

開啟學生批判思考的 STS 教材設計之探討

張淑芬 蔡勝安 范斯淳

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系博士班研究生

摘要

本文目的是探討如何運用 STS 內涵為架構的科技史教材，以啟迪學生對科技與社會關係的批判思考。文中透過分析科技史的 STS 及批判思考內涵，發展啟發學生批判思考之 STS 教材設計步驟及實例，並依此提出以下教師發展教材的三個重點，做為結論：

一、第一個重點--STS 科技史教材中的問題情境設計

面對 STS 這種跨學科又能深能淺的議題範圍，選擇適合學生學習批判思考的科技史教材及議題，對教師是第一個挑戰。教師必需瞭解學生心理成熟度及其學習背景知識是否足夠進行議題之批判。

二、第二個重點--批判思考中的反思歷程呈現

反思歷程的活動設計是教師進行批判思考的第二個挑戰。教師要設計活潑且互動性高的反思活動，如要使學生就自己的能力進行合宜的假設及資料收集，在發表時要教導學生問與答的禮節及態度，要適時適量地提供回饋予學生等，都是影響此活動歷程批判思考的學習成效的相關因素。

三、第三個重點--開啟學生批判能力學習遷移

「舉一反三」、「觸類旁通」是教學者最終期待學習者可達到的學習目標。在有限的教學時間內，如何提供學生學習批判思考能力學習遷移的學習機會是教師教導批判思考的第三個挑戰。在使學生進行學習遷移作業時，必需學生內化先前學習內容，才具有意義。

關鍵字：STS、科技史、批判思考

壹、前言

生活科技課程的目標與培養學生批判思考能力息息相關，在國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域中，「科技的發展」為自然與生活科技學習領域所培養之國民科學與技術的基本能力之一，內涵計有科技的本質、科技的演進及科技與社會。而高中生活科技課程綱要中也明訂科技發展為核心課程主題之一，其主要內容為科技的演進及科技的影響，是使學生瞭解及探討科技的本質與意義，此外尚有：科技發展的進程；台灣的科技發展現況；科技與生活、社會、文化的關係；科技與工業、經濟發展及國家競爭力的關係；科技引發的環境變化及污染，環境保護意識的培養及科技引發的道德與法律的問題等主題（教育部，2010）。生活科技領域中科技發展主題的教學目標，除了使學生知道科技的本質外，還含有培養學生對科技所產生的社會問題(如環境污染等)需有所認知之批判思考能力。

若科技史從技術產品的發展與演進史來觀察，技術的發展演進包括發明與創新，而進行創新所需的創造力，往往是與批判思考能力共存相互依賴（萬文隆，2008）。近年來各國蓬勃發展的 STS (Science, Technology, Society) 研究中，針對科技史的探究，即是積極地從歷史脈絡中去找尋人們應對自然種種努力的意義，並發掘科技與社會互動的發展及對人們產生的影響。換言之，生活科技的課程，亦可藉由科技史從技術面及社會面，多元地省思並批判科技發展對人類的過去、現在與未來的影響。

以 STS 作為科技史敘述架構的主要目的，是期望以 STS 公共核心之議題，激發出公民參與科技決策的民主機制與動機，使公民具有批判思考之知能。若能以 STS 科技史教材教導學生進行批判思考，不但學生可以透過科技發展與社會互動之歷史，建構出科技概念、知識與素養，也能經由 STS 議題，使學生具有參與科技相關公政決策的批判思考能力。

本文之目的在於透過 STS 議題，發展出以 STS 架構為內容之科技史教材，使學生經由批判思考歷程，反思科技與社會的關係，並具有公民批判議題能力。

貳、科技史與 STS

目前國內 STS 社群所推動的 STS，是以人文社會科學，尤其是社會學、科技史、科學哲學等，來考察、觀察或研究何以科技與社會兩者相互形塑，共同推動科技社會的發展的原因（徐振雄，2009）。而歷史研究者祝平一（2010）認為

STS 是一種跨學科的研究，其立場不必然獨重歷史，而是更積極地從歷史脈絡中去找尋人們應對自然種種努力的意義。STS 致力去挖掘出科技社會間雙向互動、交引互繞的歷史，是為了替我們所身處的科技社會創造出新的想像空間和政治可能性（吳嘉苓、傅大為、雷祥麟，2004）。所以，STS 是敘述科技與社會相互影響的歷史，是探討科技與社會發展的關係，不僅是敘述發展的原因，也創造公共議題或決策的可能性空間。

