

桃園市109學年度國民中小學教師素養導向優良教學示例獎勵計畫

課程活動設計

壹、課程設計理念

微生物無所不在，小到無法用肉眼察覺，但是在地球的生物系統中扮演舉足輕重的角色，與我們的生活更是鼻息相關。本教學活動設計以下的學習經驗，幫助學生培養與微生物共存共榮的態度與思維。

◎從尺度走近微生物

藉由學生已知的巨觀的動、植物從巨大到微小的歷程，引發對微生物微觀世界的好奇與想像。

◎從品味感受微生物

從嗅覺、觸覺到味覺層次逐步喚醒學生在視覺以外的感官，細細「品味」被微生物作用後的食物，並能練習傳達說出風味。察覺雖然微生物無法用肉眼看見，卻可以從其與環境交互作用後的現象來推論其存在。

◎從閱讀認知微生物

搭配教師提供的有關發酵食材的製程、菌種的選擇及介紹常見微生物等書籍，或網路資訊的查找歷程，讓孩子有機會從生活食品創作、食品科學、微生物學研究等角度，嘗試擴充關於微生物認知的視野。

◎從探究理解微生物

鼓勵孩子由生活經驗、上課體驗、書籍閱讀等線索，嘗試形成探究問題，讓學生經歷設計及解決問題的科學過程。過程中，同時關注培養孩子反思、自評能力的涵養。

◎從生活共好微生物

所有的學習唯有遷移與應用才是真實的學習，本單元期待學生能對於這無所不在的細微存在因理解進而欣賞、尊敬，學習最後階段，安排學生嘗試將整理關於微生物的概念/信念，並轉化為日常生活的行動，甚至進一步能向家人或朋友宣導，幫助自己與家人生活可以更美好。

除了以上學習進程，本單元活動設計還重視學生自我評量反思能力的培養，在活動初始階段，讓學生寫下關於微生物的已知與好奇，隨著探索活動向前推進，引導學生逐步形成具探究性的問題，藉由檢核思考單，幫助學生思考、同時自我評價，有助學生自主學習能力的養成。

貳、課程架構:如下一頁。

無所不在的魔術師

微生物

240 min

微生物研究室

自主探究

問題大會串

確定問題

可探究問題
具研究價值
有根據/有脈絡

檢核表

擬訂研究計劃

合理
可行(時間/人力/資源)
可觀測

檢核表

分組執行

依照研究計劃, 分組進行實驗

資料分析與整理

客觀收集資料, 整理資料

報告撰寫與分享

自評表

閱讀促進探究

小心這本書有細菌
微生物 看不見的魔術師

研究結果評估

我認識的微生物

歷程的整理與反思

What is 微生物

微生物的作用與功能

微生物與環境

生活應用 (科技)

微生物學家 / 美食家 / 作者 / 公民 / 分類學 / 生技公司

共好

行動宣言

微生物學家 / 美食家 / 作者 / 公民 / 分類學 / 生技公司

行動宣言

微生物學家 / 美食家 / 作者 / 公民 / 分類學 / 生技公司

行動宣言

微生物學家 / 美食家 / 作者 / 公民 / 分類學 / 生技公司

行動宣言

微生物學家 / 美食家 / 作者 / 公民 / 分類學 / 生技公司

行動宣言

微生物學家 / 美食家 / 作者 / 公民 / 分類學 / 生技公司

探索

系統尺碼
油封
集菌
CFU
CFU
CFU

無所不在

If then / What / How

轉化的智慧

風味品嚐師
臭/醜臭

毛豆腐
臭豆腐
臭豆腐
臭豆腐

青菜
豆腐
豆腐
豆腐

糯米
油條
米糰
米糰

黃豆
納豆
豆豉
味噌

椰汁
椰果
椰果
椰果

大白菜
韓式泡菜
腐乳
腐乳

西者母菌
西者母菌
西者母菌
西者母菌

200 C.C. 40 C. 水 + 20 g 西者母菌

繼續觀察
繼續觀察
繼續觀察
繼續觀察

土司上的
土司上的
土司上的
土司上的

優格的製作與觀察
優格的製作與觀察
優格的製作與觀察
優格的製作與觀察

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

看見微生物
看見微生物
看見微生物
看見微生物

參、課程內容

主題/單元名稱		無所不在的魔術師-微生物	設計者	陳靜宜
實施年級		六年級	節數	共 12 節，480分鐘
總綱核心素養		A1 身心素質與自我精進 A2 系統思考與解決問題 A3 規劃執行與創新應變	B1 符號運用與溝通表達 B2 科技資訊與媒體素養 C2 人際關係與團隊合作	
領域學習重點	核心素養	<p>自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。</p> <p>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。</p> <p>自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。</p> <p>自-E-B1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的自然科學資訊或數據，並利用較簡單形式的口語、文字、影像、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。</p> <p>自-E-B2 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。</p> <p>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。</p>		
	學習表現	<p>po-III-1 <u>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。</u></p> <p>Ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的產品。</p> <p>po-III-2 能初步辨別適合科學探究的問題，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。</p> <p>pe-III-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。<u>能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。</u></p> <p>pa-III-2 能從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結</p>		

