

國小自然科STS教學模組之探討： 豆漿製作

莊 奇 勳 王 嘉 田

國立嘉義師範學院數理教育系 嘉義師院國教所研究生

摘 要

本研究為合作行動研究，透過研究者與教學者的共同合作，將STS科學教學模式應用於國民小學科學教育學習活動中。研究者首先協助教學者透過研讀文獻與討論等活動建構其STS教學理念，進而於實際教學中運用STS策略以「豆漿製作」為主題，並以國民小學三年級學生為對象發展STS學習活動，由豆漿的製作為起始，透過小組討論、共同討論、訪問、實驗、紀錄、觀察、資料收集、腦力激盪、器材設計、發表、決策等活動，發現製作過程中的各種問題並試圖加以解決。學生在活動中經驗到溶液、濃度、加熱、突沸、過濾等重要科學概念，討論各種設備的選用和其優缺點，並將所學實際應用在生活情境中。研究發現以「豆漿製作」為主題的STS學習活動能夠與學生生活經驗相結合，能夠發展出涵蓋重要科學概念和過程技能的探究活動，並具有其社會文化上的意義，適合作為本土性之STS教學模組。

壹、緒 論

傳統的科學教學強調讓學生學習「科學家」的概念、過程技能、和態度，以培養他們也能夠作為一個「科學家」。這樣的科學教學引發許多問題，例如學生對科學學習的興趣低落、科學教育內容與學生生活脫節、學生無法將所學的科學概念和過程技能應用在實際的情境中、學生缺乏學科間的大概念、學生學成後無法參與處理科技引出的社會問題...等等(王澄霞，民84)。

為了解決傳統科學教育所帶來的問題，以STS(Science-Technology-Society)為理念的科學教育改革近年來受到了各國科教界的重視。STS的教育目標和傳統科學教育目標—

以培訓將來菁英的科學家--不同，STS 是以增進學生了解科學、技學與社會三者間的互動，期能培養學生成為善盡社會責任的現代公民為目的(Solomon, 1993)。目前學界對於STS 的定義，一般有兩種不同的看法。一是將STS 視為一門探討科學—技學—社會之間互動關係的學科，採取獨立設科或列入社會學科(social study)課程單元的方式教學(Heath, 1992)。另一種看法則以美國國家科學教師協會 NSTA(National Science Teachers Association)為代表，將STS 視為科學教育的全面改革，主張真正的學習是無法經由外界傳授而得的，它必須是個人在解決其所面對的問題的過程中，對事物的意義所產生主動建構的結果(Yager, 1992a, 1992b)。因此，STS 被 NSTA 定義為「在人類生活經驗脈絡下的科學教與學」(NSTA, 1990)：

NSTA 認為 STS 是在人類經驗脈絡下(context of human experience)的科學教與學。它代表著適合於所有學習者的科學教育歷程。研究發現明確地證實了在 STS 脈絡下，學習科學能使學生在概念的精熟與運用過程技能的能力上都更精進。所有的學生在各項表現上都有所進步，包括創造能力，對科學的態度，在日常生活中運用科學概念與技能，並能負責任地做自己的決定。

STS 教學的成效在國內外科教界均有肯定的報告，例如 Yager 和 Tamir (1993)對有關 STS 模式的教學成效的幾個研究所作的後設研究(meta-analysis)發現，在概念(concept)、過程技能(process)、應用(application)、態度(attitude)、創造力(creativity)等五個科學領域上的評量結果，STS 教學模式下學習者在概念領域的表現不亞於傳統教學模式；而在其餘四個領域的表現，則顯著優於傳統教學模式。實際參與教學的教師者也對 STS 有正面的評價，例如一群參與愛荷華大學科學教師在職進修計畫 Chautauqua Program 的科學教師所進行的行動研究即指出，STS 教學確實改善了學生應用基本科學概念與過程技能的能力，而這也是傳統科學教育所失敗之處(Yager & Ajeyalemi, 1994)。在國內，王澄霞等人也對實施 STS 教學之成效進行研究，綜言之，STS 教學的成效已廣受肯定。

儘管如此，一項教學改革的成功，無法單由參照他人成功的經驗移植而成；國內在 STS 教學的推展上，首要之務為培養具 STS 教學素養的科教師資，並了解與克服環境與制度上的可能問題；其次，由於 STS 教學重點強調植基於兒童的生活經驗脈絡，在國外成功實施的 STS 教學單元未必能適用本土的教學情境。本研究即試圖透過研究者與教學者「合作行動探

究」的研究模式，進行本土化 STS 教學模組的開發，一則可作為開發 STS 教學的資源，再則可獲致 STS 教學與師資培育上的重要經驗。

貳、文獻探討

一、STS 的意義

從字面上看，「STS」一詞指的是 Science-Technology-Society(科學-技學-社會)。STS 是科學教育上一項根本的改革，藉由強化科學學習的脈絡關係(context)使得 STS 能夠適合於所有的學習者；而不只是少數未來將成為科學家的精英份子。傳統科學教育基於「純科學」的觀點，視科學為科學自身的目的，將科學視為科學家所建立的一套用語結構，而學生們則是為了在現今的科學時代生活所需而學習科學。這種「純」科學觀點下的教學對於一般學生並沒有意義，而且學科不斷劃分的結果造成學生所學的，只是一堆支離破碎的片段知識，無法將所學應用在實際的生活情境中。相對的，STS 試圖跨越學科間的嚴謹分野，將科學引入吾人日常生活的脈絡中，以建立科學與人之間的密切關係。

目前對於 STS 的意義大致上有兩種不同的主張。許多 STS 的支持者將 STS 解釋作課程上的意義，換言之，持這種主張者認為 STS 是一套介紹與討論科學、技學與社會三者之間互動關係的課程，在這種 STS 的課程觀點下設計出一套和傳統科學教材有所不同的、探討科學及技學概念，及其對於社會之意義為基礎的課程結構、課本及學習架構。另一方面，美國的國家科學教師協會(NSTA, 1990)則發表了另一種對 STS 的觀點，將 STS 視為一項科學教育的改革。NSTA 將 STS 定義為在人類經驗脈絡下的科學教學。它同時強調技學和科學的重要性，以及它們在真實生活情境脈絡下的意義。

