

壹、前言

在國中科學教育領域，化學式銜接了未來高中化學課程，故國中階段的化學式教學一直被視為相當重要。化學式中不僅牽涉到平衡抽象的複合方程式，每個元素也具有不同的表徵，由於許多14到15歲的學習者對於化學變化和物理變化尚未發展出清楚的區辨能力，所以在學習抽象概念上易感到困難（Watson & Dillon, 1996）。Wu與Shah（2004）指出，學習者在學習科學概念時，感到困難的原因在於科學概念中蘊含著一些抽象、微觀及複雜的特性，以致於學習者不易理解，而3D的遊戲環境能有助於轉變及改善學習者不完整的心智模式。尤其，角色扮演遊戲具有提供問題解決鷹架與彈性的學習環境，利用玩家操控角色的動作方式而非傳統講述，提供情境脈絡式的決策機會，以利學習者發展多種認知技能及具有學習上之效益，更能夠培養內在動機、引發個人的滿足感（Dickey, 2007; Robertson & Howells, 2008）。建構主義中的探究學習，是以學習者為中心，期望學習者能在探尋的過程中，透過實驗的真實操作，得到更佳的科學概念理解（Gibson & Chase, 2002; McBride, Bhatti, Hannan, & Feinberg, 2004）。5E學習環教學模式便是符合建構主義精神之探究教學模式，且在科學教育研究亦證實有顯著的成效，並具有一定的教學步驟和可供檢驗的方法（Saunders & Shepardson, 1987）。

因此，本研究採取兩種不同的5E學習環教學模式，輔以化學式角色扮演遊戲學習活動，探討不同5E教學策略的安排與先備知識對國中八年級的化學式相關概念的學習成效和理化學習動機之影響。

貳、文獻探討

一、化學式相關概念的教學和困難

當學習者無法理解化學式中各種物質的基本概念與意義時，表示學習者尚未準備好進入學習化學反應式（Johnson, 2005）。研究指出，許多14到15歲的學習者並未發展出足夠區辨物理和化學變化的能力，是因為對於化學變化僅具有有限想像並缺乏正確之理論觀點，所以對化學學習感到困難且動機低落（Solsona, Izquierdo, & de Jong, 2003; Watson & Dillon, 1996）。從國內課程安排與教學策略的觀點來看，國中自然與生活科技「化學式相關概念」單元學習內容具抽象、微觀與複雜的特色。然而，教科書卻缺乏深入及詳細的說明，教師在教學上也較常使用記憶的方式讓學習者學習，並非採取對學習者較有意義的教學模式來教導，如此便無法讓學習者與

自身經驗結合，在缺乏足夠的心智模式下，記憶學習導致在日後學習上便很常遺忘（王琬菁，2002）。

Stewart（1982）指出在自然科學領域中要達到有意義的解題必須同時擁有兩種知識技能：（一）關於執行解題的程序性知識；（二）為解題程序提供意義和情境的概念性知識或是陳述性知識，亦即科學的概念、定理等。因此，如何針對初學者學習化學式概念的困境，設計出有效令學習者主動、有意義且具策略性地學習化學式概念，將是影響學習者達成學習目標的重要關鍵。

二、化學式學習與沉浸式遊戲學習環境

沉浸式的數位遊戲環境是一個相當具有潛力的學習方式，能使學習者更加投入、滿足並啟發創造力，甚至在學習成效上會更有效益（Mitchell & Savill-Smith, 2004）。Barab等人（2009）的研究指出，在沉浸式的遊戲環境中，藉由操控遊戲中的虛擬分身，以及與其他非玩家角色（Non-Player Characters, NPC）對話的方式，對於學習化學式的任務遷移上，會比傳統說明性的教科書內容或是敘述性的文字內容框架更具有學習成效上的顯著表現。另外，藉著遊戲中虛擬分身的操控，學習者對遊戲不僅會較為專注，在過程中也會更注意自身在遊戲中的經驗，如具有更強烈的存在感知，進一步增加遊戲中的真實性，與一連串的媒體互動效應（Lim & Reeves, 2010）。Gee（2003）指出，在沉浸式的遊戲當中，遊戲提供了一個投射玩家身分的縮影，就像是玩家自身與遊戲中角色的混合體。

學習者在學習化學式時，由於無法對化學式概念之基本物質感到有意義，故經常傾向使用背誦的方式學習，且缺乏探究的環境以利知識上的運用，而利用沉浸式角色扮演遊戲便能將學習者由被動接收知識轉換為主動學習的角色。因此，本研究遂採取沉浸式的3D角色扮演遊戲，作為實驗教學的工具。

三、5E 學習環教學模式應用於化學式相關概念教學

近代科學研究上，建構主義取向的教學在自然科學領域中受到愈來愈多的關注，強調學習者才是學習的主體，教師的角色轉為學習的引導者，學習者經由對環境的認識與經歷事物，在舊有的知識概念上組織與修正發展新知識（王美芬、熊召弟，1995）。5E學習環是由美國生物科學課程改進計畫（Biological Science Curriculum Study, BSCS）改良發展出具有建構主義特性的教學模式，所包含的五個教學步驟分別是：投入（engagement）、探究（exploration）、解釋（explanation）、精緻化（elaboration）、評量（evaluation）（Bybee & Landes,