一、STS 議題的重要性

(一)促進學生高階思考的知能

STS 議題綜合不同的學科知識，讓學生了解科技、社會、環境與文化之間的相互關係，並從學習過程達成 STS 教育中可獲得做決策、解決問題的能力，促進獲致高階思考的知能，是以妥善選擇 STS 議題從事教學乃更形重要（王澄霞，1995）。

高階思考能力之啟發及養成並不容易，必需有能引起學生探討之議題，並引發一連貫之反思過程，才能達成高階思考知能的學習目標。因此，萬事起頭難，啟動學生批判思考動力之 STS 議題，必需是經過一番精心選擇及設計。

(二)使學生具有參與公共議題的能力

STS 社群也相當重視科技民主與社會的關係，科技公民社群是透過民主程序，累積公民意識動能而參與科技決策的一種程序機制，例如：關注於與科技相關的公共建設、公共政策或介入新興科技產品與知識，透過這種科技公民社群內的成員討論溝通與對外聯繫其他社群的作用，催生出更好的科學（雷祥麟，2002）。亦即，經過公民參與科技決策的民主機制，可以使科技更合乎社會的需要，而使科技更為人類福利或進步所用。

二、科技史中 STS 議題選擇原則

(一)STS 與科技史

從人文視野審視科技發展的歷史，科學精神是科技史所蘊含的最基本的人文精神，且科學精神與人文精神具有「天人合一」的和諧觀（吳錫標，2007）。因此，科技史內容的學習，應使學生學習從不同角度來分析一件事，培養獨立的、具同理心的批判性思考，使學生對於科技的評斷與選擇可以更為客觀與正確。

STS 學者認為科技史的表達是積極地從歷史脈絡中去找尋人們應對自然種種努力的意義，並發掘科技與社會互動的發展及對人們產生的影響，這種以 STS

為科技史敘述架構的主要目的，即是期望以 STS 公共核心之議題，激發出是公民參與科技決策的民主機制，就是使公民具有批判思考之知能。依據 Basalla (1988) 的觀點，科技史是專門研究人造物品的發明、生產、使用的一門學科。換言之，科技史就是人類內在心理及智力因素，及外在社會經濟文化等因素影響下，在不斷的創新下，造成了人造物的多樣性，依據經濟、生物需求、意識型態、軍事、時尚、生活觀感等因素來選擇適當的人造物。

曾琪淑 (2009) 指出科技史可以讓學生瞭解科技及科技演變所牽動的社會變遷，透過科技史融入生活科技教學中，能讓學生瞭解科技創造思考歷程，問題的探究歷程，藉以激發學生批判思考的能力，並增進對科技本質的認識。因此，STS 教育應視為在人類經驗脈絡中科學的「教」與「學」，而此處所謂之「人類經驗脈絡」乃是指教師使用與科學相關的「社會議題」於教學中 (Yager & Lutz, 1996)。

科技發展過程中，科技與社會相互影響所產生之議題，可透過社會、技術及科學三個跨學科領域，從多元化角度去探究議題的來龍去脈。更甚者，由科技發展歷史的脈絡，用批判高層次的反思歷程，反思科技與社會關係，並做出對議題的選擇。

(二) STS 科技教材議題的選擇

陳文典 (1998) 指出 STS 的教育理念具有三點特質，可做為議題選擇參考：(1) 教學是以生活上及社會上所關心之議題為教學題材；(2) 學習是以學生為主動地學習，由解決問題的過程中建構新知、習得技能；(3) 教學是藉由解決問題的活動，將所學到的技能與概念和學習情境配合，使學生能深刻體會且能靈活應用所學的知識。此外，Heath (1992) 提出五項 STS 議題考量準則：(1) 與學生生活的相關性和應用性；(2) 考慮社會的成熟度和學生的認知發展程度；(3) STS 議題對今日世界和學生個人具有同樣的重要性；(4) 具有轉移知識到課外事務的需要；(5) 使學生感興趣。