	<p>果和他人的結果（例如：來自同學）比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。</p> <p>pc-III-1 能理解同學報告，提出合理的疑問或意見。並能對「所訂定的問題」、「探究方法」、「獲得之證據」及「探究之發現」等之間的符應情形，進行檢核並提出優點和弱點。</p> <p>ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。</p> <p>an-III-1 透過科學探究活動，了解科學知識的基礎是來自於真實的經驗和證據。</p>
學習內容	<p>INe-III-12 生物的分布和習性，會受環境因素的影響；環境改變也會影響生存於其中的生物種類。</p> <p>INc-III-9 不同的環境條件影響生物的種類和分布，以及生物間的食物關係，因而形成不同的生態系。</p> <p>INd-III-6 生物種類具有多樣性；生物生存的環境亦具有多樣性。</p> <p>INa-III-10 在生態系中能量經由食物鏈在不同物種間流動與循環。</p> <p>INe-III-2 <u>物質的形態與性質可因燃燒、生鏽、發酵、酸鹼作用等而改變或形成新物質，這些改變有些會和溫度、水、空氣、光等有關。改變要能發生，常需要具備一些條件。</u></p>
學習目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生透過品味微生物轉化食材，體驗微生物作用食物被分解的變化，探索微生物的作用現象，察覺微生物無所不在，但能透過環境的控制運用微生物來創造不同的風味。 2. 藉由探索活動引發探究動機，形成探究議題後，學生能嘗試自行設計研究方法進行相關研究，並能將研究結果與同儕分享。 3. 整合探索、探究階段的發現，加入影片、閱讀、討論歷程，建構關於微生物生長、繁殖等概念，省思在生活中與微生物共存之道。
教學策略	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供豐富的探索經驗促成主動探究:微生物雖然充斥在我們身邊，但是學生對微生物的體驗其實很侷限，所以本教學活動安排許多讓學生透過五官體驗、探索的機會，希望透過豐富的探索經驗，引發學生對自然現象的好奇與深度的觀察，進而形成可探究的問題、設計實驗驗證。並關注學生的自主學習，設計研發自評表來幫助學生練習研究計畫及歷程的自我監控，最後讓學生共同研商評價科學報告的檢核表，實際用於聆聽同學報告及回饋評價。 2. 科學閱讀提供學生自主學習及科學探究的養分:本教學活動讓學生從探索中察覺問題，並能從閱讀中嘗試尋找線索、嘗試解釋現象。 3. 科學筆記促進反思:指導學生使用科學筆記用來記錄思考，並培養自我認知評估的習慣，從探索初始寫出已知與好奇；到過程中的觀察紀錄、創造想像；到探究報告的書寫，這些過程除了指導筆記的技巧，同時關注培養學生自我省思的能力。
教材來源	自編

1. 視聽設備:電腦、觸頻、平板。
2. 教具:

(1). 品味活動:

- 醬油、醋、酒、魚露。
- 裁成2*5公分大小的棉紙。



放在玻璃瓶中的詹過醬油氣味紙

(2). 轉化的智慧:

- 豆腐撒上毛黴菌粉，放在25度左右室溫，第二天即可長出。
- 毛豆腐/豆腐/腐化的豆腐
- 味噌/黃豆 /臭黃豆
- 酒釀/糯米飯/臭酸飯
- 芥菜/酸菜/福菜/梅乾菜

教學設備/資源



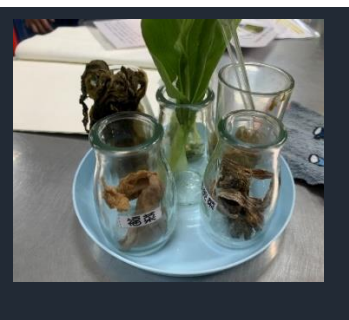
毛豆腐/豆腐/腐化的豆腐



味噌/黃豆 /臭黃豆



酒釀/糯米飯/臭酸飯



芥菜/酸菜/福菜/梅乾菜

(3). 酵母汽水

- 160克水+50克白砂糖+2克酵母粉
- 300c. c. 乾淨的塑膠瓶



(4). 優格製作器材

- 600C.C 鮮奶+1瓶優格
- 電鍋



加熱裝置

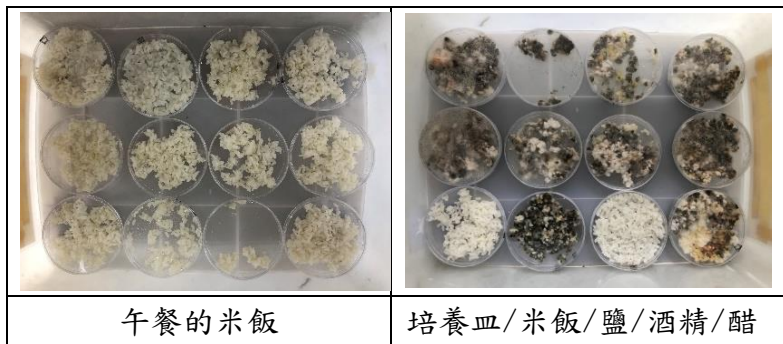
玻璃容器

溫度計

電鍋

(5) 觀察黴菌

- 40倍以上立體顯微鏡
- 觀察樣本: 培養皿、米飯



午餐的米飯

培養皿/米飯/鹽/酒精/醋

3. 閱讀教材:



看不見的魔術師~微生物

小心這本書有細菌

透視微生物

生命有多長

4. 影音資源:

(1) 舌尖上的中國: 轉化的智慧~安徽名產: 毛豆腐



<https://www.youtube.com/watch?v=0fkAs8HKh3c&list=PLaEX8HHJZ0bSql7QXbQZmj9JxXiSEoc&index=3>

(2) 微生物如何溝通

https://www.ted.com/talks/bonnie_bassler_on_how_bacteria_communicate/transcript?language=zh-tw

教學活動設計

教學內容及實施方式	時間	評量
<p>準備活動~走近微生物</p> <p>一、多樣性的地球生物~從巨大到微細</p> <p>配合簡報上的照片，讓學生聊聊以下問題，引發學生察覺地球上許多肉眼無法看見的生物。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 地球上最大的生物…… • 地球上最小的動物是?植物是? • 比這些都還小、無所不在的生物是?  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>教學設計思維</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通常問到世界上最大的生物，孩子們會直覺地說出「藍鯨」，因為微生物、植物通常不會在孩子第一時間的思考範圍，藉由認知衝突，有助學生啟動認知調整的機制。其實目前地球上最大的生物體是一種名為蜜環菌的真菌，但不打算在單元的一開始就說開，而是希望孩子自己拜微生物為師一段時間後，能理解微生物之妙後，再適時引入，以此為始，以此為終，讓孩子不由得要對這樣微小的一群生物肅然起敬。 2. 這些問題的設計是為了幫助學生提取既有關於動植物分類、生存方式、繁殖等認知，作為接下來探索微生物的基礎。 3. 潛藏在這個活動中是跨科概念「系統與尺度」，在生物系統中，什麼較「大」?什麼叫「小」是一種相對的概念，藍鯨很大， </div> <p>二、無所不在的微生物</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請學生猜測或推想下列哪些食物、器材或現象的產生與微生物有關。有關的比○，無關的比×。 	<p>10 min</p> <p>8 min</p>	<p>問答</p> <p>動作 作答/</p>

