科學教育學刊
2024, 第三十二卷第三期, 257-291
DOI:10.6173/CJSE.202409_32(3).0002

Contemporary Journal of Science Education
2024, 32(3), 257-291

應用潛在狄利克雷分布的主題建模技術分析科學教師的探究教學目標及其與108課綱「探究與實作」課程目標之比較

洪菁穗[1、2、*]　張仁誠[2]　吳心楷[2、3]

[1]臺北市立和平高中
[2]國立臺灣師範大學　科學教育研究所
[3]南非約翰尼斯堡大學　科學與科技教育學系

摘要

本研究呼應人工智慧技術在科學教育研究方法上的精進，採用自然語言處理領域中潛在狄利克雷分布(Latent Dirichlet Allocation, LDA)的主題建模技術，來分析高中科學教師對「探究與實作」課程所持有的教學目標，並與課綱中的課程目標進行比較，同時探索教師的任教科目、專業成長經驗、科學教學年資、探究教學年資等背景因素與其教學目標的關係。「探究與實作」課程是十二年國民基本教育課程綱要(簡稱108課綱)自然領域教學中重要的革新，而教師的教學目標是行動的核心動機因素，可引導其教學實務的規劃與執行，故成為本研究的焦點。而LDA技術可以識別文本中的潛在主題，不受預先設定的分析框架所限，有助於本研究探索教師持有的想法。本研究徵募40位具有探究教學經驗的科學教師參與半結構訪談，並使用R程式語言對訪談的逐字稿進行主題建模分析。結果指出教師的教學目標分屬於10項主題，每項主題都包含數個目標。其中，讓學生投入科學實務，發現與解決問題，提升學習動機與科學態度等目標普遍存在於大部分的主題中。但發展模型、數學與運算思維、論證與建構解釋等科學實務較少被提及。相較於課綱目標，培養自主行動、高層次獨立思考能力及跨領域的知識與能力等目標也比較少見。不同背景因素的教師在教學目標上有部分交集，也有各自強調之處。研究結果盼能提供教師及師資培育單位在設計課程及專業成長活動時的參考。

關鍵詞：LDA (Latent Dirichlet Allocation)、主題模型、科學教師、探究與實作、教學目標

壹、前言

近年來，國內外的科學教育領域皆強調以探究為基礎的科學教學，並設計相關課程以協助學生投入科學實務。教師透過探究式教學讓學生可以從切身的科學議題出發，經由投入科學實務、解決問題的過程中，可同時學會多元的能力、科學知識與態度，為

*通訊作者：洪菁穗，sui20120401@gmail.com；ORCID：0000-0002-3554-9832
投稿：2024/5/19，修訂：2024/9/23，接受：2024/9/23，線上出版：2024/11/29

培養具有科學素養的未來公民紮下堅實的基礎(教育部，2018；National Research Council [NRC], 2012; Osborne, 2014)。過去的30年間，有大量的研究顯示，在教師的引導下，適當頻率的探究教學可以有效提升學生的科學知識、探究能力、後設認知能力、科學素養及學習動機、對科學的興趣等正向態度(de Jong et al., 2023; J. Kang & Keinonen, 2018; Marshall et al., 2017; Nunaki et al., 2019; H.-H. Wang et al., 2022)，並提升低成就學生的科學學習信心、成就目標及發展多樣化的學習策略(Kuo et al., 2019)。

然而，探究教學能否成功，教師在其中扮演著關鍵的角色。他們在後設認知、概念發展和社會調節等方面運用多樣的教學實務和策略，提供學生適當的引導或鷹架，以協助學生取得更好的學習成果(Dobber et al., 2017; Vorholzer & von Aufschnaiter, 2019; H.-H. Wang et al., 2022)。Ajzen與Kruglanski (2019)指出目標是行動的核心動機因素，在教學的場域中，教師若設定了在後設認知、概念發展和社會調節等面向的教學目標，他們可能會在教學中為這些目標採取適合的教學實務和策略，以達成學生對應的學習成果。與教學目標相關的文獻亦發現，教師的目標導向會影響或預測其教學實務及學生的目標導向(Daumiller et al., 2022; Dresel et al., 2013)。此外，教師的精熟目標與學生觀察的教學實務顯著相關，而此精熟目標的教學實務能進一步促進學生的學習動機(Schiefele & Schaffner, 2015)。換言之，教師若對精熟目標的重視程度下降也會造成學生學習科學的動機下降(Vedder-Weiss & Fortus, 2018)，進而影響學生的學習成效。因此，教師的探究教學目標與其教學實務、學生的學習動機及成果關係密切。

科學探究與科學實務包含許多面向，也承載多樣化的教學目標(教育部，2018；NRC, 2012)。Halawa等(2020)回顧了2008 ~ 2017年間與小學探究教學、科學實務有關的310篇實徵研究；發現最常見的教學目標是認知的、其次是情感的、認識觀的(epistemic)、最少的是社會文化的目標。此外，教師會設計不同的教學活動來達成對應的目標，例如：他們常用實驗、討論來達成認知、情感的目標，若要達成認識觀的目標，常會採用講述及討論。