整體看來，STS 有二種不同的社會議題：一為外部性社會議題，學習者藉由接觸與其生活經驗相關的外部性社會議題，從而對科學、科技與社會三者之間的關係有所認知，例如：能源的使用與開發和環境污染的問題。二為內部性社會議題，這是和科學社群內有關的議題，例如：探討科學理論的本質 (Rosenthal, 1989)。而 Massials (1996) 則認為應考量議題是否具備五項特性：(1) 爭議性：使學生進入衝突情境中，進而產生一連串的懷疑、思考、推理與驗證之學習；(2) 相關性：

選擇師生都認為有興趣且與科學課程相關之議題；(3)反省性：當議題的內容能引發學生的思考、需要判斷或批判；(4)重要性：議題能持續被爭論，是於全體國民判決或做決定的公共事物，是學校學科學習必需需要的，學生透過此議題能夠提升心智發展；(5)實踐性：能與學生的生活經驗連結。

Wellington (1993) 從學生理解與便於教學的觀點，建議教師在選擇及使用 STS 議題時要注意其內容需要具有公正的信念且是學生易讀易懂的，而這樣的議題也應是從較封閉發展至開放的循序漸進，企求從過程中發展對較深奧議題的討論能力。教師可依學生心智發展斟酌 STS 議題的難易度、與生活之相關性與應用性、學生感興趣的、議題內容之重要性、反省性及公正性，來選擇運用於教學中之 STS 議題。

綜合上述，符合 STS 科技史教學議題選擇之原則應為：(1)是學生感興趣，可激發學生學習動機；(2)是生活上及社會上所關心，是與生活經驗相關的外部性社會議題；(3)具爭議性、反省性及重要性；(4)具有公正的信念且是學生易讀易懂，符合社會的成熟度和學生的認知發展程度；(5)具有學習轉移的需要，將知識移轉到課外事務的需要。

參、批判思考內涵

一、批判思考的意義及重要性

批判思考的起源，可追溯到古希臘時代哲人的辯證之學（溫明麗，2001）。評判(critical)是以人們從事批判思考時，並非都不加以思索地全接受某一事物或陳述，而是能應用思考力把事物或陳述，加以分解、分析，並設定標準用以判斷。黃萬居、陳佩雯和蘇明勇（2004）指出批判思考智能是由態度、技能與知識構成一個完整的架構，三者相輔相成、缺一不可，是以如欲了解批判思考的全盤意義，便不能忽略其中任何一項。

張玉成（1993）認為批判思考的要義及重要性為：(1)批判思考屬高層認知能力；(2)批判思考與創造思考相輔相成，共生共榮；(3)批判思考是民主人格及人材培育的重要一環。換言之，批判思考透過思考力把事物或陳述，加以分解、分析，並設定標準用以判斷，是養成公民批判科技社會所產生的議題，是民主人格及人才培養的重要方式。

二、批判思考的內涵

批判思考是屬於一種高層次的認知行為，其思考歷程涉及思考者的知識、意

向及技能，為一複雜的認知歷程（葉玉珠，2000）。以下就由批判思考的能力、傾向、知識及歷程，敘述其內涵。

(一)批判思考能力

批判思考是一種技術(skills)或能力(abilities)，意指人類實際的認知能力，它包含集中注意力、分析及判斷等。Ennis (1985)將批判思考的技能分成五個領域，共 12 種批判思考能力。在實施批判思考教學時，仍應把握批判重在判斷而不是批評，批評則應以客觀事物為主而不是以人為主的精神。

Dewey (1933)則針對思考能力發展提出二項主張，一是培養「反省思考」能力，即自我批判能力；二為發展解決問題的能力。而美國進步教育協會認為批判思考之內涵為：(1)解析資料的能力；(2)應用科學原則的能力；(3)應用邏輯推理原則的力；(4)確實把握證據的能力（陳正芬譯，2007）。

(二)批判思考傾向

將批判思考視為一種傾向(dispositions)者，係將批判思考視為人類感情和性格的特徵。研究批判思考的教育哲學家即將批判思考視為是同時包含技巧(或能力)與傾向的一種思考(Siegel, 1999)，而真正的批判思考乃指人類內心真正的傾向、習性或趨向，亦即在不同背景脈絡下能以特定的方式從事思考活動(Norris & Ennis, 1989)。

Walker (2003)指出批判性思考的性格特徵為好奇心(Inquisitiveness)、開放的思維(Open mindedness)、系統性(Systematical)、分析性(Alyticity)、追求事實(Truth seeking)、自信心(Self-confidence)、多元性(Maturity)。Paul (1995)認為批判思考之於心智，如同健康之於身體，批判思考智能包含了智能上的正直發展、謙遜、公平公正的心態及願意和使用批判思考的勇氣。