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量

• 簡報內容包含:巧克力、麵包、雪花、鹽、鐵鏽、酒精、柴魚、椰果。在學生作答時，教師可以簡單的說明



教學設計思維

此活動重點在引發學生察覺微生物無所不在及好奇，在學生的學習經驗中雪花與生鏽的發生應該與微生物無關，但微生物可能可以做為凝結核、生鏽菌會促使金屬生鏽，藉由這些例子目的在拓展學生對於微生物認知的視野，察覺其無所不在的特性。

三、聊聊微生物

1. 請學生想一想，關於無所不在的微生物自己的已知與好奇為何？
2. 先個別寫一寫後再一起聊。

8 min

筆記

無所不在的微生物	
已知	好奇

無所不在的(微生物)	
已知!!	好奇??
看不見 很小 對人體有害 對人體無害	另外還有沒有 微生物? 微生物到底存在東 西上嗎?

教學活動設計

教學內容及實施方式	時間	評量
<p>教學設計思維</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請學生先個別用筆記寫下自己的已知和好奇，筆記提供給學生一個寧靜思考的機會，所以可以讓孩子先各自想想、寫寫之後，再開始聊聊關於微生物的想法與好奇。 2. 學生筆記提供老師一個教學的重要依據，用在這個階段，我們可以用來評量學生的學習起點行為，從學生寫下的「已知」，我們可以據以獲知部分學生的既有概念或迷思概念，從學生的「好奇」我們可以獲知學生的好奇與探究興趣，這些都有助教師進行後續教學時的依據。 <p>發展活動~品味微生物</p> <p>一、風味轉化魔術師</p> <p>人類與微生物攜手合作，將許多食材經由發酵的過程轉化出特殊風味。不同的文化各有其特色的「風味」。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 請學生說說自己吃過或聽過的發酵食品。 2. 請學生品味「醬油·米酒·醋·魚露」等醞釀的氣息。 3. 教師指導搗聞技巧，並鼓勵學生描述、用筆記紀錄所嗅到的氣味。學生較少使用嗅覺觀察的經驗，此處鼓勵學生具體描述，譬如像…的氣味。 <div data-bbox="205 1330 1169 1944"> <p>醬油製程</p> <p>釀酒</p> <p>釀醋</p> <p>魚露製程</p> </div>	<p>12min</p>	<p>筆記/ 觀察/ 口語 評量</p>

教學活動設計

教學內容及實施方式	時間	評量				
<p>4. 請學生在筆記本中記錄下來四種素材的風味。</p> <p>5. 教師提問:經微生物轉化的食材與原來的風味有何異同?</p> <div data-bbox="258 423 525 766"> <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> </div> <div data-bbox="544 423 815 766"> </div> <div data-bbox="850 409 1168 752"> <p>教學設計思維 透過比對的過程幫助學生去察覺不同的素材有相似的氣味，相同的素材可能有不同的風味。</p> </div> <p>6. 體驗「轉化」的魔術</p> <div data-bbox="234 873 1168 1247"> <p>教學設計思維</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 安排醬油、酒、醋、魚露這四種安排，依序體驗，愈見濃烈，希望學生在觀察時後者不被前者干擾。另一個巧思是從中國、日本到東南亞不同民族的發酵文化的產物；醋是酒的延伸產物，這個安排提供學生察覺微生物轉化作用之妙。 2. 要讓學生可以「品味」，我們將棉紙裁切成 2*5cm 大小，僅沾到一些液體。容器最好加蓋，避免氣味互相汙染。 </div> <p>(1)教師播放【轉化的智慧】影片。</p> <div data-bbox="316 1352 678 1592"> </div> <div data-bbox="707 1352 1157 1592"> <p>舌尖上的中國第一季第四集轉化的智慧，第 26 分左右開始介紹安徽毛豆腐。</p> </div> <p>(2)引導學生實際觀察、比較毛豆腐/豆腐/腐敗的豆腐的異同</p> <div data-bbox="316 1682 979 1973"> </div> <div data-bbox="448 1980 533 2011"> <p>毛豆腐</p> </div> <div data-bbox="767 1980 874 2011"> <p>一般豆腐</p> </div>					<p>12min</p>	<p>筆記</p> <p>觀察記錄</p>

