

科學史教學單元活動設計-「近代化學之父~拉瓦錫」

一、教學設計理念說明

在科學教育的研究中，科學思想的歷史發展與兒童的認知發展之間的平行主義受到相當的重視(Bar & Zinn, 1998)。Mintzes、Wandersee 和 Novak(1998)認為學生堅持的解釋，通常類似於早期的科學家和自然哲學家。有些學者如 Carry 延續 Kuhn 及 Piaget 的觀點，把兒童科學概念的理解與發展，類比如科學史中科學家概念的改變與科學理論的革命性改變，兩者互有相似性(Levine, 2000)。科學史可幫助學習者瞭解科學的概念。教學生不熟悉的科學概念時，科學史是相當重要的，因為藉由科學史可以使學生了解科學概念是如何產生的，而幫助學生縮短與所要學習之概念間的認知距離。因此，科學史可以培養學生對科學之正向態度，增進學生之學習興趣與動機，幫助學生經由不同的角度來看科學，增進學生對科學本質的瞭解，領悟科學家的創造過程。

本教學設計的科學史動畫教學影片內容以拉瓦錫科學家傳記為主軸，介紹有關「燃燒」概念的科學史。故事題材內容編寫資料來自兒童讀物中有關拉瓦錫科學家的歷史故事(張昭鼎, 1991; 林玉寬, 1990)、期刊雜誌中有關「燃燒」概念的科學史(王亢沛, 1991; 張文亮, 2002; 陳社雲, 2002)、科學史料的燃素說與氧氣說(Conant, 1967; 牟中原, 1995)，科學家傳記裡的拉瓦錫傳(洪健全; 1995)為主。拉瓦錫科學家傳記之故事主為引起學生學習動機；有關「燃燒」概念的科學史內容，則是幫助學生對燃燒現象的想法與真實生活產生連結；再者，透過燃素說，引出科學家們會嘗試對自然現象做解釋之企圖；接著，介紹四元素說與燃素說長達千年並廣受科學家接受之情形；最後，除了介紹氧氣說的形成，亦透過科學家的傳記內容，探討學生的科學本質觀和對科學史認知。

二、教學單元案例

領域/科目	自然與生活科技		設計者	張容君
實施年級	六年級		總節數	共 2 節，80 分鐘
單元名稱	近代化學之父~拉瓦錫			
設計依據				
學習重點	學習表現	an- II -3 發覺創造和想像是科學的重要元素。	核心素養	領綱核心素養
		ai - III -3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。		自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。
		po- III -1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題。		自-E-B2

	學習內容	INe-III-3 燃燒是物質與氧劇烈作用的現象，燃燒必須同時具備可燃物、助燃物、並達到燃點等三個要素。 INf-III-1 世界與本地不同性別科學家的事蹟與貢獻。 INf-III-2 科技在生活中的應用與對環境與人體的影響。		能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。 自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
議題融入	實質內涵	生命教育-哲學思考、科技教育-科技本質、能源教育-能源發展、閱讀素養-閱讀的情境脈絡		
	所融入之學習重點	ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。 po-III-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題。 an-Vc-1 了解科學知識是人們理解現象的一種解釋，但不是唯一的解釋。 an-III-2 發覺許多科學的主張與結論會隨著新證據的出現而改變。 Mb-IV-2 科學史上重要發現的過程。(能閱讀相關科普文章、科學史) ah-IV-1 對於有關科學發現報導甚至權威的解釋(如報章雜誌的報導或書本上的解釋，能抱持懷疑的態度，評估其論的證據是否充分且可信。		
與其他領域/科目的連結		無		
教材來源		自編		
教學設備/資源		1. Flash 播放硬體(單槍、電腦螢幕或 ipda) 2. Flash 播放軟體(Flash Player)		
學習目標				
1. 瞭解科學知識具有暫時性 2. 瞭解科學家的形象與常人無異 3. 瞭解科學理論的發展與科學社群的互動有關 4. 瞭解科學進展先後的發展脈絡				

教學活動設計		
教學活動內容及實施方式	時間	備註
【引起動機】 1. 教師說故事「近代化學之父~拉瓦錫」。 2. 播放自製拉瓦錫電腦動畫影片。	5	學習前評量(前測): 1. 教師提問 2. 「科學本質量表」
【發展活動】 一、教師提問有關「科學的主客觀性」的問題，由學生分組討論發表。 1. 燃素說的想法，哪裡有問題？ 2. 科學家是不是也會犯錯？	10	形成性評量(歷程): 1. 學生討論發表

<p>二、教師提問有關「觀察的理論負載」的問題，由學生分組討論發表。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃素說的想法，哪裡有問題？ 2. <u>拉瓦錫</u>為什麼怕提出氧氣說？他的研究背景為何？ <p>三、教師提問有關「理論與定律的局限性」的問題，由學生分組討論發表。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 燃素說的想法，哪裡有問題？ 2. 科學知識會不會隨時間改變？ 3. 科學知識是不是一定正確？ <p>【綜合活動】</p> <p>教師綜合學生學習過程，提問有關科學家拉瓦錫之科學史認知的相關問題。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. (③)<u>拉瓦錫</u>是哪一國人？ ①美國②英國③法國④俄國。 2. (③)下列哪個選項是<u>拉瓦錫</u>發表的著名理論？ ①燃素理論②元素週期表③質量守恆定律④原子學說。 3. (②)下列哪位科學家被譽為「近代化學之父」？ ①牛頓②<u>拉瓦錫</u>③<u>道爾頓</u>④<u>門得列夫</u>。 4. (②)下列哪位科學家曾經在稅務機關工作？ ①牛頓②<u>拉瓦錫</u>③<u>道爾頓</u>④<u>門得列夫</u>。 5. (①)下列哪位科學家提出「四元素說」？ ①<u>亞里斯多德</u>②<u>拉瓦錫</u>③<u>道爾頓</u>④<u>門得列夫</u>。 6. (②)18世紀時，化學家們相信燃素理論，認為燃燒是什麼反應？①合成反應②分解反應③溶解 <p style="text-align: center;">———第一堂課結束———</p>	<p>10</p> <p>10</p> <p>5</p>	<p>總結性評量(後測)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師提問 2. 「科學本質量表」
<p>【引起動機】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師說故事「近代化學之父~拉瓦錫」。 2. 播放自製拉瓦錫電腦動畫影片。 <p>【發展活動】</p> <p>一、教師提問有關「科學知識的有效性與創造性」的問題，由學生分組討論發表。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 科學家們不斷驗證、批判彼此的科學錯誤，你認為應不應該？ 	<p>5</p> <p>10</p>	<p>學習前評量(前測)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師提問 2. 「科學本質量表」 <p>形成性評量(歷程)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生討論發表