(三)批判思考的知識

批判思考不可能在無中生有發生，一個人要能批判地思考必須先具備知識，並應用學科知識與經驗常識方可進行(McPeck, 1990)。是以，個體不但必須具備批判思考的傾向與能力，更要能應用他們的常識及經驗進行批判，如此方能有效地進行思考活動。

學生背景知識不足、思考技巧不熟練多樣，是影響批判思考的關鍵。大部分學生並不喜歡碰觸具開放性或未知領域的問題，因為其中具有相當程度的不確定性。再者，學生在一般教學下，往往缺乏思考技巧的訓練，以致思考較為單一，

缺乏整體性與全面性，對於如何釐清問題、提出假設、確認假設、尋求證據等思考策略較為欠缺，這都可能影響學生批判思考之發展（蘇明勇、黃萬居，2006）。

(四)批判思考的歷程

Eugene 及 James (1992) 指出批判思考的歷程，來自日常生活的理解、認知與決定等三個層面。亦即，理解行為背後的理由、事情發生的原因？認認知道自己相信什麼？瞭解所知知識？如何做研究？決定如何解決問題？是個好決定？目標為何？因此，這個批判思考模式與歷程應含蓋：(1)問題出現；(2a)透過思考與觀察；(2b)推論(知識)與探索(邏輯)；(3a)我該怎麼做？有效思考的原則？；(3b)我知道什麼？合適的態度與傾向？個人知識可能有哪些偏見與限制？個人潛在態度與傾向有偏見嗎？；(4)反省思考：有目的、方向、策略與系統性的謹慎思考；(5)問題解決。

Wade 及 Tavis (2007) 則提出批判思考的內容與流程為：提出問題、定義問題、檢驗證據、分析假設與偏見、避免情緒性的推理、去除過度簡單化、考慮其他可能解釋、接納不確定性。

因此，「問題」可視為起動批判思考歷程的第一站，而「反思」過程中的如何做？為何做？則是關鍵階段，而問題解決及提出批判論點是歷程的最終目標。

肆、啟發學生批判思考能力之 STS 教材設計步驟及實例

依上述批判思考內涵及歷程，批判思考之教學目標是使學生具有批判知識、態度及能力。而批判思考是以問題為引發點，反思為過程，解決問題或提出批判決議為目的。因此，本文綜合出五個步驟做為啟發學生批判思考能力之 STS 科技史教材設計依據，計有：(1)提供科技史相關知識教材，使學生具備批判思考之知識；(2)選擇以「問題情境」方式呈現議題，啟發學生多元角度認識及定義問題；(3)設計具有反思歷程之活動單元，使學生具有批判思考能力及態度；(4)提供學生反思歷程所提正反批判結論之回饋，使學生能瞭解學習改進之處；(5)提供學生學習遷移的學習機會，使學生有自發批判思考產生。

本文以國中生為教材施教對象，在各教材發展步驟中提出實例分述如下：

一、提供科技史相關知識教材，使學生具備批判思考知識

科技史是提供學生「知往鑑來」的歷史脈絡，例如 Hallström 及 Gyberg (2009) 所提出之科技史內含即有描述、對科技的性向、科技與社會的互動及科技相關技術與原理等四種層次，教師可以依據學生的成熟度及所具有的相關知識(如自然、

法律、數學及閱讀能力等)，編製合宜之科技史教材，使學生具有批判思考之背景知識。

【實例】「核能發電的認識」

1.教材內容：

可著重於科技史之描述層次。如：描述核能發電發展過程之科學、科技及社會等歷史背景介紹，核能發電之名詞介紹。

2.學習評量：

重點在於學生是否具備足夠的核電基礎知識，做為批判思考時之先備知識，以進批判思考。可採用開放性問題學習單或測驗評量之。

二、選擇以「問題情境」方式呈現議題，啟發學生多元角度認識及定義問題

「問題」是批判思考歷程起頭，教師需擬定一個具有正反二元對立之問題，激盪學生思考立場之科技與社會相連互繫議題。此議題需與上述科技史知識教材相關。問題之情境必需符合 STS 議題選擇原則，且是學生感興趣；是生活上及社會上所關心；具爭議性、反省性及重要性；是學生易讀易懂及具有學習轉移的需要。此外，可以開放性問題，讓學生就所瞭解之科技發展知識，並在此知識條件下，可以自行收集相關資料(如書面或網路資料)，由多元角度認識及定義問題。