依 NSTA 的定義，STS 是以學生的觀點尋求真實世界中具有科學和技學成分的問題，並且進行探索、分析，進而把概念與方法運用到真實的情境中，以解決真實的問題。這和傳統科學教學按照事先定義好的科學概念與方法依安排好的進度來教學是完全不同的。一個好的 STS 教學方案必須提供學生將教室中的學習活動擴展至當地社會情境的機會。這些活動應該適合於學生的年齡並且是以學習者為中心的。和傳統科學教學以培養學生成為科學家不同，STS 重視的是培養學生成為具有科學與技學素養，能善盡責任的公民。這樣的素養包括：

1. 能夠善用科學與技學及倫理價值來解決日常的問題，並在日常生活中(包括工作和閒暇時)作出負責任的決定。
2. 在衡量各種選擇的可能結果後，能夠負責任地參與個人和市民的行動。
3. 使用附有證據的合理論點，為所作的決定和所採取的行動來辯護。
4. 為了樂趣和滿足求知慾而投入科學與技學的探究。
5. 表現出對於自然與人為世界的好奇與鑑賞。
6. 運用懷疑的觀點、細心的方法、邏輯的推理、以及創造力去探究可觀察的宇宙。
7. 重視科學研究與技學問題的解決。
8. 尋找、收集、分析、及評鑑科學與技學資訊的來源，並運用這些來源去解決問題、作決定、並採取行動。
9. 能區別科學與技學的證據和個人的見解，以及可靠和不可靠的資訊。
10. 對於新的證據和科學/技學知識的暫時性，保持開放的態度。
11. 認清科學與技學是人類的努力成果。
12. 衡量科學與技學發展所帶來的利益和負擔。
13. 認清科學和技學在增進人類福祉上的優點和限制。
14. 分析科學、技學和社會之間的交互作用。
15. 將科學與技學和人類其他的努力相結合，例如歷史、數學、藝術、和人文學科。
16. 在探討個人與全球性的議題時，能考慮科學和技學的政治、經濟、道德和倫理觀點。
17. 對自然現象能提出可驗證的解釋。

另外，按NSTA(1990)所界定的，STS教學方案具有以下的十一項特性：

1. 學生尋找當地有趣及衝擊性的問題；
2. 運用當地的資源(人力與物力)來尋求解決問題可資利用的資訊；
3. 學生尋求資訊的活動能被用來解決真實生活中的問題；
4. 學習的活動延伸至課堂、教室、與學校之外；
5. 著眼於科學與技學對學生個人的衝擊；
6. 認為科學的內容不僅是學生為準備考試而求精熟的那些概念；

7. 強調學生能夠用以解決他們自身問題的過程技能；
8. 強調生涯規劃—特別是關於科學與技術方面的；
9. 提供學生解決在其社區中他們所找出並試圖解決的問題的機會；
10. 認為科學與技術是面對未來社會方式；
11. 在學習過程中擁有某些自主權(如個人的問題被提出且被尊重)。

二、STS 的五個領域

Yager和McCormack(1989)將STS的評量分為五個領域，即除了傳統科學教學的科學概念、過程技能和科學態度外，還包括創造力、連結與應用。這些領域是STS教學者決定目標，課程標準，教學和評量時的基礎。茲分述如下：

1. 科學概念

科學的目的在於將可觀察的萬物分類成為可供研究的單元，並且描述其物理上或生物學上的關係。進一步來說，科學的目的在於提供合理的解釋。概念領域包括事實、概念、法則，以及當今科學家們所主張的假設和理論。這些資訊通常被分為若干的主題，如運動、能源、動物行為等。

2. 科學過程技能

此領域係指科學家所運用的特定過程(技能)。在學習科學時，熟悉科學家如何思考和工作的過程是很重要的。一些科學過程如：觀察和描述，分類和組織，測量和作圖，溝通和了解他人的溝通內容，預測，假設，假設的考驗，界定和控制變項，解釋資料，以及建構裝置，簡單設備，實體模型等。

3. 科學態度

人類的感覺，價值，以及決策的技能需要加以定位。此一領域包括：對於日常生活中、學校教學中以及老師所教的科學中，發展積極的態度；對自我本身發展積極的態度；探討人類的情緒；同理心；在個人價值上做決策；在社會與環境問題上作決策。。

4. 創造力

大多數的科教方案認為科教方案是幫助學生學習某些指定的資訊內容。很少正式的注意到科教方案應該發展學生的想像力和創造力。在這個領域中有一些能

力是很重要的：形象化—產生心智圖像，以新的方式結合物件和想法，對所遇到的事物提出解釋，提問題，提出物件新的或不尋常的用途，解決問題，設計裝置設備，產生不尋常的想法，並設計檢驗所提解釋的方法

5. 應用與連結

將「純粹的」或「學術的」科學由技學中分離出來是不適當的。學生必需對於他們在學校科學教學中之所學，能夠敏銳地反映在所遭遇的生活經驗中。此一領域包括：在日常生活經驗中尋找科學概念的實例；在日常的技學問題上運用所學過的科學概念和技能；了解家用的科技設備所包含的科學與技學概念；運用科學過程解決日常生活中所發生的問題；了解並評價大眾媒體所報導的科學發展訊息；以科學概念知識為出發來作關於個人保健、營養、生活型態等方面的決策，而不是道聽塗說或情緒化地決策；以及將科學與其他學科整合。

STS 的課程是以應用/連結領域為起點。任何的考慮都是以學生為中心並且必須對學生是有用的。他們將科學概念和科學過程技能應用並連結到真實世界的問題上。如果要提供每個人一套適合而有意義的科學學習經驗，應用/連結領域是直接的起始點。

三．STS 與傳統教學的比較

傳統的科學教學將科學的內容視為客觀存在的學習材料，試圖透過教師、課本和課程經由事先設計好的程序「傳授」給學生，而學生則是被動地接收這些學習內容。而STS教學則認為真正的科學學習，發生於學習者在生活情境脈絡下，為試圖解決自身所面臨的、真實的問題的過程。換言之，STS採取了建構主義學習模式的觀—真正的學習是個人建構其自身所面對的事物的意義的結果。這是STS教學與傳統科學教學根本上的不同。