教學活動設計

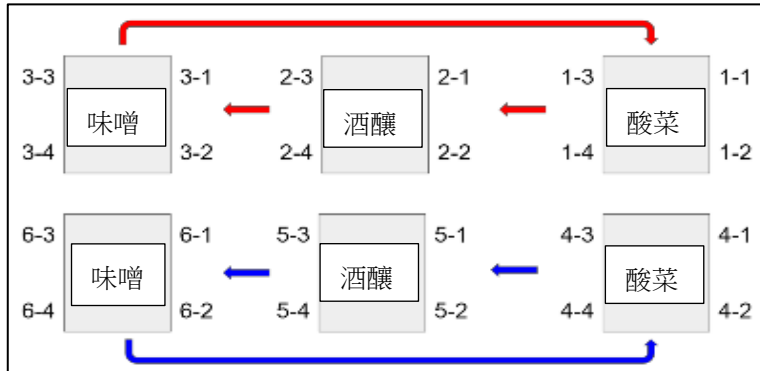
教學內容及實施方式	時間	評量
<p>(3)接下來會有四種食品要學生觀察，教師可以讓學生將筆記或A4 紙張分成四個欄位來記錄。</p> <div data-bbox="317 421 662 618" style="border: 1px solid black; width: 216px; height: 88px; display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;"></div> <div style="width: 25%;"></div> <div style="width: 25%;"></div> <div style="width: 25%;"></div> </div> <div data-bbox="671 416 1177 607" style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-left: 20px;"> <p>設計思維 並列的格式有助於橫向、縱向的比較。</p> </div> <p>(4)教師可以順便指導學生在完成個別素材記錄後，嘗試用有箭頭的連接線去表示食物轉化的過程。</p> <p>(5)請學生談談：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 豆腐轉化後發生了甚麼變化？ 2. 轉化的魔術師是誰？ 3. 怎麼不是其他微生物呢？ <p>(6)是否產生新的好奇、疑問，請翻回第一頁，記錄下來。</p> <div data-bbox="756 638 1157 1164" style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-left: 20px;"> </div> <div data-bbox="217 1238 1163 1491" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p>教學設計思維</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生筆記觀察記錄，這個階段除了嗅覺的觀察，提醒學生可以輔以觸覺的探索。感覺一下毛豆腐與豆腐觸覺上的差異。 2. 此階段為探索階段，教師的提問在引發學生更多的好奇及探究的動機，而非直接傳授有關微生物的知識。 </div> <p>二、探索食物轉化的魔術</p> <p>此活動讓學生分組帶著探索任務進行跑台探索、觀察記錄。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生要思考：變化是如何發生的？ <ol style="list-style-type: none"> (1). 觀察、聞、嚐觀察味增、酒釀、酸菜的食材原型與微生物轉化後的情形。 (2). 想一想微生物從哪來？ 2. 教師說明跑台流程。 	<p>3 min</p>	<p>口語 評量</p> <p>觀察 記錄</p>

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量



3. 觀察搭配閱讀找線索：每一桌上除了食材，還有搭配的閱讀文本，提供學生收集線索。
4. 資料整理與歸納：比對食材原貌與微生物作用的結果，有哪些變與不變？



27min

觀察
筆記

5. 發揮想像力，微生物如何【轉化】呢？

閱讀素材：陳淑霞老師協助編輯

閱讀素材：微生物

閱讀素材：酒釀

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量

教學設計思維

此階段的三種發酵食材：酒釀、酸菜/福菜/梅乾菜、味噌除了嗅、觸覺外，鼓勵學生增加味覺的品味。另外，這個階段強調孩子帶著問題來觀察，嘗試從現象中歸納出共同的原理原則。三個探索活動都分別搭配閱讀素材，介紹製程及相關的微生物，這樣的設計是希望孩子可以練習自主學習。

這個活動希望提供學生想像創造的機會，教師鼓勵學生想像微生物對食物做了什麼？造成食物的外型或風味轉變了？

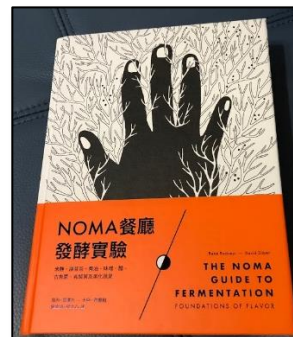
統整活動:聊聊寫寫

1. 教師介紹丹麥有名的米其林餐廳

Noma 餐廳主廚在 Noma 餐廳發酵實驗 中闡釋關於製作發酵食物過程的衛生管控時寫道：「如果你做出來的東西聞起來不對勁（不僅有魚露般的臭味，還有聞了令你作嘔的腐敗味），請相信你的鼻子，直接丟棄。」



Noma 餐廳主廚



Noma 餐廳發酵實驗

2. 請學生想想、寫寫是否支持這個觀點，並說明根據那些現象？

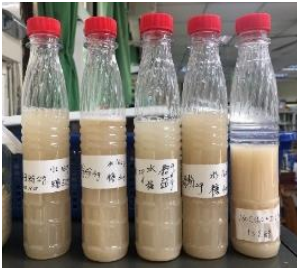

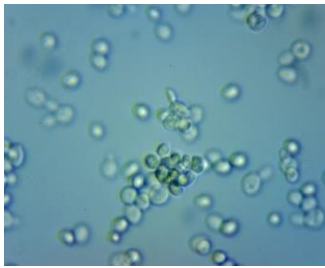
教學設計思維

1. 提供 Noma 餐廳大廚的觀點，讓學生嘗試去統整兩節課關於微生物作用，察覺不同的微生物作用後，食物會有不同的外型或氣味。
2. 藉由先在筆記寫寫想法的過程，讓每個孩子都有獨自想想的機會，才不會每每僅由主動發言的學生占滿了思考的空間。學生不一定要寫完，寫只是一個思考的媒介、是一個思考的印記。
3. 透過組間交流，可以讓不同的意見互相激盪，接著鼓勵學生回家整理筆記時，把自己的意見再次整理得更完整。

8 min

筆記

分組
報告

教學活動設計		
教學內容及實施方式	時間	評量
3. 小組討論、組間想法交流。 4. 組間想法交流。 5. 回家作業： (1). 整理筆記。 (2). 繼續想像微生物是如何作用呢？	2 min	
..... 一、二節完		
回顧及筆記回饋 (第 3.4 節開始)		
三、看見轉化 教師說明有同學在筆記的「已知/好奇」欄中問道：「微生物看得見嗎？」今天我們就來觀察微生物的作用過程，也讓大家「看見微生物」。	10 min	
(一)、酵母糖水的觀察~從現象推想微生物 1. 品嚐酵母汽水。 2. 探索酵母汽水 (1). 酵母汽水 DIY，繼續記下「好奇」。 (2). 酵母菌的產氣現象觀察：寫下小組的發現。 (3). 顯微鏡下的酵母菌：寫下小組的發現。 (4). 記錄自己的好奇與疑問。	15 min	觀察 記錄
		