儘管國家政策及師資培育機構鼓勵科學教師實施探究式教學，教師所持的教學目標可能與國家課程標準所建議的課程目標存在著落差，這種落差會進一步影響學生的學習成效(Kawasaki & Sandoval, 2020)。由於教師的教學目標為他們提供了一個概念框架，以理解課程並做出教學和評量的相關決策(Friedrichsen & Dana, 2005)。因此，探索教師的教學目標有助於理解教師如何及為何實施探究式教學。此外，Westbroek等(2017)發現創新的教學相較於原來的教學若能滿足越重要、越多樣的目標，則教師更有執行的意願。反之，不同教學目標間若存在著衝突，例如：師資培育的課程目標與師培生的教學目標有所衝突，則會減少教師執行探究教學的意願與頻率(Hutner et al., 2021)。因此，本文旨在探索教師的教學目標，期盼呈現目標的內容與多樣化，並與課綱的課程目標進行比較，進一步提供教師參考，也為師資培育課程及教師專業成長活動提供務實的建議，讓二者逐漸接近。

根據情境認知的觀點(Lave & Wenger, 1991)，教師對於探究教學的概念，包括教學目標，是在學習及教學過程中與所處的實務社群互動而逐漸形成。因此教師的背景因

素，包括：任教科目、年資與教師專業成長經驗等，意味著教學情境、互動時間、在社群中的角色、任務及互動內容的差異。上述的差異可能會形塑出教師對探究教學的不同目標，也暗示他們在執行探究教學時可能需要不同的支持。本文將探索教師背景與其探究教學目標的關聯，為高中科學教師的探究教學目標繪製更完整的圖像，以利相關單位提供適切的支持。

為了探討教師的教學目標，過去研究常使用問卷調查(Aydeniz & Southerland, 2012)，基於預先建立的架構以分析教師的訪談(洪菁穗、吳心楷，2022)，及回顧教學目標的相關研究(Halawa et al., 2020)。然而，這些方法可能會受到問題和分析編碼引入的預設或假定，而錯過資料中基本潛在的主題，造成研究限制。因此，本研究採用潛在狄利克雷分布(Latent Dirichlet Allocation, LDA)的主題建模技術，以分析高中科學教師關於「探究與實作」課程的教學目標之訪談。作為一種非監督的分類方法，LDA讓我們能夠將大量未標記的文檔分類，以揭示其中的潛在主題。透過使用LDA技術，本研究旨在探索科學教師的教學目標，並將所得的教學目標與臺灣十二年國民基本教育課程綱要(簡稱108課綱)的高中探究與實作課程之課程目標進行比較。此外，本研究也將進一步探索教師的任教學科、年資、專業成長經驗等背景因素與其探究教學目標之關係，並提出相關的討論與建議。

貳、文獻探討

在前言的基礎上，文獻探討包含兩部分。第一部分聚焦於教師的教學目標，說明目標的定義、本質與相關理論，並加入近年來科教領域對於目標的不同觀點及相關的重要文獻，再進一步說明教師背景因素與教師探究概念、教學實務的關係。第二部分關注LDA在教育的相關研究，包括在國際及國內科學教育領域的相關研究。

一、教師的教學目標

(一)教學目標的重要性與其相關研究

目標是指人們通過行動希望達到的一種狀態或結果(Kruglanski, 1996)或被定義為「對未來世界以及個人與世界的關係之期望狀態」(Hutner, Sampson, Chu, et al., 2022, p. 72)。關於教學目標的本質及目標與行為的關係，學界有不同的看法。本研究採取Ajzen與Kruglanski (2019)及Hutner與Markman (2017)的看法，認為目標是行動的核心動機，而目標、中介、環境表徵會共同影響行動。以下將分別論述學界的不同看法，與相關的研究。

許多學者認為教師的教學目標是其信念或概念的一部分(Friedrichsen & Dana, 2005; N.-H. Kang, 2008; N.-H. Kang & Wallace, 2005)，或是觀點(view)的一部分(Brown et al., 2006; Demir & Abell, 2010)，其中Crawford (2007)將觀點視為教師知識及信念的總稱。在討論教師對於創新教學或學習的概念(例如：探究教學)時，這些概念同時牽涉到信念與知識，難以區分。教師信念可視為教師所持有的關於教學與學習的預設，是一個包含多元成分的信念系統，這些信念彼此相關、多重而非單一；其中，越受到關注、越核心的信念對行為影響越大(Pajares, 1992)。而教師的教學目標做為信念的一部分，在教師做教學或課程相關的安排及決定時，發揮了重要的影響力(N.-H. Kang; H.-H. Wang et al., 2020)。例如：H.-H. Wang等的研究中，兩個高中教師團隊以複雜的水耕系統為主題，發展並實

施跨學科的STEM整合課程。他們分別開發多課堂及課外活動兩種跨科合作模式，而兩個團隊都有相同的目標，包括運用真實世界的問題協助學生看到STEM之間的連繫，學習STEM的知識與技能，並以此解決真實世界的問題。該文指出教師的教學目標是影響跨學科合作模式能否成功運作的重要因素。

教師通過各種教學實務的執行，包括：規劃課程、進行活動或評量等，以實現他們的期望狀態，即其教學目標。因此，教師的教學目標可能會顯著影響其教學實務和學習活動的設計。例如：González-Howard與McNeill (2019)發現，在實施相同論證課程的兩位教師中，一位教師強調同儕學習以改進學生的論點，而另一位則希望學生透過合作來培養彼此的共同理解，而這二種不同的目標與觀察到的學生論證討論中的模式一致。換言之，強調培養學生的共同理解之課堂，學生會更常在彼此的想法上建立或延伸論證。