【實例】「核能發電是魔鬼或是天使？日本福島核電廠災變的啟示」

由時事及二元對立論點問題且用詞簡易，引起學生興趣。

1.教材內容

客觀陳述核能發電發展對社會造成的正面及負面影響；福島核災相關報導；及核災種類及影響介紹。

2.學習評量

以開放性問題學習單，激發學生以多元角度定義核能發電之優缺點。

三、設計具有反思歷程之活動單元，使學生具有批判思考能力及態度

(一)鼓勵學生提出假設

學生在此階段必需提出在對上述第二步驟「問題」認識及定義後，對「問題」提出自己所支持或不支持之立場的假設。

(二)引導學生收集資料，以驗證假設

針對假設，收集相關資料(書面、觀查、調查、實驗等)，用以支持或推翻假設。

(三)提供學生發表驗證過程及結果

教師可以問題為導向，透過課堂討論、辯論及書面作業等教學活動，加強學生批判思考能力(Walker, 2003)。或是透過互動式歷史小品的對話模式教學，呈現科技發明家對社會現象不同觀點和解釋。搭配學習單、角色扮演、資料蒐集、分組報告、討論等互動方式(曾琪淑, 2009)，提供學生發表驗證過程及結果。此外，學生可藉由發表過程及教師、同儕發問互動，培養具有開放思維、自信心、多元性並正直、謙遜等批判思考態度及傾向。

【實例】「核能發電是魔鬼或是天使？日本福島核電廠災變的啟示」，請說明您是贊成或反對臺灣進行核能發電？

1.教材內容：

提供學生建立假設之範例及原則，如「核能發電能有效降低發電成本，對臺灣提供低電價之產業競爭力，所以臺灣可以進行核能發電」(贊成之假設範例)，又如「臺灣的核能電廠構造無法抵抗9級以上地震，所以臺灣不可以進行核能發電」(反對之假設範例)。

2.學習評量

透過學生的討論、發表或書面等報告，評量假設成立及驗證之價值判斷及釐清的能力，並在活動過程中所養成之批判思考態度等反思情形。

四、提供學生反思歷程所提正反批判結論之回饋，使學生能瞭解學習改進之處

(一)回饋內容

教師可依據 Ennis (1985) 所提十二項批判思考能力為回饋內容，使學生瞭解其批判思考是否是「批判」，而非「批評」：(1)掌握一項敘述的意義；(2)判斷推理過程是否模糊；(3)是否有互相矛盾之處；(4)結論是否適當；(5)結論是否必要；(6)敘述是否具體；(7)是否運用原則；(8)敘述是否可靠；(9)

問題是否清楚；(10)敘述是否僅為假設；(11)定義是否周延；(12)宣稱或主張是否可接受。

(二)回饋方式

可以口頭評述，以評量導板(Rubric)評定或同儕互評等方式進行。

【實例】「核能發電是魔鬼或是天使？日本福島核電廠災變的啟示」，請說明您是贊成或反對臺灣進行核能發電？(以口頭發表及討論進行)

1.教材內容

提供發表注意事項及流程，提問回答態度及方式要點，並評量發表之評分標準等。

2.學習評量

教師可以口頭講評及依評分標準給分，而以評分標準給分時，教師應於評分表中，描述學生發表之優缺點，並提出具體改進建議。

五、提供學生學習遷移的學習機會，引發學生自發性批判思考產生

上述之第一至第三步驟，係提供學生具有批判思考之知識、能力及態度傾向，批判思考是屬於高層次的認知行為，即是可藉由此認知行為，做為公民決策的重要能力。因此可在提供學生回饋後，再提高 Hallström 及 Gyberg (2009) 所謂的科技史層次，讓學生能透過上述四步驟所養成的能力，做進一步的批判思考。或是使學生自行選擇議題，做相關的批判思考。此步驟提供學生學習遷移的練習，可以「家庭作業」形式，或額外加分鼓勵，讓學生能內化所學之 STS 科技史知識及批判思考能力。