酵母汽水	酵母菌作用觀察	顯微鏡下的酵母菌

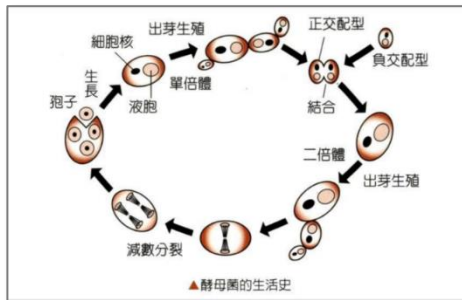
教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量

3. 認識酵母菌生活史



教學設計思維

這個活動的安排目的是讓學生親眼看見微生物的轉化過程，藉由酵母菌作用及顯微鏡觀察到的現象，幫助學生嘗試去理解酵母菌的生活

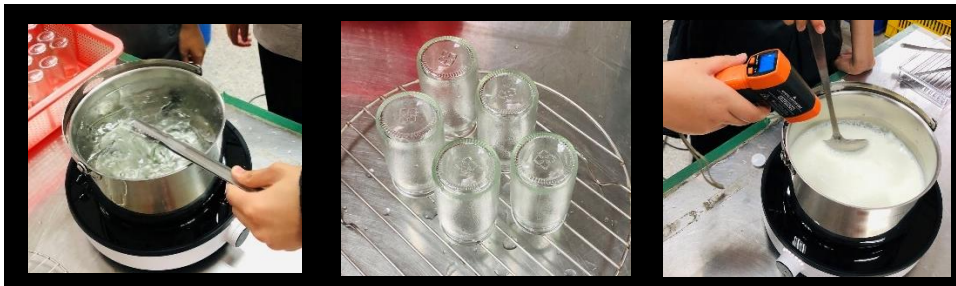
上

(二)、牛奶變優格

1. 說說製程
2. 品嚐與記錄

15 min

觀察
記錄



容器煮沸殺菌

晾乾

牛奶加熱至 45 度



倒入優格拌勻

分裝到容器中

用電鍋保溫 2 小時

教學設計思維

優格的作用時間至少需要 2 個小時，這個活動不一定要全部的學生都參與到，老師可以彈性安排部分學生利用早自修或午休時間先製作，並在課堂上分享製作過流程及發現。這邊老師尤其要注意同學分享時是否有交代到滅菌方式、加熱牛奶的溫度、保溫方法以及牛奶前後的變化。

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量

(三)、我的好奇與挑戰

教師引述人稱發酵大師的克莉絲.赫茲文在發酵文化一書的話，鼓勵學生提出想挑戰食物發酵相關的問題。

克莉絲.赫茲文：「沒有人可以真正成為發酵大師，我認識的佼佼者經常覺得自己一事無成，那是因為他們相當用心，也不斷在學習。」



教學設計思維

從前面酵母汽水的製作或現象的觀察，學生通常會開始好奇諸如：

- 酵母汽水的氣是什麼氣？
- 酵母汽水的糖可以換成麵粉嗎？
- 製作酵母汽水的水溫會影響產出氣體的速度嗎？
-

優格的製作，學生會好奇諸如：

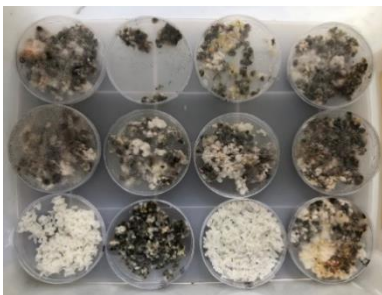
- 溫度會影響優格固化嗎？
- 加哪一種優格效果好？
- 加入糖會影響優格的固化嗎？

15 min

觀察
記錄

(四)、食物腐敗軍團-看得見的真菌家族

1. 教師引介肉眼看得見的微生物家族:真菌。
2. 介紹立體顯微鏡的操作方式。
3. 黴菌樣本觀察。
4. 欣賞黴菌的微觀世界。



教學設計思維

1. 教師事先準備好發霉的樣本，建議使用塑膠培養皿，避免黴菌被擠壓變形，最好可以密封，避免氣味或孢子汙染。
2. 因為既定負面印象影響，所以學生通常不喜歡觀察黴菌，先處理好樣本後，接下來就是幫助學生觀察到微觀世界的美。在 40 倍立體顯微鏡下，可以看見黴菌存在的立體空間，不同的菌落有不同的顏色、型態。如果設備許可，老師可以先拍幾張黴菌的「美照」讓學生欣賞。

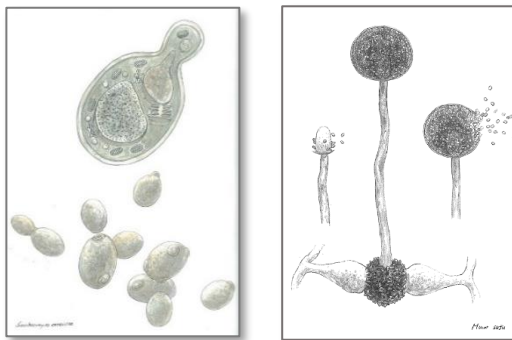
5. 如何進行顯微鏡的觀察記錄？

(1). 可以指導學生調整好焦距後用顯微鏡觀察時，可以在視窗眼中先瀏覽找到比較完整適合觀察的個體，接著可以調整細調節輪，幫助進行細部結構的觀察。

(2). 觀察繪圖指導：

- 提供觀察繪圖的樣本讓學生參考是一個不錯的方法。
- 提醒學生不需要把整個視窗都畫下來，只要找到完整的單一個體，仔細看清楚後再繪圖。

15 min



圖片出處：菇的呼風喚雨史

6. 透過閱讀認識黴菌。



出處：這本書有細菌



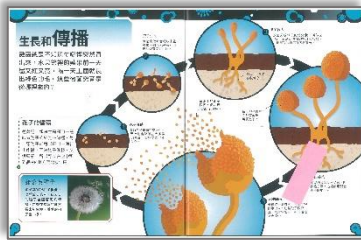
出處：這本書有細菌

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量



出處: 這本書有細菌



出處: 透視微生物

7. 觀察與發現，引導學生提出

5 min

教學設計思維

1. 這個活動安排讓學生透過閱讀，認識黴菌，閱讀資料如上，這裡可以指導學生將閱讀到的訊息彙整到自己的觀察筆記中，教師也鼓勵學生開始嘗試以黴菌構造的相關科學語詞；諸如菌絲、子實體、孢子囊等語詞來進行溝通。
2. 本活動還有一個重點，教師應鼓勵、引導學生將觀察到的現象互相比對，嘗試去找到其中的原則或是規律，或者是彼此的差異。