以下為傳統式的科教方案以及實驗性的 STS 方案之間的進一步對照比較(Yager & Roy, 1993)：

標準的傳統科教方案

- 尋找標準教科書中主要的概念
- 採用教科書及附帶的實驗手冊中所建議的實驗與活動
- 學生被動地吸收教師及教科書所提供的資訊
- 教學的焦點在於所謂的學習重點上
- 將科學視為透過教科書與教師的講述所得到的資訊
- 學生練習基本的過程技能，但並不應用它們去評價事物
- 很少注意學生對未來職業的覺察，只是偶而會提到一些科學家(而且多半是已過世的)以及他們的發明
- 學生專注於教師與教材中所提出的問題
- 科學只有在學校中上科學課程的教室裡產生
- 科學是一種期待學生們去獲得的資訊主體
- 科學課的教學著眼於已知的事物

S T S

- 尋找當地有趣或具衝擊性的問題
- 運用當地的人力物力資源來解決問題
- 學生主動地搜尋可用的資訊
- 教學焦點在於個人的影響，運用學生對問題固有的好奇與關心
- 科學不是僅僅存在於那些印發供學生熟習的教材之中
- 不再強調那些被看作是科學家的神奇工具的過程技能
- 注重職業上的覺察，強調學生未來可能從事的科學與技學方面的職業，特別是在科學研究、醫藥以及工程之外的領域
- 學生經由試圖解決他們所發覺的議題而引發其作為公民的責任感
- 學生學到科學在特定的機構與特定的社區中所能發揮的角色
- 科學是一種鼓觀察和描述，分類和組織，測量和作圖，溝通和了解他人的溝通內容，預測，假設，假設的考驗，界定和控制變項，解釋資料，以及建構裝置，簡單設備，實體模型勵學生們去享有的經驗
- 科學課的教學著眼於未來將會如何

若分別由科學概念、科學過程技能、科學態度、創造力、和應用與連結五個領域來看，STS與傳統科學教學也有著不同的觀點。對照如下：

概 念 (concept)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 學生學習概念以求在測驗時有好表現 ● 概念被視為是教學的結果 ● 科學課的焦點在於學生學到的概念 ● 學生無法長久記住概念 | <ul style="list-style-type: none"> ● 學生發現科學概念在他們自己的生活中是有用的 ● 概念被視為是處理問題時的用品 ● 概念的學習是活動的產物，它是重要的，但並非焦點所在 ● 學生能記住由經驗中學得的概念並將它們關聯到新的情況中 |
|--|--|

過 程 (Process)

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 科學過程是科學家所特有的技能 ● 在學生看來，過程是課程要求他們去練習的東西 ● 學生們無法明白教師為何要強調這些過程技能，因為這些技巧很少會對教室之外的活動甚至於學業成績有所助益 ● 學生視科學過程為抽象的，受崇拜且遙不可及的技巧 | <ul style="list-style-type: none"> ● 科學過程是學生們自己可以運用的技能 ● 在學生看來，過程是他們必需去改進與發展更純熟的技巧 ● 學生能很快地看出科學過程與他們本身的活動之間的關係 ● 學生視科學過程為在科學課中不可少的一部份 |
|---|---|

連結與應用(Connections and Applications)

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 學生視科學課裡所學到的教材為沒有價值與用處的 ● 學生認為科學學習中學到的對於解決當前社會上的問題沒什麼價值 ● 學生背誦他們所學到的資訊 ● 學生無法了解將他們所學到的科學知識與現代科技發展的關係 | <ul style="list-style-type: none"> ● 學生能將他們在科學學習中學到的關連到日常生活中 ● 學生涉及社會問題的解決；他們視科學為善盡其公民責任的途徑 ● 學生尋求科學資訊並加以應用 ● 學生關注當前科技的發展並且了解與科學概念的關係及科學概念的重要性 |
|--|--|

創造力 (Creativity)

- 由於所提出的問題若不符課程大綱的範圍常會受到忽略，致使學生問問題的能力下降
- 學生很少問具挑戰性的問題
- 學生無法找出可能的原因和在特殊狀況下的作用
- 學生少有獨創的想法
- 學生喜歡問更多的問題，並且這些問題被用來發展科學活動與教材
- 學生經常提出引起其興趣而與其他師生不同的獨特問題
- 學生熟練於找出可能的原因以及在特定的觀察與行動下的影響
- 學生有充份的想法

態度 (Attitude)

- 在各年級的學生對於科學的興趣下降(第三、四、五屆國家教育進展評量之科學評量)
- 學生對科學的好奇心降低
- 學生視科教老師為資訊的供應商
- 學生視科學為是種習得的資訊
- 學生在各個年級以及各個特定的課程的興趣增加
- 學生對於現實的世界更為好奇
- 學生視科教老師為促進者/引導者
- 學生視科學為處理問題的方法

四· STS 的教學策略

STS採取了建構學習模式的學習論觀點，而建構學習模式基本的教學策略包括：(Yager, 1992b)

1. 在呈現教師的想法與研讀課本或其他來源的想法之前，先引發學生的想法；
2. 鼓勵學生對彼此的概念與想法提出挑戰；
3. 採取強調互助合作，尊重個人，和分擔工作的合作學習策略；
4. 鼓勵反思與分析的充分的時間；
5. 尊重與運用學生們所產生的所有的想法；
6. 鼓勵自我分析，收集支持想法的真實的證據，以新的經驗與證據為中心重組自己的想法；

7. 運用學生的思考，經驗，以及興趣來導引課程(這意味著常常與教師的計畫不同)
8. 鼓勵運用不同的資訊來源，包括來自文字的材料與活生生的專家；
9. 採用開放性的問題。

與傳統的教學策略相比較，STS教學具有以下的不同特色：

傳統	STS
1. 教師們在他們的教室中與指定給他們的一些學生一同工作	1. 教師們是作為一個具有共同工作目標的團體的一分子
2. 教師們感到受到教科書和課程指引的束縛	2. 教師們的眼光超越教科書和/或課程指引的範疇；這些東西所介定的只是可運用的概念和活動的少部份
3. 教師們以其訓練為界，很少有能與與其他課程領域的教師共同工作--或是來自與他們自己不同訓練的科學教師	3. 教師常常在全校中尋求與他人的連繫；他們也尋求與在全州與全國的教師連繫
4. 教師們傾向於不信任來自社區中的專家的運用(校外的)	4. 教師們看到他們自己以及學生們進入社區之中尋求資訊，專家經驗，想法，和材料
5. 教師們被視為他們所擁有的資訊的分配者	5. 教師們自己有如學習者，並且在學生的學習上扮演促進者和合作者
6. 教師們很少想到科學教師的目標；他們很少參與關於他們的教學的討論以及有意義的對話	6. 教師急於分享他們在尋求擴展其思考方法的哲學；他們尋求幫助他們改進教學的資訊
7. 教師們抱怨在職學習機會	7. 當他們尋求成長和改進時，教師們會尋求在職的協助