除了前述「目標是信念或概念的一部分」之觀點，近年來，有一些學者重新思考目標的本質與重要性，並修正或建構理論以說明目標與人類行為的關係(Ajzen & Kruglanski, 2019; Hutner & Markman, 2017)。Ajzen與Kruglanski整合了各自提出、且具有廣泛影響力的計畫行為理論(Ajzen, 1991, 2012)與目標系統理論(Kruglanski et al., 2018)，而提出理性目標追求理論(theory of reasoned goal pursuit)，希望增強對人類行為的預測與解釋能力。他們的理論認為目標是行為的核心動機，由於大部分的行為都是目標驅動的，因此計畫行為理論所預測的行為只有在明確或隱含地包含驅動這些行為的相關目標時才會成功。此外，他們認為個人通常同時追求多個不同的目標，當某行為有助於實現的目標數量愈多，目標越重要、愈可取，即提供愈大的主觀價值，則該行為愈可能被執行。

此外，Hutner與Markman (2017)提出一個目標導向的認知模型(a goal-driven model)，模型中將目標獨立於信念之外，而認為目標表徵、中介表徵(信念、知識、教學法、身分)及環境表徵(物理或社會環境)會互相影響，彼此激活，也會共同影響人類的行為。該模型認同知識和信念在認知中所產生的影響力，但認為教師的目標是最終能啟動動機和行為系統的心智構造，能進一步引導行動。基於此觀點，課堂實務被認為是對計畫和教學過程中在認知中活躍的目標的回應，而科學教師的教學實務是為了滿足他們的一個或多個目標(Hutner, Sampson, Baze, et al., 2022; Kruglanski et al., 2018)。

過去研究亦指出教師通常會同時對一個課程或活動擁有多重教學目標的現象。例如：在Westbroek等(2017)的研究中，參與教師在規劃、執行化學教學時的目標包含學生能有學習動機、能連結化學概念與日常現象、能看見過去的知識與現有知識的關係、能有自己的產出成果，也能運用基礎知識理解複雜現象。而教師會採取不同的教學實務或策略來達成這些教學目標(Kawasaki & Sandoval, 2020)。例如：在N.-H. Kang與Wallace (2005)的研究中，一位教師採取結構化的科學活動以傳遞知識、訊息並教會學生，以協助學生通過州指定的考試，同時也使用開放性的實驗活動來提升學生對科學的信心並構建自己的知識。

Hutner、Sampson、Baze等(2022)認為教師在不同的教學法之間的選擇不是權衡所有選項的整體優點而決定，而是基於每個選項支持一項或多項當前目標的程度而定。

Janssen等(2013)及Janssen等(2015)致力於探索如何讓創新的教學在實務中實現，他們主張若希望教師執行創新的教學，要協助教師滿足更多或更重要的目標。Westbroek等(2017)也指出教師認為教學創新能滿足的目標越多，他們實施創新教學的意願也越高。洪菁穗與吳心楷(2022)關於教師的科學實務與教學目標互動的研究也支持這樣的論述，該文指出教師最常執行的科學實務為觀察與提問，計劃與執行科學調查，獲得、溝通與傳達訊息。教師也賦予了這三項科學實務相對上較多的教學目標。例如：希望學生透過「計劃與執行科學調查」發展實作能力、執行科學探究、整合成果、面對困難與未知、整合科學知識、合作學習等，有10項教學目標超過3個反應數。反之，最少提及的科學實務「論證與建模」，被賦予的教學目標也很有限，僅有辨識資訊的正確性超過3個反應數。

另外，官方文件、政策、社會脈絡與同事等因素都會影響或促進教師的目標設定(Hutner, Sampson, Chu, et al., 2022)，但不同的目標之間也可能存在衝突。例如，Anderson (2012)指出基於研究的科學教育目標與教師的教學目標和實務之間存在著鴻溝，後者可能更重視事實，及與測驗相關的問責制度(test-based accountability)。Kawasaki與Sandoval (2020)也發現，在他們的研究中，教師的教學目標與美國的科學教育標準(Next Generation Science Standards, NGSS)存在著不一致，進而影響了教學實務和學生的學習成果。即便是來自於師資培育或教育政策的科學教育目標之間也可能存在著衝突，Hutner等(2021)發現，職前教師面對著執行全面的探究教學、防止迷思概念及採用學生喜歡的學習方式等目標衝突，由於探究教學難以追蹤每個學生的學習行為，以防止迷思概念，學生也喜歡有些筆記可以參考，因此教師傾向於使用講述主導的教學方式，減少探究教學的比例。

由上論述可知，探索科學教師的探究教學目標能協助研究者及教育相關單位瞭解教師在多方因素影響下的綜合考量，也提供了影響探究教學成效的重要因素。此外，也能瞭解教師賦予不同的科學實務哪些教學目標及其重要性，以作為「協助教師滿足更多或更重要的目標」(Janssen et al., 2013, 2015)之參考。

在臺灣，為了改善原來以標準化測驗為主的中學科學教育，提升學生的學習動機，增進其科學素養，教育部推行108課綱，所有的高中生都必須修習四個學分的「探究與實作」課程(教育部，2018)。換言之，教育政策敦促高中教師採行探究教學課程，由於目標是行動的核心動機(Ajzen & Kruglanski, 2019)，教師的教學目標若與課綱目標保持一致，可能會採取有效的教學實務與策略，以達到教育政策所預期的目標。反之，若這些教學目標之間產生衝突，可能會影響課程改革的成效。因此，將教師對探究教學的目標與國家課綱進行比較，理解二者的差異，對於師資培育及教師專業發展的課程規劃能提供重要的參考與啟發。