【實例】「興建國光石化是可促進臺灣經濟發展或是斷送臺灣經濟發展」

1.教材內容

提供石化科技發展情形，並陳列作業內容、項目及型式及評分標準

2.學習評量

依評分標準給予回饋，包括評分分數、優缺點及建議等。

伍、結語

STS 是探討科學、科技及社會三者間之相互關係及影響，其議題範圍廣泛。而批判思考需透過反思過程，是屬高層次思考的活動。如何在廣泛的 STS 議題中，找到適合學生能力學習的批判思考主題，是屬不易之事。所以 STS 科技教材進行批判思考之教學，對教師教學具有相當的挑戰性。因此，本文提出問題情境設計、反思歷程呈現及學習遷移等三項教材設計重點做為結語。

一、第一個重點--STS 科技史教材中的問題情境設計

STS 是探討科學、科技與社會三者之關係，是跨學科的領域，也是現代科技社會所面臨最重要公共政策的議題來源，如臺灣的國光石化設廠、核電廠存廢等均是。公民要參與議題或決策，必需對 STS 有所瞭解，而 STS 議題若能透過科技史表達，是能使閱讀者瞭解科技與社會互動的歷史脈絡（知往），且藉由閱讀者批判思考而形成正確支持的決策立場（鑑來）。因此，議題的呈現，是以「問題」為產生點，正如 2011 年 3 月日本東北 9 級大地震，所帶來的福島核電廠的輻射外洩「問題」，引發世界性的科技與社會討論核電廠存廢之「議題」。

議題討論的層次可民生亦可專業，如「您可接受廢核電後，一度電費為現在的三倍嗎？」這是屬民生問題，一般人可以就自己的經濟能力，分析對判斷問答問題。又如「核能比火力發電所產生的環境污染大嗎？」這是屬專業問題，必需具有充足的資料及研究調查分析後，才能批判「是」或「不是」，並要提出相關論證過程，才能「服人」或參與決策。

因此，面對 STS 這種跨學科又能深能淺的議題範圍，選擇適合學生學習批判思考的科技史教材及議題，對教師是第一個挑戰。教師必需瞭解學生心理成熟度及其學習背景知識是否足夠進行議題之批判，因為大多數學生仍停留於「好奇心」趨使之階段，議題必需是他們所感興趣並時事結合，如 1999 年發生的 921 地震所引起的「臺灣建築與抗震」議題，對他們而言比不上 2011 日本 9 級地震所引起的「為何日本整棟建物可以被沖走而不被沖毀」議題感興趣。

二、第二個重點--批判思考中的反思歷程呈現

批判思考中最重要的就是反思歷程，反思是反省與思考，是透過「假設」的擬定、求證與發表等過程學習。學生在擬定假設時，是自己對議題「主觀」的瞭解，是經由多元化角度所得之認知。但畢竟是「主觀」，需要「客觀」驗證，就是反思的過程，藉由收集相關資料、觀察、調查等輔證假設，尤其是提出結論時，學

生必需經過一番分析、綜合及評鑑才能定出。

「發表」是學生進行反思的另一階段。透過發表過程中的師生或同儕互動，讓學生瞭解要謙虛地接納不同的意見，同時又要有系統、有自信地表達自己對議題批判過程所得的結論。這一階段是學生批判能力、知識及態度學習成果的展現，也是教師評判學生學習批判思考的成果時刻。

因此，反思歷程的活動設計是教師進行批判思考的第二個挑戰。教師要設計活潑且互動性高的反思活動，要使學生能就自己的學習能力進行合宜的假設及資料收集，在發表時要教導學生問與答的禮節及態度，要適時適量地提供回饋予學生等，這些都是影響此活動歷程批判思考的學習成效的相關因素。

三、第三個重點--開啟學生批判思考能力的學習遷移

由於 STS 議題可時事性可歷史性，可民生可專業，可社會可學科，是廣泛且跨學科。因此，「舉一反三」、「觸類旁通」是教學者最終期待學習者可達到的學習目標。在有限的教學時間內，如何提供學生學習批判思考能力學習遷移的學習機會是教師教導批判思考的第三個挑戰。

教師必需「延長」學生學習的時間，在 STS 科技史之批判思考教學完成後，必需設計具有學習遷移的家庭作業，讓學生將課堂教材內容內化及活用。教學可使學生自行選擇興趣的議題，收集 STS 科技史知識內容，並透過反思歷程呈現批判之結果。然而，學習能遷移必需學生內化先前學習之內容，因此，教師必需設計完善之回饋及評分準則，方能有效地診斷學生是否達成學習目標。