在傳統科學教學中，教師主要是依照教學指引或課本的順序來設計教學活動，參考課本中所強調的主要概念，決定在教室中介紹該主題所採取的適當程序。學生很少有機會參與決定學習目標或達到該目標的途徑。然而，STS教學並不是某一節課中事先計畫好的活動，它常常是一連串課堂中以某個主題為中心的探究活動。STS模組經常是由師生共同合作發展的，甚或完全由學生以其自身經驗而提出的。這些議題可能會也可能不會直接與課本上的主題相關。STS模組通常的來源包括了家庭，學生的經驗，報紙，期刊，雜誌，收音機和電視節目，圖書館，教科書，以及當地的，國內的，或者國際性的爭議或議題。整個教學活動計畫也就是為解決生活中真實問題的研究活動計畫。而且，與傳統教學預先設想好的教學計畫不同，STS的教學計畫是在活動過程中進行的。由於學生對於活動主題的決定具有主權，而使他們保有投入研究的熱誠。事實上，STS教學活動的計畫階段和實施

階段並沒有明顯的界限，而是在活動過程中不斷地進行計畫和重新評估的過程。

傳統教學中通常使用的策略包括講授，問問題，描述與解釋，板書摘要及重點，示範，並指導學生研讀課文尋找答案。這些全都是事先計畫的，被動的，而經常是由教師進行的。例如，對學生所發的問題是事先計畫的，而且大部份是要他們回答「是」或「否」，或是其它簡單的答案。即使是實驗也通常是以驗證已知的理論和現象為目的，往往會先由教師示範正確的過程給學生們看。學生們很少參與直接的、實際的、問題解決的活動，也很少透過問答或討論鼓勵他們說出自己的想法。

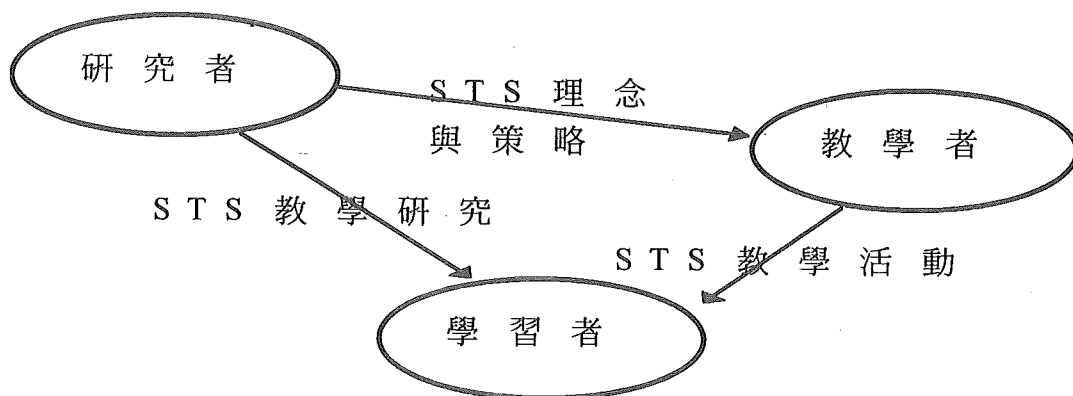
雖然以上的某些策略在 STS 的教學中也會被運用，但 STS 另有一些典型的教學策略，例如合作學習在 STS 教學中經常被運用而且非常有效。其他諸如：田野的考察；實際的實驗活動；專題研究；發表；角色扮演；辯論；圖書館研究；腦力激盪；分組討論；個別或小組專案；問題解決；班級討論與發表；展示；園遊會和科學展覽；同儕教學；設計與建造儀器，模型，及其他學習工具；晤談，錄音／錄影帶，寫信，或是其他研究工具；邀請來賓演講、討論、示範，以及作決策...等等都常在 STS 活動中出現。而且活動的範圍是不限於課堂上，也不限於教室中的，常常會在正常的上課時間以外，也會延伸到校外進行。

在這些活動中，學生學到了解決特定問題或取得所需資訊的科學過程並且加以應用，了解並學習如何配合他人的需要、優點、或缺點，同時也學到有意義的、有趣的，同時與社會有關的概念(包括科學的和非科學的)。這樣的結果使得學生對於科學、技學與社會具有更完整的認識。進一步的，這些習得的經驗將實際影響到他們在生活中所採取的行動。

參、研究方法

一．研究架構

本研究採取合作行動探究法(cooperative action inquiry)，藉由研究者與教學者的共同合作，發展一套適合國內本土化教學的 STS 教學模組。在研究過程中研究者將首先協助教學者增進其 STS 教學素養，進而共同發展 STS 教學活動，檢視與修正活動的進行，觀察與評鑑活動成果，並藉由實地參與現場活動深入了解 STS 教學所可能面臨的各種問題，以提供未來推展 STS 教學與師資培育之參考。整個研究過程之探究模式架構如圖一：



圖一：本研究之合作行動模式架構

合作行動研究係研究者與教學者經由共同合作，以反省、互惠的研究態度，進行對話、協調、省思，不斷地透過分析現狀、發現問題、擬定方案、綜合情況、採取行動、評估成效的歷程(甄曉蘭，民 84)，促使研究者與教學者共同成長，並解決教學實務中所面臨的問題。在研究中，教學者不僅是實務行動的實踐者，也是研究工作的共同參與者；其角色與傳統教育研究中教學者處於被研究的被動地位不同，而是藉由研究者與教學者彼此密切的溝通，共同尋求 STS 教學理念的實現。換言之，本研究試圖透過教學者對於 STS 教學理念的詮釋與實踐，發展 STS 教學模組，探究該模組在實際教學情境下的運作，進而加以改進與修正，並了解教師實施 STS 教學所可能面臨的挑戰。

二. 研究對象

基於研究者與教學者密切之互動需求，並培養教學者之 STS 教學素養，本研究選擇研究者在嘉義師院國教研究所任教“國小自然科課程教學專題研究”課程之研究生在其任教之國民小學三年級學生做為 STS 教學之研究對象。

教學者為現職之國民小學教師，並在師院國教研究所進修；曾在縣教育局承辦科學教育行政業務，現擔任國教輔導團輔導員。教學者平時係三年級自然科科任教師，為免影響學生正常學習進度，本研究之 STS 教學在徵得學校校長與該班級任教師同意後，大部份於週六團體活動時間進行。