(二)教師的背景因素與其探究教學概念、實務及教學目標

在過去的30年間，探究教學獲得許多國家的肯定與支持，相關教學活動普遍出現在科學課堂中，對應的研究主題既多樣化且數量龐大(Dobber et al., 2017; Strat et al., 2024)。但人們對於教師的任教科目、年資等背景因素與其探究概念、實務的關係仍然所知有限，包括這些背景因素與教師的探究教學目標之關係也鮮少被關注。然而，教師的探究教學概念(例如：教學目標)經由自身學習與

教學的經驗逐漸累積，因此會受到過程中的情境或背景因素所影響(Breslyn & McGinnis, 2012; Capps et al., 2012; Kim et al., 2013)，包括任教科目、年資、專業成長經驗等。

在Hutner與Markman (2017)所提出的目標導向模型中，教師的背景因素透過中介及環境表徵與目標表徵互動，一起或各自影響教師行為。換言之，脈絡、背景因素會影響教師採納的目標和為實現目標而採取的實務與行動(Hutner, Sampson, Chu, et al., 2022)。從情境認知的觀點(Lave & Wenger, 1991)，不同學習領域或科目其學科結構與教學、學習情境各不相同，教師在科學及教學實務社群中互動的結果，其教學概念與探究教學實務也會有差異。比較不同領域的科學家社群，Cetina (2009)發現研究蛋白質合成的分子生物學家比較重視經驗與個人主義，但需要團體合作的高能物理學家則比較不重視經驗，而比較看重探究的符號學。Breslyn與McGinnis (2012)以美國國家專業教學標準委員會所認證的中學科學教師作為研究對象，該研究指出在探究概念上，生物教師比其他自然科教師更重視學生自行選擇調查題目、化學教師較強調內容知識，物理教師則比地球科學(簡稱地科)教師更重視使用數學與建模。而在學生的探究實務上，相對而言，生物與地科教師較重視科學調查，化學教師聚焦內容知識，物理教師則較常使用數學方程式與建模。換言之，在該研究中，不同任教科目的教師之探究教學概念與教學實務有部分差異。臺灣的教育脈絡與美國不盡相同，臺灣高中教育面對強烈的升學壓力，同時，探究教學也持續受到關注，本研究盼在此情境下探索不同任教科目的高中科學教師之探究教學目標，為學科與教學目標的關聯提供更豐富、完整的圖像。

在教師專業成長活動對其探究概念(包括探究教學目標)的影響部分，相關文獻指出，透過專業成長學習教師可能產生較清晰、完整的探究概念(陳均伊，2010；C. Lotter et al., 2007; Luft, 2001)。對於自己在教學中的角色有更多元、動態的認知，例如：由指導者轉變成協助者(曾崇賢等，2011；Luft)。此外，對探究教學的自我效能、成果有更正面的看法，也能執行具有彈性、多種類的探究活動(曾崇賢等，2011；Capps et al., 2012)。但這些變化也可能是短暫的，需要有持續的支持系統以固化改變(Capps et al., 2012)。基於前述的文獻，本研究推論專業成長經驗較豐富的教師可能會提到更正確、多元的探究教學目標。由於他們參與許多探究教學活動的設計與執行，可能也會提到更多與教學方法、策略有關的行動目標。

至於年資部分，隨著教師在實務社群中互動經驗變多，其負擔的任務、工作內容及關注的教學實務也會有所變化(Lave & Wenger, 1991)。在探究教學部分，Demir與Abell (2010)發現初任教師持有不完整的探究觀點或概念，他們認為探究是發現式學習、是學生所啟動的問題解決過程，重視動手做的部分，但對於證據、解釋、溝通與辯證等思考部分則比較忽略。此外，他們認為引導探究是教師告訴學生怎麼做，而非透過問題思考。Kim等(2013)也指出新加坡的在職教師重視知識甚於過程技能，強調較高的思考層次及問題與知識的連結，也強調創造環境、讓學生自由進行探究。而職前教師則重視過程技能甚於知識，重視教師的引導及學生在思想上的投入，不一定要牽涉較高的思考層次。此外，探究專業成長活動對初任、資深教師都有正向效應，但影響不同，初任教師在信念的改變比實務多，而資深教師的信念比較穩定，在實務上更有可能進行學生中心

的教學(Luft, 2001)。以上述文獻為基礎，本文推論年資可能會影響教師對不同科學實務的重視程度，例如：資淺教師重視過程技能與動手做，資深教師較重視論證、解釋與知識在探究活動中的角色。此外，高年資的教師由於教學經驗比較豐富，可能會展現更多樣、靈活的教學方式或策略。

文獻欲探索年資對教師的探究教學概念之影響時，常選擇職前教師與在職教師作為研究對象。然而，即使同為在職教師，擁有不同年資，其教學目標與所需的支持可能也有差異。例如：Louws等(2017)指出課程和教學是初期和中期職業階段的教師持續學習的核心，而晚期職業階段的教師更期待學習課外任務與創新表現。因此，本文會關注不同年資的在職教師之探究教學目標。此外，教師的科學課程年資與探究教學年資並不相同，有些資淺的科學教師已經有蠻豐富的探究教學經驗，反之亦然。上述文獻並未將這兩種年資分開，本文對這兩種年資與探究教學目標是否存在著不同的關聯感到好奇。綜上所言，由於科目、教師專業成長經驗、年資(包括科學教學年資及探究教學年資)與教師教學目標關係之相關研究有實務上的價值，且有研究的發展空間，本文將進一步探索其關係。