參考資料

- 王澄霞 (1995)。STS 活動中之「學」與「教」。科學教育學刊, 3 (1), 115-137。
- 吳嘉苓、傅大為、雷祥麟 (2004)。科技渴望社會。台北：群學。
- 吳錫標 (2007)。從人文視野觀照科技史的教育功能。探索與爭鳴, 12, 45-48。
- 徐振雄 (2009)。科技與社會 (STS) 融入通識課程的規劃與教學實。通識教育學刊, 3, 37-65。
- 祝平一 (2010)。中國史新論—科技與中國社會分冊。臺北：聯經。
- 張玉成 (1993)。思考技巧與教學。臺北：心理。
- 教育部 (2010)。普通高級中學必修科目「生活科技」課程綱要。2011 年 05 月 12 日，取自 http://www.edu.tw/files/site_content/B0035/生活科技-必修.pdf
- 陳文典 (1998)。STS 理念下之教學。台灣教育, 575, 10-19。
- 陳正芬 (譯) (2007)。H. Gardner 著。決勝未來的五種能力 (Five Minds for the Future)。臺北：聯經。
- 曾琪淑 (2009)。科技史教學的新場域—以科技博物館實施印刷科技史活動為例。生活科技教育月刊, 42 (5), 71-84。
- 黃萬居、陳佩雯、蘇明勇 (2004)。「批判思考」智能意涵及其教學。載於教育部暨台灣師範大學 (主編), 九年一貫課程自然與生活科技學習領域科學素養的內涵與解析。臺北：教育部。
- 溫明麗 (2001)。批判性思考教學理論與師資培育模式之探討--因應九年一貫課程實施的配套措施(一)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC 89-2413-H-003-054)。臺北：國立臺灣師範大學教育學系。
- 萬文隆 (2008)。科技史與創造力之關係探討及其對科技教育的省思。科技教育學報, 12, 66-92。
- 葉玉珠 (2000)。智能與批判思考。國立中山大學社會科學季刊, 2 (1), 1-28。
- 雷祥麟 (2002)。劇變中的科技、社會與民主：STS (科技與社會研究) 的挑戰。台灣社會研究季刊, 45, 123-171。
- 蘇明勇、黃萬居 (2006)。蘇格拉底詰問模式對六年級學生批判思考能力與傾向之影響。科學教育學刊, 14 (5), 597-614。

Basalla, G. (1988). *The Evolution of Technology*. New York: Cambridge University

- Press.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: P.C. Heath.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 45-48.
- Eugene, J., & James, P. A. (1992). *We the people: an atlas of America's ethnic diversity*. NY: Macmillan.
- Hallström, J., & Gyberg, P. (2009). Technology in the rear-view mirror: how to better incorporate the history of technology into technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(1), 3-17.
- Heath, P. A. (1992). Organizing for STS teaching and learning: The doing of STS. *Theory Into Practice*, 16(1), 52-58.
- Massial, B. G. (1996). Criteria for issues-centered content selection. In R. W. Evans, & D. W. Saxe (Eds.), *Handbook on teaching social issues* (pp. 44-50). Washington, DC: National Council for the social studies.
- McPeck, J. E. (1990). *Teaching critical thinking*. Routledge, NY: Chapman and Hall.
- Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluation critical thinking*. CA: Critical Thinking Press & Software.
- Paul, R. W. (1995). *The art of redesigning structure*. Santa Rosa, CA: Foundation for critical thinking.
- Rosenthal, D. B. (1989). Two approaches to STS education. *Science Education*, 73, 581-589.
- Siegel, H. (1999). What (Good) are thinking disposition? *Educational Theory*, 49(2), 207-222.
- Wade, C., & Tavirs, C. (2007). *Psychology: International Edition* (9th ed.). NJ: Prentice Hall.
- Walker, S. E. (2003). Active Learning Strategies to Promote Critical Thinking. *Journal of Athletic Training*, 38(3), 263-267.
- Wellington, J. (1993). Using newspaper in science education. *School Science Review*, 74(268), 47-52.
- Yager, R. E., & Lutz, M. V. (1996). Teaching societal issues in school science and mathematics. In R. W. Evans, & D. W. Saxe, (Eds.), *Handbook on teaching social issues* (pp. 247-253). Washington, DC: National Council for the social studies.