三·研究過程

1.建構 STS 教學理念

自八十四年九月份(八十四學年度第一學期)起,研究者指定教學者進行 STS 相關文獻之閱覽,每週並有二小時之討論時間,以協助教學者建構其 STS 教學理念;所閱讀之內容以 Dr. Yager(1984)訪華講學專輯為主,另隨時補充其它國內外相關文獻。研究者與教學者每週至少安排二小時晤談時間,共同討論閱讀心得,並安排教學者參與研究者另一項 STS 國科會整合型專題研究計畫(師院環境科學 STS 教學模組之開發研究)之助理工作,藉以增進彼此對於 STS 教學之認識。

2.選定 STS 教學主題

STS 教學是以學習者生活情境脈絡下的真實問題為出發,發展出待解決的 STS 議題,透過問題解決的歷程建構其科學概念,並將之應用於日常生活之中;因此選擇適當的教學主題實為 STS 教學的重要關鍵。經過研究者與教學者多次討論,參酌日常觀察及與學習者非正式訪談的結果,決定選擇“豆漿製作”為本研究發展 STS 教學模組之主題。

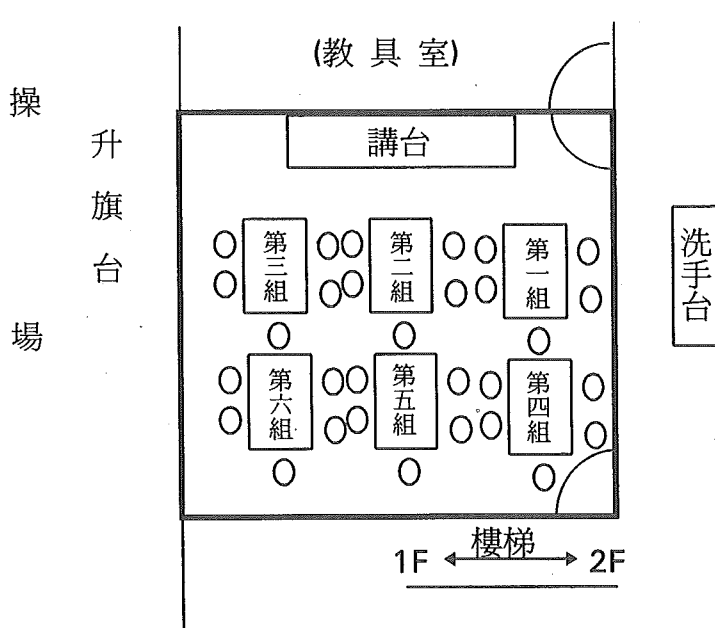
對於本研究中的兒童而言,豆漿是他們生活中常見的一種飲品,許多兒童經常以其作為早餐;有些人家中曾自製豆漿,對於製作方法並不陌生,以豆漿的製作為 STS 主題,能夠符合兒童的經驗以及興趣;而且在豆漿製作過程中涉及的科學概念和過程技能相當豐富,材料的取得也容易,適合 STS 議題並進行探究活動。同時豆漿為我國傳統之食品,具有其本土社會文化上的意義。

3. 進行 STS 教學活動

(1)活動概述

本項研究中第一次的教學活動是利用自然課上課時間進行,因考慮到避免影響學生學習進度,其餘的教學活動均利用週六上午團體活動時間進行。採用這種方式也是考慮到自然課的排課方式是兩節連排,若活動進行的時間太長可能影響了下一節的其他科目的教學。

教學活動主要的進行地點是在中年級的自然科教室,學生依異質分組原則分成六組(即平日自然科上課之分組方式),每組有組長一人;有些活動因器材數量限制,則將前後二組併為一組。教室位於二樓,室內的配置大致如下圖:



圖二：本探究活動之自然科教室平面圖

(2)教學前的相關活動

在教學開始之前，教學者即隨機利用與學生接觸的各種機會試探未來實施 STS 教學的可能方向。例如在音樂課中有一首歌“好和難”，歌詞中有“豆腐好吃磨難推”一句，教學者即由和學生的討論中發現許多學生有「看家人做豆漿或“炊粿”的經驗」，一提到“磨”就會想到“磨粿機”，也有些學生提出以前的人所用的“石磨”，顯示學生們已具有進行豆漿製作 STS 活動所需要的生活經驗背景。又如三年級上學期的自然科有一個“硼酸的溶解”的單元，學生們討論到溫度與溶解的硼酸量的關係時，對“牛奶或豆漿冷了不容易使糖溶解”的現象很感興趣，亦促使教學者相信豆漿製作為一適當的 STS 活動主題。

在活動開始前，教學者利用下課時間與學生談話的機會，事先徵求他們對“豆漿製作”活動的意見，並鼓勵學生留意生活中相關的經驗，進一步確定學生對此一主題具有高度的興趣。

(3)第一次教學活動

第一次教學活動於八十四學年度第二學期剛開學的第一次自然課中撥 40 分鐘進行，主要的目的是引導學生思考 STS 探究主題：豆漿製作過程有關的問題。採用由教學者主導的

團體討論方式，主要包含下列問題：

- 你知道豆漿是怎麼做的嗎？
- 你會做豆漿嗎？
- 做豆漿的過程有哪些步驟？

(4)第一次教學後的相關活動

在第一次教學活動結束前，教學者鼓勵兒童回家後收集有關豆漿製作的各種資料，並觀察與請教家人(或商家)製作豆漿的過程與技巧。一週後教學者利用課餘時間到班上了解兒童進行的情形，並整理學生在收集資料時採取的策略：

- 回憶舊經驗
- 請教家長
- 訪問商家
- 第四台電視廣告(豆漿機·果菜機廣告)
- 文字資料(市售豆花粉包裝袋上的說明)
- 其他

(5)第二次教學活動

第二次教學活動於春假後的一個週六展開，由教師帶領學生於團體活動課堂上試製豆漿，其目的是進讓兒童進一步觀察與嘗試豆漿的製作，並發展出實際可進行探究的 STS 議題。活動中兒童共同討論豆漿製作的方法，先分組進行豆漿製作的活動，再共同討論各組所發現的問題與可能的解決方案。這些問題包括：