統整活動： 回家作業： (1). 整理筆記 (2). 找找黴菌、試試作優格。

5 min

..... **三、四節完**

回顧前兩節課及筆記回饋 (第 5.6 節開始)

四、微生物研究室 I


(一)、微生物大哉問!

- (1) 「微生物如何溝通？」有同學提出了一個科學家研究了好久的問題。你們覺得科學家如何解決這個問題?



TED 影片: 微生物如何溝通。

8 min

教學活動設計		
教學內容及實施方式	時間	評量
<p>(2)老師從 TED 的演講中找到這段演說。</p> <p>(3)找到一個好問題，嘗試去進行觀察與驗證，就有機會發現大自然中蘊藏的奧秘。</p> <p>(二)、問題大會串~~我的好奇</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.分組收集筆記本中有紀錄關於微生物的好奇。 2.將大家都覺得感興趣的問題寫在紙條上，填上組別編碼後，張貼於黑板上。 <div data-bbox="229 685 1149 920" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>教學設計思維</p> <p>這個活動目的在鼓勵學生勇敢提出問題，同時也希望學生知道科學家並非單打獨鬥，即使是很有名望的科學家，背後常常有一群科學夥伴一起努力。</p> </div> <p>(三)、閱讀找找</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.教師發下共讀書：「<u>看不見的魔術師~微生物</u>」。 2.發下便利貼，請學生試著從書裡找看看，是否有自己小組提出的問題的線索或他組的線索。 3.組內分享自己閱讀的發現，並嘗試對話，從線索中推論小組問題的可能解釋。 4.跟全班分享小組解決及待解決的問題。 <div data-bbox="871 1111 1137 1431" style="text-align: center;">  </div> <div data-bbox="229 1518 1155 1859" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>教學設計思維</p> <p><u>看不見的魔術師~微生物</u>是一本繪本，相信在這本書無法回答孩子們所有的提問，但在孩子找尋線索的同時，從繪本淺顯易懂且廣泛介紹微生物的內容，可以提供學生關於微生物的基礎認知。但同時也可能引發新的好奇與提問，譬如：「為什麼微生物可以讓動植物復活？」</p> </div>	10 min	口頭 回應

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量

(四)、我們的研究問題與假設

1. 請學生重讀自己的筆記，用色筆標註出自己在各個體驗活動曾經提過的問題。
2. 教師引導學生思考：「哪一類的問題可以透過自己探究來解決？」並發下右側檢核表，讓學生在形成探究問題時，幫助自己評估用。
3. 小組合作，彼此分享自己好奇的可探究問題，找到大家共同感興趣的問題，然後用此檢核表檢核。
4. 組員合作嘗試去解釋該問題，從而形成對該問題的假設。
5. 請各組報告自己的研究問題與假設，其他組幫忙用檢核表檢核後給予回饋。

我們的問題值得探究嗎? 專題研究設計思考單

我們的研究問題是:()

檢核項目	分 項	分項重點摘記	核可
我們怎麼想到這個問題	我們從生活經驗想到		
	我們從自然課中學過		
	我們從書中看過		
	其他		
這個問題可以探究嗎	我們曾經觀察到……		
	我們有察覺到影響的因素		
	我們有初步解釋現象		
	我們有形成假設		

六年丁班 第 組 成員:

10 min

(五)、研究問題審查。

教學設計思維

教師可以事先彙整學生在筆記本中的題問，讓學生做為比較，其實學生在第一堂課提出的關於微生物的問題，通常因為缺乏具體對象，也沒有觀察經驗作為支持，通常這類問題的解決會透過資料查詢的方式找查線索，應用別專家學者的學術發現的二手資料直接回答或推論訊息獲得新的觀點。但這四堂課，因為學生有了較多的觀察、體驗，所以這個階段，教師引導的重點是指引學生聚焦在觀察探索獲得的線索，在關注比較與發現的過程，通常科學性的可探究問題會隨之產生，教師再讓學生嘗試用他的已知的科學知識去解釋現象，通常就可以形成所謂的「科學假設」了

12 min

統整活動:

回家作業:嘗試為小組的研究問題設計一組實驗。

五、六節完

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量

回顧前兩節課及筆記回饋 (第 7.8 節開始)

五、微生物研究室 II

(一)、擬定研究計畫

1. 請學生於組間分享上次回家功課在自然筆記中的實驗設計。
2. 小組依據組員的分享，進一步共同研商有共識的實驗設計。
3. 教師提供右側實驗設計檢核表，加入學生的討論中。

我們的實驗設計合理嗎?

專題研究設計思考單

我們的研究問題是:()

檢核項目	分 項	分項重點摘記	核可
研究計畫設計合理嗎 	1. 實驗設計有符合研究問題嗎?		
	2. 有明確的規劃材料與數量嗎?		
	3. 有設計對照組實驗嗎?		
	4. 只有一個改變的因素嗎?		
	5. 除了操縱變音外，其他的變因都有保持一樣?		
	6. 有數次觀察紀錄的方式。		
	7. 預期看見的結果為何? 我們預測實驗結果為何?		
研究計畫的執行可行嗎 	我們有足夠的時間做實驗		
	我們有足夠的人力做實驗		
	我們可以收集到材料		

40 min

4. 教師特別提醒學生應變變因的測量應該要明確。
 - 要改變的是哪一個因素?
 - 哪些條件要一樣?
 - 要觀察記錄哪個因素? 怎麼描述? 需要測量嗎?
 - 多久觀察一次?
 - 需要繪製紀錄表嗎?