二、LDA主題建模的教育研究應用

(一)LDA在國際科學教育的相關研究

LDA是自然語言處理中被廣泛使用的一種概率模型，主要用於主題建模。此方法能自動識別文檔資料集當中的潛在主題，也能識別、描述文件集的潛在主題結構。此方法假設每個文件都是這些主題的組合，類似於詞袋主題的組合。每項主題被表示成一個離散的概率分布，指出每個詞在該主題中出現的可能性(Blei et al., 2003; M. Wang et al., 2023)。換言之，每項主題都是由一組詞彙依據不同的機率混合而成。透過運用LDA，可以計算每項主題中相關性最高的詞語，它們在每個文檔中的比例，以及每項主題在特定的文檔中出現的概率，進而識別每項主題的意義與和特徵(圖1)。

近年來，LDA主題模型的新興技術逐漸應用於教育研究。例如：Yin與Yuan (2022)和Capatina等(2024)分別將LDA技術運用於混合式學習與沉浸式學習的研究。也有學者將LDA應用於數學教育研究，例如：Sakshi與Kukreja (2023)和Hwang與Cho (2021)分別將此技術用來分析數學表達式識別(mathematical expressions recognition)及數學教師知識相關的大量文章摘要，以提取出主要的研究主題與趨勢。

LDA的應用也延伸到科學教育的領域，作為一種相對創新的研究技術，相關的科學教育研究數量仍然很有限。其中，M. Wang等(2023)運用LDA來探索中國職前教師對科學本質的觀點，並將主題建模結果與科學本質觀問卷(Views of Nature of Science Questionnaire)的理論框架進行比較。此研究指出，職前教師對科學本質持有簡化或混合的觀點，而科學本質的不同面向並非獨立，而是互有關連。LDA也可用來分析學生的論證文本，Xing等(2020)使用LDA來識別學生對複雜科學現象的書面論證中的潛在模式，並將其與現有的論證框架進行比較，研究結果凸顯出LDA在揭示學生科學論證中的語義模式(semantic patterns)方面之潛力。

此外，LDA主題建模也常被用來進行文獻回顧。在物理教育部分，Yun (2020)根據兩本物理教育主要期刊的3,704篇摘要分析了研究趨勢與轉變，而Odden等(2020)則對2001年

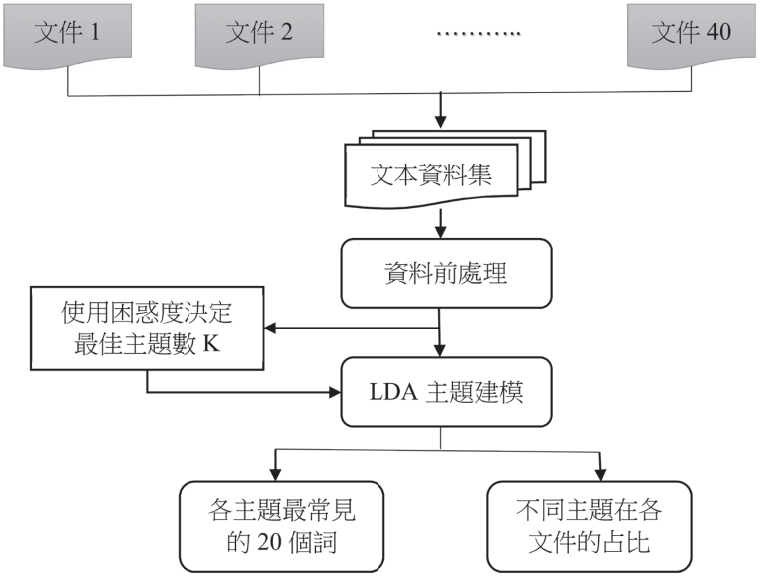

圖1：主題建模的過程

至2018年間發表的「物理教育研究會議論文集」中的論文進行主題建模，分析的結果呈現了研究主題隨時間變化的趨勢，並提供可行的未來研究方向。在科學教育部分，Odden等針對1922 ~ 2019年發表於《科學教育》(*Science Education*)期刊的文章進行LDA分析，最後將這百年來的科教研究分類成21個主題，分屬3個主題組(thematic groups)，即科學內容主題、教學焦點主題和學生焦點主題。該文也呈現這些主題及主題組隨著時間的消長，並分析了國家政策變化對研究主題改變的影響及不同主題間的交互影響等。

上述研究呈現出LDA技術在不同資料量、不同的文本類型(例如：學生的論證文本、答題內容或大量的文章)中擷取主題、追蹤變化、分析關係上的強大研究潛力。

(二)LDA在臺灣教育相關議題的研究

國內LDA主題建模的研究主要出現在資訊管理、資訊工程、科技管理、企業管理、電機工程、經營管理等領域中，近年來，相關研究也常出現於圖書資訊學、行銷學、醫務管理、金融學、運輸與物流管理、數據科學、傳播與社會及新聞學的領域中。然而，與教育相關的研究數量不多，主要為碩士論文，期刊論文的數量更有限；以下簡介這些國內教育領域的LDA相關研究。

