University
圖 2. 船與水深

(三) 就重建學生概念部份而言，其中包括幾種內涵，分別為：
1、澄清與交換概念； 2、置於衝突的情境； 3、建構新的想法；
4、評量。在教學策略的設計上，則分別採用：1、小組討論後提出報告； 2、教師示範、自行進行實驗探索、或紙筆測驗； 3、透過討論、媒體教學、閱讀與教師之指導； 4、亦是透過討論、

二、教學實驗

在完成本浮力單元之文字教材、媒體教材與教學設計後，將對此教材教法模組進行實際教學實驗。

(一)實施對象：桃園縣立凌雲國中二年級之二班常態編班之班級
(每班人數約 35 人)

(二)認課教師：具近 20 年教學經驗之資深理化教師(師大化學系畢業)

(三)授課時數： 3 小時

(四)授課教材：

A 班：文字教材、媒體教材 B 班：文字教材、媒體教材

(五)教學模式與流程：

A 班：前測 ⇨ 教師講授 ⇨ 實驗活動 ⇨ 後測

B 班：前測 ⇨ 建構式教學活動 ⇨ 後測

進行本教學實驗步驟時，除教學過程中將全程錄影外、錄音外，並將對兩個班級之所有參與之學生建立起個人有關浮力單元學習檔案:包括前測結果、參與小組討論記錄、發表記錄、實驗活動記錄、學習參與程度記錄及後測結果等資料，以作為後續比較在不同教學模式時學習者學習成效影響之依據。

伍、結果與討論

本研究乃針對浮力單元之相關概念進行教學模組之設計，其中包括之主要浮力概念如下表所示：

浮力	浮力定義
	浮力測量
	浮力方向
	浮力產生原因
阿基米德原理	阿基米德原理
	浮力計算
物體浮沉條件	沉於液體中物體受力圖
	物體的漂浮，上浮，下沉，懸浮條件
物體浮沉條件的應用	潛水艇
	比重計
	游泳運動
	水中搬物體
	汽球與飛艇

由於教材讀本在學習過程中扮演著提供各種事實和理論來源的角色 (Carr et. al, 1991) 因此本研究的首項工作即是根據上述主要浮力概念及相關浮力迷思概念, 再依據建構主義哲學觀之多元觀點 (multiple perspectives)、真正活動 (authentic activities) 與真實環境 (real-world environment) 的指引, 完成浮力單元教材讀本之設計, 並作為後續教學實驗與研究的藍本。

研究者將兩份教材讀本(國編本與本研究設計讀本)均分發與 A 班與 B 班兩班學生進行閱讀, 並施以問卷, 結果顯示在可讀性、啟發性、趣味性、生活化、概念呈現、概念應用、實驗活動設計、問題型態等項, 本研究所設計之教材讀本普遍受到學習者較高之認同度。

根據所有參與研究之 70 位學生之個人浮力單元檔案與研究者實際之教室參與觀察 (participating observation) 發現, B 班透過建構式教學法模式, 學習者在學習動機、學習參與程度、同儕合作態度、發表意願等項目上明顯的較 A 班以傳統式教學法效果更為顯著。此外, 透過建構式教學模式設計, 教師明顯的較易掌握 B 班學生的學習型態而有助於與以因材施教或進行補救教學, 此點發現可與 Appleton (1996) 所提出學習者學習型態模型相互呼應。至於就學習成效而言, 即有關完整浮力概念之建立與否部分, 研究結果顯示在浮力定義、阿基米德原理、物體浮沉條件等概念上, 無論傳統式教學的 A 班學生或採建構式教學的 B 班學生在評量結果上都無顯著之差異性; 然而在物體沉浮條件概念的應用上, 採建構式教學的 B 班學生則有較佳的評量表現, 這是否意味採建構式教學模是較能促使學習後設認知之形成, 頗值得繼續研究探討。而在學習成效上所顯示的結果又應證了建構主義派的主張: 在建構主義的派典下, 學習的重點是在過程而非結果, 因此在其教學的內涵中強調的是: 去瞭解各種的答案是如何形成的? 而非去擷取何謂客觀真實的解法; 學習是在透過經驗世界去建構有意義的表徵。在這樣的過程底下, 學習者所犯的錯誤反而是一種正向的指標, 可以藉其瞭解學習者到底是如何組織其經驗世界的; 就像 Hawkin(1994)認為: 科學與教學應視為是我們透過一種模型對於世界的運行做一種可能的描述而非肯定的告白; 這個模型的效度並非來自於對世界做精確的描繪, 而是值基於每個可能性的預測的精確性。