(二)、研究計畫審查

1. 各組進行實驗設計報告。
2. 教師指導沒有輪到報告的同學，嘗試搭配檢核表來聆聽同學的研究設計，適時地提出回饋意見。

40 min

統整活動:

回家作業:

.....七、八節完.....

教學活動設計

教學內容及實施方式

時間

評量

回顧前兩節課及筆記回饋 (第 9.10 節開始)

六、微生物研究室 III

- (一)、實驗進行
- (二)、實驗報告整理
- (三)、設計「實驗報告評估表」:可以用 google 表單輔助。

幫實驗報告給評價

請同學報告, 她回饋。

*必填

報告組別 *

- 第一組 酵母菌的氣味什麼氣味?
- 第二組 毛霉菌落在別的食材上孢子囊會改變顏色嗎?
- 第三組 菌種和培養基的生長嗎?
- 第四組 不同食物上生長的菌種不一樣嗎?
- 第五組 菌絲的形成一定要在溫度45度左右嗎?
- 第六組 微生物的孢子怎麼製造食物呢?

1.明確的表達研究問題 *

優秀 1 2 3 4 5 可

2.實驗則設置合理 *

1 2 3 4 5

3.實驗設計有實驗組對照組

1 2 3 4 5

4.實驗組對照組改變的因素只能有一個

1 2 3 4 5

5.實驗記錄清楚(我聽得懂)

1 2 3 4 5

6.結論要根據研究結果做總結 *

1 2 3 4 5

我的姓名 *

您的回報

- (四)、實驗報告自評
- (五)、研究成果發表與互評

教學設計思維

1. 這兩節課對老師來說通常是個大挑戰，微生物的實驗通常需要較長的一段時間，所以可以彈性安排，先進行第十一、十二節的教學活動，帶學生完成研究後再進行成果研討會。
2. 任課教師可以跟班級導師商量，安排早自修或午休時間讓學生進行實驗或觀察記錄。
3. 如果學校設備許可，提供學生平板，讓學生可以拍照、整理資料、查詢資料、繕打研究報告等，有利於學生研究成果展現。

統整活動: 回家作業:研究心得撰寫。

九、十節完

教學活動設計

教學內容及實施方式	時間	評量
<p>回顧前兩節課及筆記回饋 (第 11.12 節開始)</p>		
<p>七、我所認識的微生物 (一)、回顧探索、探究的發現</p>	10 min	
<p>(二)、全民【新】攻略!微生物大哉問「求解」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師利用 google 簡報，以學生提出的關於微生物的好奇，提供閱讀的訊息，讓學生以共用的方式標註資料中與問題相關的線索。 2. 兩人一組，寫下從線索推論出關於該問題的「正解」，拍照後上傳到同一個共用簡報上。 3. 小組報告，其他同學共同研判「正解」是否合理、可信。 	30 min	閱讀 與推 論
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; border: 1px solid black;">3. 細菌和菇有什麼關係?</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>細菌和菇都是真菌，菌類由孢子繁殖而成。菌類可以寄生、腐生、共生。菌類的繁殖方式有無性繁殖和有性繁殖。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; border: 1px solid black;">4. 沒有微生物我們能生存嗎?</div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>4. 沒有微生物我們能生存嗎? 我們覺得不太行，因為有很多動物、人類都需要微生物，連環境都需要，像森林中的落葉、屍體要靠微生物分解。</p> </div> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; border: 1px solid black;">5. 微生物真的什麼都吃?</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>微生物真的什麼都吃? 不是 只有 動物 吃 食 食 食 食 食</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> </div>		
<p>(三)、用數字看微生物</p>	20 min	
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>		
<p>(四)、我想對微生物說……</p>	20 min	筆記
<p>..... 十一、十二節完</p>		

參考資料

- 微生物-看不見的魔術師/上誼出版社
- 小心這本書有細菌/大石文化
- 菇的呼風喚雨史/積木出版社
- 鼻病毒/上誼出版社
- 少了微生物，我們連屁都放不出來：細菌病毒如何決定人類的生活，以及我們該如何自保？/如果出版社
- NOMA 餐廳發酵實驗：米麴、康普茶、醬油、味噌、醋、古魚醬、乳酸菌及黑化蔬果/大家出版社
- 發酵文化：古老發酵食如何餵養人體微生物？/方舟文化
- 酒釀/聯經出版社
- 繪圖解說渠的秘密/晨星出版社
- 值得認識的 38 個：細菌好朋友/國語日報
- 細菌好朋友 2：超越人類的 35 種細菌生存絕技/國語日報
- 國家地理酷科學 微生物學了沒/大石文化
- 小不隆咚：我們是微生物！細菌、病毒與真菌小小世界裡的大知識
- 超圖解微生物圖鑑/東販出版社
- 發酵是種魔法/日月文化出版
- 發酵的科學 [日本の伝統 発酵の科学](#)/晨星出版社

實施省思

一、課程應與時俱進

「微生物單元，似乎跟我小學時學得差不多！」這是我跟共備夥伴共同的心聲！但，明明關於微生物的知識，其實已經比以往還要豐富很多，尤其現在流行病的原

因，大家努力的「滅菌」，但其實，走在尖端的思維是希望與微生物共好，所以，在這次從自編教材到教學實踐的過程中，深刻的體會到課程需要與時俱進。但，要能夠跳出我們既有的學習慣性及思維，需要的能量很多。這段時間我閱讀、觀察然後常識破框，似乎有那麼一丁點的成果，我和共備夥伴們創造了一個與原來教科書「風味」不同的微生物單元，也看到了孩子有別以往的學習表現。