附件

附錄 1：拉瓦錫科學家故事腳本



拉瓦錫 (Antoine Laurent Lavoisier)，世人尊稱為「近代化學之父」。1743年8月26日出生於法國巴黎，生長在一個富裕的律師家庭。21歲大學畢業取得律師的資格，原本打算繼承父業成為一個開業律師，然而在大學時他已對自然科學產生了濃厚的興趣，經常跟隨老師到歐洲進行地質調查和旅行，主動地學習研究有關自然科學的事物。22歲的拉瓦錫參加了科學競賽。他的研究設計被評為優秀作品，並榮獲國王頒發的金質獎章此後拉瓦錫更用心投入科學研究，也獲得了一項項科學研究成果。1768年他被選入法國皇家科學院，1785年他擔任了科學院的秘書長，成為科學院的負責人。其實拉瓦錫的科學研究工作，幾乎都是在上班前、下班後所完成的。那麼他真正的工作是什麼呢？其實是私人稅務機關的徵稅員。科學研究只是他的業餘興趣。

18世紀時，許多人都相信水能變成土。亞里斯多德的「四元素說」中也有

水能變成土的說法。因為人們常發現在容器中煮沸水，時間久了總會有沉澱物生成。拉瓦錫對這一觀點表示懷疑，為此他設計了一個驗證實驗。結果是水的重量沒變，沉澱物的重量恰好等於蒸餾器所減少的重量。駁斥了水轉為土的謬說。18世紀時，化學家相信燃素理論，認為燃燒是分解反應。金屬 = 燃素 + 金屬灰。燃素理論：當物質燃燒時會失去一種假設無重量或幾乎無重量的物質，叫做燃素。拉瓦錫則認為燃燒是合成反應。金屬 + 『純淨空氣』 = 金屬灰。燃燒是因為氧氣與物質化合的反應，並沒有燃素這種物質的存在。拉瓦錫相信自然界物質的各種變化中，質量是守恆的。他提出「質量守恆定律」，因為「無中不能生有」和「總量等於它的各個分量」的數學公理中獲得了啟示。

拉瓦錫強調實驗是認識的基礎，「不靠猜想，而要根據事實。」他能把其他科學家所作的實驗和想法看作只是建議的性質，因而敢於進行理論上的革命。法國大革命拉瓦錫的頭被革命黨人砍下，那年他 51 歲。法國數學家拉格朗日也在現場，他看了看手錶之後，說出一句名言：「砍下拉瓦錫的腦袋只需一秒鐘，但是要長出這樣的頭腦也需還要再過幾百年。」事實上要出現這樣的頭腦，比拉格朗日擔心的要更久...

附錄 2：科學本質量表

分項	題目	非常不同意	不同意	沒意見	同意	非常同意
一、 科學的主客觀性	1.做實驗之前，科學家會預設某些觀察的要點。					
	2.探究科學問題時，研究方法的選用會因人而異。					
	3.科學家會選擇研究裡最具價值的部份，作為其研究報告的內容。					
	4.科學研究均嚴格遵守歸納法或演繹法進行。					
	5.一個科學問題通常都只有一個適當的解決方法。					
二、 觀察的理論負擔	1.嚴謹的科學方法並不能保證研究必定會成功。					
	2.科學家的觀察會受到他以往經驗和現有知識所影響。					
	3.當實驗結果不符合科學家所相信的學說時，他會對這個實驗結果產生懷疑。					
	4.只要遵循特定的科學方法便能解決科學問題。					
	5.當實驗結果不符合科學學說的預測時，科學家會放棄學說。					
三、 理論與定律的局限性	1.進行分類時，有許多種分類系統能適用於同一群事物。					
	2.科學學說就如同藝術品，其形成過程展露了人類的創造性。					
	3.分類系統是科學家所設計的，但被分類物的關係不一定本應如此。					
	4.分類系統一定符合大自然真實存在的情形。					
	5.科學家慣用的分類系統必定正確，可毫無疑問的接受。					
四、 科學知識的有效性與創造性	1.科學知識可能因不同的時空立場而有不同評價。					
	2.現在的科學知識只是暫時的，未來可能會再修改。					
	3.分類系統的架構是可以改變的。					
	4.只有絕對正確的內容，才會被接受為科學知識。					
	5.現今的科學知識已被長久證實，其正確性無庸置疑。					
五、 科學家及科學社群	1.科學家不一定比其他人更為客觀。					
	2.科學研究必需考慮社會的認可。					
	3.科學家通常會注意相關領域內其他科學家的研究。					
	4.自然科學的研究不會對人文社會有任何的影響。					
	5.科學家的科學研究不受他們的宗教及倫理觀影響。					