(感謝國科會科教處之經費補助, 使本研究計畫得以順利執行。計畫編號 NSC89-2511-S-005-005-)

參考書目

一、中文部分

- 許健將(1992)。利用兩段式測驗探查高三學生有關共價鍵及分子結構之迷思概念。科學教育(第三期)。國立彰化師大學報, 175-197。
- 黃寶鈿(1997)。溫度與熱量概念的混淆與辨識。認知與學習研究會(第二次)。台北市: 國科會科教處。
- 林震霖(1993)。我國學生分子概念發展與診段教學的研究:(二)我國學生分子概念的發展。國立彰化師大學報, 338-397。
- 郭重吉(1988)。從認知的觀點探討自然科學的學習。教育學院學報, 13期。

二、外文部分

- Appleton, K.(1996).A case study of a teacher's progress toward using a constructivist view of learning to inform teaching in elementary science. *Science Education*, 80. 168-180.
- Airasian, P. W. and Walsh, M. E. (1997). Constructivist Cautions. *Phi Delta Kappan*, 78, 444-449.
- Bazler, J.A. (1991). Are High School Chemistry Textbooks Gender Fair?, *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 356-362.
- Biddulph, F. and Osborne, R. (1984). Making Sense of Our World: An Interactive Teaching Approach. New Zeland: Science Education Research Unit, University of Waikato.
- Carr, M.; Hayes, D.; and Symington, D. (1991). Language and Science: Constructing a Sense of the World. In: Furniss, E. and Green, P. (eds.). *The Literacy Connection; Language and Learning Across the Curriculum*. Melbourne: Eleanor Curtin Publishing, 79-98.
- Cook, L. K. (1988). Teaching Readers about the Structure of Scientific Text, *Journal of Educational Psychology*, 80, 448-456.
- Costa, A. L. (1985). Teacher's Behaviours that Enable Student Thinking. In A. L. Casta (eds.). *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*. 125-137
- Driver, R. (1990). Constructivist Approaches to Science Teaching. Seminar paper presented at Mathematics Education Department, University of Georgia.
- Fuhrman, M.; Lunetta, V. N.; Novick, S.; and Tamir, P. (1987). The

- Laboratory Structure and Task Analysis Inventory (LAI): A Users' Book. Technical Report #14, the University of Iowa.
- Fensham, P. J.; Gunstone, R. F.; and White, R. T. (1994). Science Content and Constructivist Views of Learning and Teaching. In: Fensham P. J. etc. (eds.) *The Content of Science*. London: Falmer Press. p.1.
- Gabel, D. L. (1983). High School Chemistry Textbook: What High School Chemistry Texts Do Well and What They Do Poorly, *Journal of Chemical Education*, 60(10), 893-895.
- Gannaway, S. P. (1980). Development of a High School Chemistry Textbook Evaluation Instrument Using Survey and Content Analysis Techniques. Dissertation Abstracts International 41, 1011A(University Microfilms, No. 8019878).
- Hawkins, (1994). Constructivism History. In Fensham P. J. etc. (eds.) *The Content of Science*. London: Falmer Press. 9.
- Heikkinen, H. (1973). Sex-related Bias and Stereotyping in High School Chemistry Texts. Unpublish thesis, University of Maryland, U.S.
- Herron, M. D. (1971). The Nature of Scientific Enquiry, *School Science Review*, 79, 171-212.
- Hofstein, A. and Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Holliday, W. G. (1988). The Perils of Illustrations. *Basic Education*, 32(10), 13-15.
- Harlen, W. (1996) *The Teaching of Science in primary school* (2nd ed.) London: David Fulton.
- Jacobson, W. J. and Bergman, A. B. (1980). *Science Activities for Children*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kcogh, B. and Naylor, S. (1997). Making sense of Constructivism. *Science Teacher Education*, 20, 1997. 12-14.
- Levin, F. S. and Lindbeck, J. S. (1979). An Analysis of Selected Biology Textbooks for the Treatment of Controversial Issues and Biosocial Problems, *Journal of Research in Science Teaching*, 16(3), 199-203.
- Lowery, L. F. and Leonard, W. H. (1987). A Comparison of Questioning