在期刊論文部分，宋如婷與蔡文榮(2022)聚焦於臺灣博碩士論文系統的117篇及ProQuest Dissertations & Theses資料庫的228篇數學史教學相關之學位論文，探索國內外數學史融入教學之相關研究，及研究主題的分布與變化。

在碩論部分，謝知庭(2020)以實驗教育三法公布後的碩博士及期刊論文為分析資料，探索2014年至2020年之間，針對實驗教育以主題建模方法所得的每年10項主題之議題差異與趨勢分布。張芝琳(2021)分析2016 ~ 2021上半年在「社會科學引文索引」(Social Sciences Citation Index, SSCI)中的web of science平臺、臺灣博碩士論文系統及華藝

線上圖書館中與農業教育相關的研究，並比較國內外相關論文的潛在主題及內容。該研究發現國內外有一些相同的主題，例如：飲食安全、營養與健康，永續農業等。但國外的研究關注的範圍還包括貧窮、性別地位和教育資源等議題。許雅婷(2022)針對教育政策聯盟等三個美國教育智庫的2,981筆文本進行文字探勘，以尋找潛在的主題結構與文本資料的趨勢。該文發現美國智庫的發展多元，且能因應時事變化；所提出的議題趨勢能呼應教育政策內涵，而其議題內容的潛在主題結構與自身願景有較大的關聯性。

潘鳳婷(2022)與廖邵瑋(2022)則分別運用主題建模的方式建置課程相關的書籍推薦模型及科技華語推薦詞彙表，以提供教師合適的教學資源，減輕負擔。其中，潘鳳婷從TAAZE讀冊網站取得147,990本書籍資訊，並分析11個課程教案，以主題建模技術尋找課程中的潛在主題。此外，透過分析課程與書籍的相關性，做為建議的依據。研究結果顯示，該書籍推薦系統能有效地提高教師工作效率與課程品質。廖邵瑋則以「泛科學」的11,067篇科普文本，分別訓練LDA主題模型以及Word2Vec詞向量模型，藉此發展出科技華語教學的輔助資源。例如：以LDA主題建模技術找出九大潛在科學主題，並參考國教院詞語的難度分級，建置各領域的主題推薦詞表。

綜合以上所述，雖然LDA技術已見於臺灣教育相關議題的探索，但偏重於公開的文件、資料庫或學術論文的分析，幾乎不見於對教師或學生資料的探索。再者，主題建模技術在科學教育研究方面仍然少見，存在著很大的發展空間，對於國內的科教研究更是如此。因此，在前述的基礎上，本研究呼應M. Wang等(2023)的做法，將LDA用來分析科學教師訪談的逐字稿，將此技術應用於質性研究的紮根理論中(宋如婷、蔡文榮，2022)，探討以下研究問題：

1.運用LDA主題建模技術分析高中科學教師對於「探究與實作」課程的教學目標，其所識別的主題為何？

2.使用LDA主題建模所得的科學教師教學目標與108課綱中「探究與實作」課程的教學目標，有何異同？

3.高中科學教師的任教學科、專業成長經驗、科學教學年資、探究教學年資等背景因素與LDA主題建模所得的教學目標有何關聯？

參、研究方法

一、研究對象、研究工具與資料收集

為了收集與探究教學相關的多元觀點與豐富資訊，本研究基於立意取樣招募有探究教學經驗的高中科學教師參與研究。其中，參與者涵蓋物理、化學、生物、地科各10位教師，使樣本具有代表性。在每個科目中，均有不同任教年資、探究教學年資及專業成長經驗的教師。表1呈現出不同背景條件的教師之人數與比例，其中，專業成長經驗部分，受訪當時參與過的探究教學相關研習時數在3小時以下的教師屬於低教專組，參與研習時數在6 ~ 10小時的為中教專組。而固定參與探究教學相關的專業發展研習、課綱研議及活動推廣的種子教師或課綱委員則屬於高教專組。

最終參與研究的40位高中科學教師，包括21位女性、19位男性，其平均的探究教學年資為9.1年。教師的教學年資由3年到33年，平均為15年。而教師年齡以31 ~ 40歲及41 ~

表1：40位科學教師的背景資訊與人數比例

任教科目	人數	比例(%)	科學教學年資	人數	比例(%)
物理	10	25	1～10年	14	35
化學	10	25	11～20年	15	38
生物	10	25	21年以上	11	28
地科	10	25			
教師專業成長程度	人數	比例(%)	探究教學年資	人數	比例(%)
低教專	11	28	1～5年	18	45
中教專	7	18	6～10年	10	25
高教專	22	55	11年以上	12	30

50歲區間占最多，分別有15人(37.5%)及14人(35%)，其次是51～60歲7人(17.5%)，最少的是21～30歲4人(10%)。多數參與教師取得碩士學位，有30人(75%)，其次為博士4人(10%)，還有3人取得40學分班或教學碩士學歷，及3人為學士學位。這些教師的任教學校分布於社會經濟條件、人口密度不同的29間學校，但主要來自北臺灣(臺北市、新北市、基隆市)，占85%，其中98%任教於公立高中。