- a. 黃豆泡水的時間能加快嗎？
 - 溫度對浸泡時間長短的影響
- b. 果汁機與果菜機哪一種比較好？
 - 過濾·沈澱與加熱的問題
 - 先人研磨黃豆的方法
- c. 怎樣過濾比較方便？
 - 溶質顆粒的大小與濾材的選擇
 - 代用器具的選擇

教學者在活動進行中隨時透過與各組學生的對話，來引發並了解兒童所想到的問題與對這些問題的想法，並加以記錄。

(6)第三次教學活動

第三次教學活動在民國八十五年五月十一日進行，活動的主要目標是讓兒童對其有興趣的議題，進行實驗探究並尋求解決。基於考慮兒童在煮豆漿時的安全性，將原有之六組

併為三組，以便教學者易於掌握各組進行的情形。

活動開始前，教學者將上次教學活動中所提出的三個議題再次揭示，由各組自選一項作為探究的重點。整個活動過程中，教學者僅提供操作方法上必要的協助，而活動的過程由各組學生自行共同討論決定，除基於安全上的問題外，教學者原則上儘量不加干涉，並鼓勵各組自行協商工作步驟，擬定解決問題的策略，並採取行動。活動結束後並進行全班共同討論，由各組就其所探討的議題提出報告：

第一組(原 1, 4 組合併)議題：黃豆泡水的時間能加快嗎？

- 沒有泡水的黃豆磨碎後會變成碎渣，但是不能磨出豆漿。
- 用電鍋煮過的黃豆雖然會變軟，但是也不能磨成豆漿。
- 用熱水浸泡黃豆能縮短浸泡所需要的時間，不過磨出的豆漿不好喝。
- 用冷水浸泡黃豆雖然需要泡比較久，但是磨成的豆漿比熱水泡過的好喝。

第二組(原 2, 5 組合併)議題：果汁機與果菜機哪一種比較好？

- 用果菜機磨豆漿時，機器會自動把豆渣過濾掉一些，但是並沒有濾得很乾淨，最好再用紗布過濾一下。
- 如果把磨好的豆漿先煮過再過濾，因為豆渣會沈澱在下面而燒焦，所以要一直不停攪動，如果先把豆渣過濾掉，可以不用一直攪，比較方便。
- 先煮再過濾雖然必須不停攪動，比較麻煩，但是煮出來的豆漿比較香。
- 因為舊的東西比較有感情，用舊的機器做出來的豆漿特別好喝。

第三組(原 3, 6 組合併)議題：怎樣過濾比較方便？

- 用果菜機磨豆漿時因為機器會自動過濾過一次，再過濾時豆渣很少。
- 選用細的紗布來過濾比較好，而且如果把兩條紗布疊在一起使用，能夠濾得更乾淨，喝起來不會沙沙的。
- 如果先煮再過濾，因為剛煮好的豆漿很燙，可以利用沖茶器過濾比較方便。

(7)綜合活動

教學者最後要求學生應用活動中所涉及的各项科學概念，嘗試分組設計一台“全自動豆漿製作機”，並畫出設計圖。

4. STS 教學資料的收集

(1)文獻資料的收集

在本研究過程中，研究者與教學者持續透過文獻資料的閱覽增進對 STS 的認識，並隨時交換心得；文獻資料來源如國內外各種期刊論文、Dr. Yager 訪華專輯，愛荷華大學

STS 教師在職研究(Iowa Chautauqua Program)資料等，並透過 Internet 搜尋各 STS program 之全球資訊網站台(World Wide Web site 或 WWW site)，以及 NSTA 之 WWW Server 等。

(2)教學活動過程中的資料收集

a. 錄影資料

兒童進行豆漿製作議題探究時，聘請工讀生將活動作全程錄影，並將錄影內容轉錄為文字記錄，以進一步分析學生進行 STS 活動之情形。

b. 攝影資料

進行錄影記錄同時，由研究者隨時拍攝幻燈片，以作為未來建立教學資料庫之參考。

c. 教學札記

教學者對於歷次教學活動過程內容與省思，於活動結束後隨即記下教學札記，與研究者之田野觀察記錄進行對照，彼此溝通與分享，以深入了解教學活動進行之情形。另一方面，研究者對於教學者對於 STS 教學理念之看法、所面臨之困惑與問題亦隨時札記。

d. 訪談札記

將教學活動中與教學結束後教學者與學生之間對話內容加以記錄，以分析學生概念發展情形。

(3)教學資料庫的建立

由教學者嘗試將活動中學生所提出之問題與探討活動之發現和成果加以整理，並依 HTML「超文字標註語言」(HyperText Markup Language)格式建檔，以供未來建立 STS 教學 WWW 資料庫之資料。

肆. 研究結果與討論

一. 教學者的 STS 教學理念

在本研究開始之前，教學者雖然具有參與科學教育工作之經驗，但是對於 STS 科教理念並無認識；研究過程中，教學者必須不斷透過文獻閱覽、實際教學以及自我省思的歷程，建構出 STS 的教學理念。本研究採取了 NSTA(national science teachers association)對 STS 的定義，即視 STS 為「在人類生活經驗脈絡下的科學教與學」(NSTA, 1990)。此一主張係基於建構論的教學觀點，認為知識無法經由教師“傳遞”給學生，而必須

由學習者在問題情境中透過問題解決的過程主動地加以建構；只有學習者試圖解決那些對他們有真實意義的問題，才能產生真正的學習。

本研究所進行的第一次教學活動，教學者所採取了團體討論教學策略，整個活動過程是由教學者提出問題，而學生則就教師所問的問題發表意見。而教學者所提的問題則包含了科學的(如溫度與溶解度)、技術的(如各種的研磨機器)以及社會的(如要學生回家觀察家人與商店製作豆漿的方法)，可見教學者已初步地運用了 STS 的若干理念。而在第二次教學活動時，教學者雖依舊主導學生們製作豆漿的每一過程，但在活動中不斷試圖利用師生的對話來引發學生思考問題，並讓各組分別討論並提出他們在活動中所發現的問題，學習者已不只是被動地回答教師所提出的問題。進行到第三次教學活動時，教學者對學習者的活動過程不再採取主導的立場，而讓學生們自行協商、決策與採取行動，教學者則儘量以參與者的角度與學生互動。