• 3/30 當我多知道一點，我反而^不覺得自己知道的還有更多、更多。

• 從食物實務工作者身上，我感受到對食物及微生物的理解與尊敬。

• 從微生物生態學者筆中，我感受到的是在微生物面前的謙卑。

漸漸的，我開始興奮(醞釀)一段時間的課程，“二次醱酵”後，我(在乎值入)“靈魂”，用心看待文化，用心看待“萬物”。

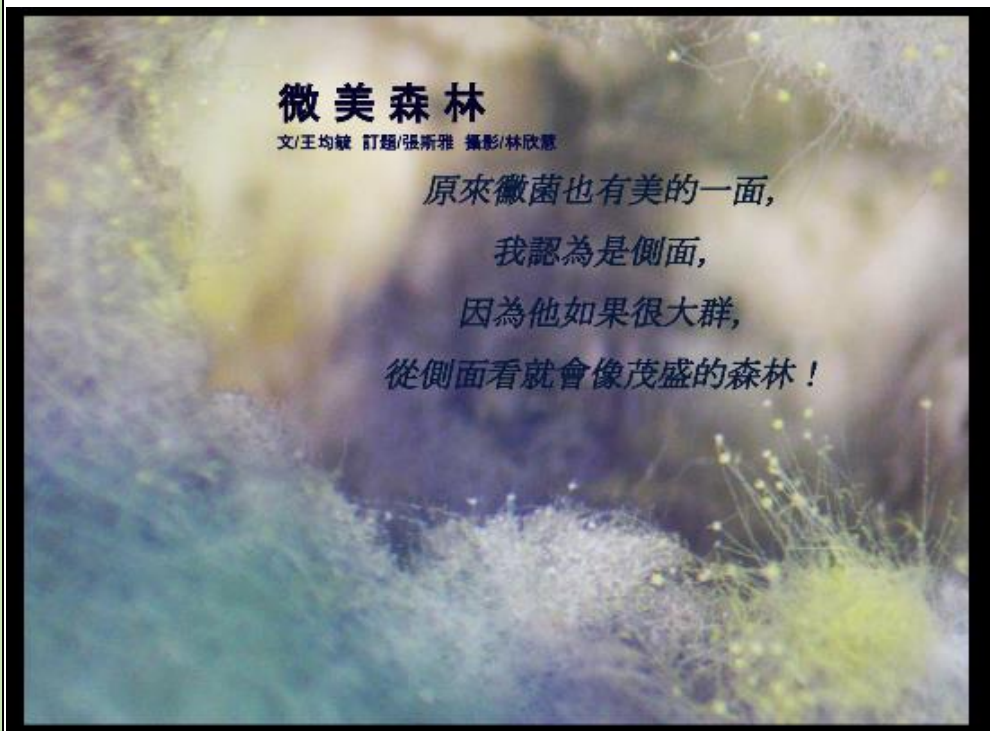
一次又一次的享受造物世界所帶來的驚奇！

二、孩子是天生的探索家

在課程發展的過程中，我在12節課中，排了六節打算讓學生經歷一趟完整的開放式探究歷程。其實，就是一種「應該可以」的想法，畢竟我們都不曾這樣做過。所以過程中，我們花了很多會議記錄沒出現過的時間進行討論，因為沒那樣做過，所以顯然我們需要想得更仔細！有人說：「相信就會看見！」秉持著這樣的心念，就這樣跟孩子們一起走了這一趟，甚至到單元的最後還遇到全國停課！我們還是在網路上把最後的「研討會」完成了！孩子是天生的探索家，端賴我們安排怎樣的學習經驗給他。

三、從美的角度欣賞

「蛤！老師可以不要嗎？」這是孩子們對於黴菌觀察的共同心聲！但這次的微生物單元，有一位學生用立體顯微鏡觀察時，驚呼：「哇！好美！」我趕緊請他在筆記本記了下來，後來我發現他在自然筆記裡寫了一段話，我把他的話加上了我們當天觀察的黴菌照，整個就是一種讓人感動的美！這是我從學生那裏學到的！無與倫比的重要的「科學之美」、「萬物之美！」



三、從探索到探究的醞釀機制

「觀察」，大家通常會直觀的覺得這是科學探究能力的「基礎」，好像因為是「基礎」，大家似乎都覺得觀察這個能力不難！但，沒有好的觀察就不會察覺到問題，當然也就無法啟動後續的科學過程。在這次的

教學設計中，安排了許多讓學生「觀察」的活動，在「品味」活動中，我關注學生對氣味的描述及傳達，但是，直到學生觀察完黴菌、酵母汽水後，我驚覺沒有安排讓學生停一下，仔細觀察比對與發現的時間!因為這個覺察，在探究的活動中多了一點細節，讓孩子靜下來多看看、比對，一個個值得探究的問題就生成了!所以「觀察定題」真的很重要，試探究啟動的重要機制!

四、我們是研究團隊

在這次的教學研究中，好像進了微生物研究所般!從一本本「專家」的著作中，我試著去領略科學家、發酵工作者或廚師、微生物生態學家們看待微生物的視角，他們都同樣讓我學到「尊重」!因為小維同學的好奇:「微生物如何溝通?」讓我再次得到一個重要靈感!其實，我第一次讀到小維的問題時，我不以為意，我的確認為:微生物哪會溝通?後來在書上我看到了微生物化學物質溝通的機制時，繼續去找資料，看到了TED的這段演說，最後，這位教授秀出了她研究室的科學家們的大合照，她說當天他演講的內容都是這群人的發現!我深為這段講演而感動，我覺得這可以給孩子一些啟發，我們班是個科學社群，大家彼此分享、彼此激勵!共備社群是我的教師專業發展社群，我們彼此切磋共同合作，教學才更完滿!我們的社會也是一個團隊，大家共同研究努力，社會才會更進步!微生物那麼小，看似微弱，但他們可以彼此共構互相依存，從最小的個體卻能組合出最大的生物體!足見團結合作之要!