本研究透過背景問卷及半結構訪談收集資料。背景問卷調查教師的背景資訊，包括性別、年齡、學歷、任教科目、科學教學年資、探究教學年資與專業成長經驗等。訪談大綱聚焦於教師對於探究教學的概念，包括教師對於「探究實作」課程的看法、課程活動設計與教學目標。訪談大綱完成後，由1位熟悉探究課程的科教學者，與2位科學教育博士組成專家小組，針對背景問卷與訪談大綱進行討論，務求題意順暢，用詞精確且適當。之後，邀請2位高中科學教師進行預試，並與專家小組開會，針對預試過程與結果提供回饋，並據以改善問卷與訪談大綱。此外，也藉由晤談指導語，讓訪談者與受訪教師達到互動上的共識。本研究的資料來自於第一作者的博論，其中與探究教學相關的訪談題目如下：

(一)請先談談您對「探究與實作」課綱的瞭解和看法。

(二)依據課綱，您認為未來「探究與實作」課程和目前現行的科學課程有何不同？和實驗課有何不同？

(三)您會為「探究與實作」課程設計哪些可能的教學活動？要如何進行？

(四)您為「探究與實作」課程所設計的教學活動，其教學目標為何？

本研究聚焦於教師的探究教學目標，雖然與訪談題目(四)直接相關；但許多教師在回答題目(一)至(三)的過程也會提到教學目標。因此，在所有訪談內容中，與探究實作課程的教學目標相關的回應都是本研究的資料來源。

教師參與訪談前會先收到知情同意書，文件中說明此研究的研究目的、相關聯繫單位、並告知教師收集的數據僅作為研究使用，參與者是自願且匿名的，任何階段都可以從研究中退出。取得受訪教師的同意後，在教師同意的地點，大多是任教學校的教室、辦公室、大學研究室進行個別訪談。訪談者為3位具科教背景的博士生，包含第一作者，3人全程參與研究工具的開發與修改；並在訪談前針對訪談流程及個別題目的提問達成共識。之後，分別對科學教師進行訪談，

訪談過程全程錄音、錄影，我們希望教師對於不清楚的部分可以隨時提出疑問。每位教師的訪談內容皆轉成逐字稿，共有40筆電子檔文件作為研究數據以回答研究問題。

二、資料分析

本研究運用LDA主題建模技術，探索40筆關於教師探究教學目標的電子檔文件之潛在主題。本研究以R語言為主要分析軟體，並輔以tm (Version 0.7.11)、dplyr (Version 1.1.3) 和JiebaR (Version 0.11) 套件做文本清理，使用JiebaR套件進行斷詞並標註詞性，tm套件建置詞庫與計算文檔術語矩陣，搭配ggplot2 (Version 3.4.4) 和wordcloud2 (Version 2.6) 套件繪製詞頻圖與文字雲，ldatuning (Version 1.0.2) 套件則可決定主題數量，最後以topicmodels (Version 0.2.15) 的LDA函數進行主題建模，tidytext (Version 0.4.1) 用於LDA分析之後獲取每項主題下詞彙與每筆文檔的分布概率，以尋找科學教師在探究實作課程的教學目標。

本文分析的40筆文件共有36,534字，經由以下幾個步驟來處理並分析文本(圖1)。首先，我們採用前處理技術以去除文件內容中的雜訊，包括數字、英文字母、特殊符號、標點符號等。再以Jieba套件進行斷詞，並移除停用詞。Jieba套件除了內建辭典，也允許使用者撰寫用戶辭典，加入專有名詞或新的詞彙，例如：探究教學、論證、科學素養等。另外，還要移除停用詞，包括常見但無意義的詞彙，例如：啊、唉、哈等，及出現在訪談題目中的詞語，例如：探究、實作、目標等。這些高頻率用字需要移除，才能突顯出各主題的差異。隨後，建置文檔術語矩陣(document term matrix)及TF-IDF矩陣，作為主題建模的資訊來源。其中，TF (term frequency)是字詞頻率、IDF (inverse document frequency)則是逆文件矩陣，後者計算某詞彙在多少文件中出現過，以衡量每字詞所提供的資訊。TF-IDF為二者的乘積，可用來估計某詞彙是否具有獨特性，進一步瞭解該詞在文本中的影響力與重要性(宋如婷、蔡文榮，2022)。

在前處理之後，在每筆文檔中可得到由重要詞語集合而成的詞袋(bag-of-words)，它與詞語出現的次數有關，但與出現的順序無關。在這個步驟中，本研究也將呈現在文件資料集中，科學教師提到探究教學目標時，最常出現的詞語。接著以wordcloud2套件，依照詞頻繪製文字雲，以視覺化的方式呈現常見詞彙。

其次，以適當的指標決定演算法需要尋找的最佳主題數量。困惑度(perplexity)是在LDA主題建模中用來決定主題數量的常見指標(Jacobi et al., 2016)，困惑度代表部分文件所訓練的模型對於其他文件屬於何項主題有多不確定，困惑度越低，代表模型品質較好。本研究採取Griffiths與Steyvers (2004)的建議尋找最大的對數似然(log-likelihood)，及Cao等 (2009)對密度(density)最小值的建議，這兩個指標都能轉換成困惑度(Grün & Hornik, 2011)，以探索最佳的主題數量。本研究使用R語言當中的ldatuning套件，測試了從2 ~ 20項主題的模型並檢視上述指標之後，歸納出10項主題是最佳的主題數量(圖2)。

隨後，經LDA主題建模分析，產生每項主題的重要詞彙及每筆文檔屬於不同主題的概率。每項主題包含一組詞彙，其中每個詞彙在主題中的比例各不相同。為了解釋這些主題，我們透過tidytext輸出並檢視了每項主題的前20個詞彙以及與該主題具有最高相關性的文檔(Sugimoto et al., 2011) (一位教師的訪談稿會轉成一個文檔)，並依據其特徵為每