這種師生互動角色的改變，可以由活動中師生對話的內容看出。例如學生把過濾過的豆漿倒進鍋裡準備開始煮時，有人問道：

S1：老師，要不要把豆渣加進鍋子裡面？

T：你們自己決定怎麼做，大家一起商量看看怎麼辦才好呀！

S2：不要啦！不要啦！再加進去過濾就沒用了嘛！

另一個例子是在教學者將過濾用的紗布分給各組時，學生以為是擦桌子的抹布，但是教學者並未直接指出錯誤，而是讓學生自行去思考與討論。

S1：老師，你拿的是什麼？

T：(未回答，打開塑膠包裝袋)

S2：抹布！

T：做豆漿要用抹布做什麼？

S2：擦桌子呀！

直到學生看到紗布包裝袋上的“紗布”字樣，才發現不太對：

S1：不對啦！這是紗布啦！

幾次以後，學生們也漸漸地不再“每事問”了：

S1：老師這個可以放下去了沒？

T：自己想辦法啊！

S2：對嘛，自己想辦法，都問老師。

這種鼓勵學習者自行透過共同協商解決問題的對話，在整個教學活動中隨處可見。然而有些情形下教學者仍會主導學習者的活動，有些是基於安全性的考量，例如瓦斯爐的安裝，果菜機的操作等；有些是為了擴充學習者的學習經驗，例如第三次活動時三組都採取了先瀘再煮的方法，教師則指定其中的一組分別用先瀘再煮與先煮再瀘的方法，來作比較。

由於 STS 的教學強調學習者主動探究並解決問題，與傳統教學中教師將知識傳授予學生的模式不同；教學者在嘗試進行 STS 教學活動之初，對於活動中學生常規的維持十分擔憂。在研究者的說明和建議下，教學者觀察了學生間對話的內容後，發現大部份的對話都和他們正在進行的活動與學習的主題有關，其他非關課程的對話很少出現；這表示雖然表面上教室裡較傳統教學吵雜，但是大部份的時間學生是專注於學習上。於是教學者修正了對教室常規的看法，只在學生的行為與學習內容無關，或是干擾到他人的學習活動時才加以干涉。教學者甚至報告說，學生在 STS 教學中比傳統教學更專注於課堂上的活動，例如在第三次上課時因為校慶在即，操場上正在練習跳「大會舞」，而擴音器正好裝在自然科教室的窗戶上，但是整個探究活動並沒有受到太大的影響。

二. STS 中的科學學習

本研究採取 NSTA 對 STS 的觀點，認為 STS 的學習即是建構論的學習模式。傳統的科學教育觀點受到皮亞傑認知發展階段論主張的影響，教師常質疑處在具體操作期的小學三年級學生是否有能力主動建構出「正確」的科學的概念，進而他們可能會採取教導的方式糾正學生「不正確」的概念。同時由於認為此一階段兒童只能作具體的思考活動，缺乏推理與探究的能力，教師也往往質疑 STS 或其他建構學習模式的教學只能適用於較大的學生而不是小學的兒童(Metz, 1995)。

本研究中，研究者發現兒童對於一些概念無法用成人世界或科學社群中的正確敘述來表達，但並不表示他們不具有這樣的觀念。例如在討論到黃豆泡水後會膨脹的概念時，兒童不知道如何敘述「浸泡」：

T：誰能說說看，豆漿怎麼做？(有三位小朋友舉手，T 指定 S1 發言)

S1：先用水，把豆子放進去，讓它變得大大的……

T：把豆子變大？

S1：是……用一個鍋子呀，把豆子放進去，然後加水，豆子會變大。

T：喔？

S2：把豆子泡水啦！

因此，如果採取紙筆評量的方式，兒童可能因為無法運用成人世界中的語言符號來表述，而被認為不具有這些概念，但由師生的對話中卻能夠發現他們能夠運用這些概念來處理實際的問題情境。

兒童在討論探究過程的另一個有趣的現象，是他們往往混用科學概念與一般社會文化

上的觀念，並影響他們解決問題的策略(Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994)。例如教學者在與學生討論到果汁機與果菜機兩台機器的差異時，兒童認為「舊的」(指果汁機)做的豆漿比較好喝：

- T：(指著鍋中的豆漿)這是用那一種機器的？
S1：(指著鍋子)這是用舊的(果汁機)，(指著燒杯)這是用新的(果菜機)。
T：那一種比較好用？
S：(笑)
T：你們可以比比看啊，兩種有沒有什麼不一樣？
(S 互相觀望了一會)
S2：舊的煮的比較好喝！
T：舊的比較好喝？
S：對！(好幾個人一同回答)
T：為什麼舊的會比較好喝？
S3：我媽媽說舊的機器做的比較好喝。
T：為什麼你媽媽說舊的機器做的比較好喝？
S3：(停了兩三秒)因為... 舊的東西比較有感情。
S2：對呀！舊的東西都嘛比較好。(其他人點頭同意)

由傳統科學教育的觀點，學生這種混入感情因素觀點是不被接受的，應該是因為舊機器(果汁機)沒有過濾的功能，豆渣混在豆漿中一起煮過以後才過濾，所以味道會比較好。但是在此教學者卻接受了學生的這種理由，因為由 STS 的觀點，科學是不應也無法與社會價值抽離的，「舊的比較有感情」這種惜福念舊的情操，並不亞於科學概念本身的價值。

另外，研究中也發現學習者知識的來源是相當廣泛的，包括了家庭生活的經驗，社會的經驗，以及來自於媒體的經驗。在討論到研磨豆漿的方法時，學生首先提出的是果汁機和磨裸的研磨機(來自家庭生活的經驗)，接著有人提出“古時候用的”石磨(社會經驗)，以及電視上購物頻道的廣告(媒體經驗)。研究者也發現雖然三年級的學生還沒有學過「過濾」的概念和技能，但是在活動中卻能夠說出並運用此一概念。這些來自於課本以外生活經驗中的概念，是 STS 活動中學習者進行探究活動並建構科學概念的重要來源。

三. 豆漿製作 STS 教學模組的價值

由於豆漿是學生生活情境中所熟悉的一種傳統飲品，本研究選擇「豆漿製作」為開發 STS 模組之主題，能符合 STS 由生活脈絡中的精神，而教學活動過程也與兒童的生活經驗密切結合。在第二次教學活動進行時，學生們討論「為什麼煮豆漿時要不停地攪動」，有一位學生的媽媽剛好來到學校，該學生向教學者要求去問媽媽，結果這位家長來到教室向