- Styles among Four Widely used High School Biology Textbooks, *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 1-10.
- Matthews, C. E. (1994). Native American Related Materials in Elementary Science Instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 363-380.
- Matthews, C.E. (1997). Problems with Piagetian Constructivism, *Science and Education*, 6, 105-119.
- Meighan, R. And Roberts, M. (1993). A Case Study in an Ideology of Education: Autonomous Study, In: Meighan, R. (ed.). *A Sociology of Educating*, London, Cassel, 313.
- Moyer, W. A. and Mayer, W. V. (1985). A Consumer's Guide to Biology Textbooks. In: *People for the American Way*, Washington, DC. P.5 (ED213430).
- McMullin, E. (1992). *Construction and Constraint*, University of Notre Dame Press, Notre Dame, IN.
- Novak, J. D. (1988). Learning Science and the Science of Learning. *Studies in Science Education*, 15, 77-109.
- Osborne, J. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, 80(1), 53-82.
- Ogborn, J. (1997). Constructivist Metaphors Science Learning, *Science and Education*, 6, 121-133.
- Pella, M. O. (1976). The Place or Function of Science for a Literate Citizenry, *Science Education*, 60(1), 97-101.
- Price, R. F. and Cross, R. T. (1988): Politics, Patriotism and Chemistry, *Education in Chemistry*, November. 180-182.
- Podenderf, I. (1974). Characteristics of Good Science Materials for Young Readers, *Library Trends*, 425-431.
- Shymansky, J.A. etc. (1993). A Study of Changes in Middle School Teachers' Understanding of Selected Ideas in Science as a Function of an Inservice Program Focusing on Student Preconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 737-755.
- Schwab, J. J. (1962). The Teaching of Science as Enquiry. In: Schwab, J. J. and Brandwein, P. F. (eds.). *The Teaching of Science*. Cambridge, MA. Harvard University Press.
- Shepardson, D. P. and Pizzini, E. L. (1991). Questioning Level of Junior High School Science Textbooks and Their Implications for Learning

- Information, *Science Education*. 75(6), 673-682.
- Sanger, M. J. and Greenbow, T. J. (1997). Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge. *Journal of Chemical Education*, 74(7), 819-823.
- Skoog, G. (1979). The Topic of Evolution in Secondary Biology Textbooks: 1900-1977, *Science Education*, 22, 358-376.
- Tobin, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- Westbury, I. (1988). Textbooks. In: The International Encyclopedia of Curriculum. Tel Aviv University, Tel Aviv Israeli.
- White, R. (1994). Dimensions of Content. In: Fenshem, P., Gunstone, R. and White, R. (eds). *The Content of Science*. London: Falmer, 255-262.
- Yager, R.E. (1989). Toward Quality Textbook to Match Science Education Goals. In: T. P. Sachse, (ed.). *Science Education Occasional Paper Series (No.12)*, Sacramento, CA: California Development of Education.
- Yager, R. E. (1991). The Constructivist Learning Model, *Science Teacher*, 58(6), 22-57.

國立中興大學



National Chung Hsing University

A study to the development of teaching modules of physical science used in junior high schools in terms of constructivism — the unit of buoyancy

Jen-jang Sheu
Center of Educational Programs
National Chung Hsing University

Abstract

This study, in terms of constructivism, is to develop a teaching module of the unit of buoyancy for the physical science used in the junior high schools.

In this study, three parts are included as followings: reading materials, teaching practice and teaching evaluation.

It appears that by this teaching module, in terms of constructivism, learners can get easier conceptual change when learning to the concepts of buoyancy.

國立中興大學



National Chung Hsing University

Key words : constructivism, buoyancy, physical science.