全班說明煮豆漿時要不停攪動豆渣才不會沈澱在鍋底而燒焦。在整個研究過程中學生經常提出家庭生活中所得到的經驗，並與同儕共同討論，可見「豆漿」能符合此一要求。

豆漿製作 STS 單元的另一項特性，是它包含了豐富的科學概念與過程技能。在研究中發現，對於國小中年級的兒童，豆漿製作活動至少可以涵涉以下的科學概念：

- 溶液與溶質
- 濃度
- 加熱與沸騰
- 過濾
- 沈澱
- 黃豆的生長、用途、營養價值
- 黃豆粉的去汙作用
- 其他

在製作豆漿的活動中學習也運用了各種的科學過程技能，來解決他們所面臨的問題。這些過程技能包括：觀察和描述，分類，測量，溝通，預測，假設，假設的考驗，建構裝置以解決問題等。

「豆漿製作」單元除了引導學生學習科學概念與過程技能外，還包含了技術與社會的課題，這些課題亦為 STS 學習模式的重要部分。例如在師生討論中中可以涉及下列課題：

- 傳統豆漿製作技術與現代製作技術的不同
- 研磨器材的種類與特性
- 製作技術的改進與延伸(豆花、豆腐)
- 社會文化的課題(傳統早餐、永和豆漿、大溪豆干)
- 消費者保護的課題(市售豆漿及保久豆漿製作過程與添加物)
- 其他

本研究由於教學對象是國民小學三年級學生，且因教學時間限制，在活動中許多議題的探討均未深入，但已顯示以豆漿製作作為 STS 教學活動的主題具有其發展的潛力。一些可以繼續深入探討的議題包括：不同的豆類的選擇、豆漿濃度的定量研究、溶液的依數性、丁鐸效應(Tyndall Effect)、以及社會性議題的深入探究等，值得繼續發展適合不同學習者的教學模組。

伍. 結論與建議

STS教學與傳統教學相較其優點已見於國內外許多文獻中，然而此種以學習者為中心的教學模式是否能全盤適用於國內的教學環境仍有待進一步研究。由教學過程中，研究者發現受試之國小中年級學童能夠在教師的鼓勵引導下，由生活中的經驗發現問題、尋求解決，在探究過程中建構科學概念，學習過程技能，並應用於日常生活中；同時學生樂於主動思考問題、收集資料、嘗試解決，與他人合作並分享經驗，並樂於花更多課堂以外的時間來進行學習的活動。然而學習進度、教學時間均不易掌握，不易在自然科每週固定的課堂教學中實施，但頗適合利用團體活動、寒暑假科學營，或科學展覽等時機進行。

豆漿的製作簡單，材料取得容易，但在製作過程中可能涉及的科學知識甚為豐富；除溶液、濃度、加熱、突沸、過濾、溫度等國小學童生活中所較常經驗到的概念外，尚可能發展出諸如豆子的種類、生長、用途、營養價值，溶液的種類、溶液的性質、溶質粒子的大小、溫度與溶解度、沈澱、熱的傳導、酸鹼與中和、豆花與豆腐的製作、黃豆粉的去汙作用...等等不同的探究活動；同時豆漿在國人傳統生活文化中扮演著重要的角色，的確相當適合發展作為本土性之 STS 教學模組。

參考文獻

王澄霞(民 84). STS 活動中之「學」與「教」。科學教育學刊，3(1)·中華民國科學教育學會出版。

甄曉蘭(民 84). 合作行動研究——進行教育研究的另一種方式。嘉義師院學報，9，297-318。

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P.(1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. Educational Researcher, 23(7), pp. 5-12.

Heath, P.A.(1992).Organizing for STS Teaching and Learning: The Doing of STS. Theory into Practice, 16(1), 52-58

Metz, K.E.(1995). Reassessment of Developmental Constraints on Children's Science Instruction. Review of Educational Research, summer, 65(2), pp. 93-127.

National Science Teachers Association, (1990). Science/Technology/ Society : A New Effort for Providing Appropriate Science for All. <http://www.nsta.org/handbook/sts.htm>

Solomon, J.(1993). Teaching Science, Technology, and Society. Open University Press, Buckingham, Philadelphia.

Yager, R.E.(1992a). Science-Technology-Society as Reform. ICASE Yearbook, 2-8.

Yager, R.E.(1992b). The STS approach parallels constructivist practices. Science Education International, 3(2), 18-20.

Yager, R.E., & Ajeyalemi, D.A.(1994). STS and student ability to apply science concepts and processes. In R.E.Yager(Ed.), 訪華講學專輯, 國立台灣師範大學科學教育中心.

Yager ,R.E., & McCormack, A.J. (1989). Assessing teaching/learning successes in multiple domains of science and science education. Science Education, 73(1), 45-58.

Yager,R.E. & Roy, R.(1993). STS : Most pervasive and Most Radical of Reform Approaches to "Science" Education. In R.E.Yager (Ed.), What Research says to Science Teacher, 7, 7-13. Washington, D.C.: National Science Teachers Association.

Yager, R.E. & Tamir, P.(1993). STS Approach: Reasons, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. Science Education, 77(6), 637-658.

An STS Teaching Module in Elementary Science: Preparation of Soya Milk

Chyi-shiun Juang

National Chia-Yi Teachers College,

Justin Wang

Graduate Student of NCYTC

ABSTRACT

The research was implemented by cooperative action inquiry. The author tried to employ a Science-Technology-Society (STS) approach in the teaching activities in a third grade science class. The topic of "Preparation of Soya Milk" was chosen to explore the availability of developing an STS module in a local elementary school in Taiwan.

The inquiry lesson was initiated by asking pupils about their prior experience with drinking or preparing soya milk. Pupils in the science class had been involved with the following activities: panel discussions, class discussions, individual or group projects, interviewing, experiments, observing, data collection, brainstorming, designing and constructing equipment, presentation, and decision-making. Both the teacher and the pupils worked cooperatively to find and solve some problems during the process of preparing soya milk.

Through the inquiry lesson, the pupils learned some important science concepts such as solution, concentration, heating, boiling point, and filtering. Meanwhile, pupils experienced some basic process skills like observation, predicting, inferring, and communicating. Moreover, pupils also learned some good attitudes like cooperation, objectivity, precision, and confidence. Pupils concluded inquiry by learning the usefulness of the soy bean residue and the strengths/shortcomings of the experimental equipment.

In conclusion, pupils can apply the lesson "preparation of soya milk" into daily living. And the topic is indeed a good STS teaching module because of its multi-function science inquiry activities and special local culture meaning.