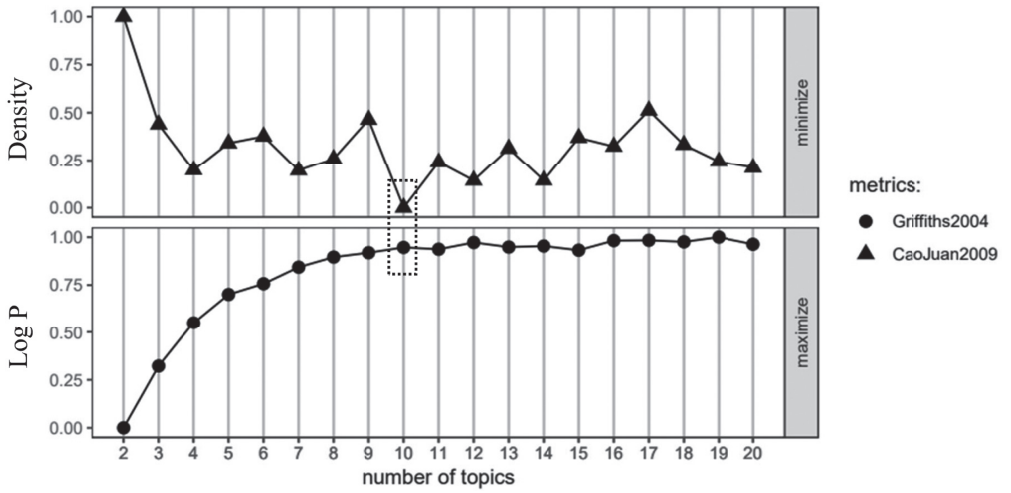

圖2：從2～20項主題的指標變化

項主題命名。為了更客觀的呈現每項主題的標題，第一、第二作者審視每項主題不同階段的關鍵句，分別為各主題列出標題，針對不一致之處再進一步討論，以達成共識。

為了回答研究問題二，我們需要整理出臺灣108課綱中高中探究與實作課程的教學目標。然而，在此文件中僅明確列出108課綱中從國小、國中到高中的十二年國教自然科學領域的課程目標(教育部，2018，頁1-2)。高中探究與實作課程的課程目標則是分布於「自然科學探究與實作」課程內容的文章中(教育部，頁39-40)。為了更客觀地列出該課程目標，本文第一與第二作者分別針對該段文章內容，盡量以接近原作的方式整理、條列出課程目標，再針對條列的結果逐項討論，並尋求共識，最終整理成10項教學目標。

接著，我們將每項主題中的教學目標與108課綱中高中探究與實作課程的課程目標進行比較，檢視主題建模所產生的10項主題分別符合哪些課程目標。為了提高資料分析的信度，本文的第一、第二作者分別針對10項主題所符合的課程目標進行編碼，編碼的過程先由二位作者分別審視各主題的關鍵句，看這些關鍵句符合哪些課程目標，例如：若關鍵句中提到體驗科學探究的歷程或參與科學實務等目標，則符合目標D「提供體驗科學探究歷程的機會，培養實務參與之核心素養」。例如，主題1：「培養……發現問題、擬定研究計畫、設計實驗跟收集實驗數據的能力」；主題8：「……讓孩子能統整科學知識、動手操作、查資料、分析數據……團隊討論……」；主題10：「……希望學生可以獨立完成一個科學探究的研究」。接著再針對兩份編碼不一致之處進行討論，以尋求共識，最後二人之比對結果的同意度達到95.8%。

肆、研究結果

一、科學教師的探究教學目標

(一)一般文字的使用

本研究40位教師的文檔總共包含36,534個字。圖3、圖4分別呈現科學教師說明探究與實作課程的教學目標時常見詞彙及文字雲。其中，文字雲的繪製是依該詞彙出現的

次數決定其所占的面積。由圖3、圖4可知，「問題」是最常見的詞語，其次依序是「能力」、「實驗」、「過程」與「科學」。另外，與達成或描述相關目標的動詞，例如：「知道」、「設計」、「能夠」、「想要」、「發現」、「解決」、「瞭解」、「需要」、「看到」等，也頻繁地出現。相對而言，「能力」(96次)比「知識」(52次)和「概念」(32次)提到的次數更多，而「過程」(87次)也比「答案」(25次)更常被提到。與科學實務較直接相關的詞當中，「問題」(167次)、「實驗」(91次)、「資料」(70次)、「討論」(53次)是最常出現的詞。

(二)各主題代表字

表2呈現了每項主題最常出現的20個詞彙，及它們在該主題中的比例，按照比例高到低，由上到下依序列出。從表2可發現，有些詞語出現在數項不同的主題中，包括「問題」、「能力」、「科學」、「實驗」、「過程」等。例如：「能力」出現在主題1、主題2、主題3、主題4、主題7、主題8與主題9中，而「知識」則出現在主題2、主題3、主題5、主題6、主題7與主題8中。

相同的詞彙出現在不同的主題，不僅所占的比例可能不同，也可能鑲嵌在不同的語意脈絡中，有著不同的意義。這些詞彙如何反映不同主題間的教師教學目標，必須進一步查看詞彙聚集的代表句或文字片段。例如：在主題5中，教師提到「知識」時，重視知識的不同層次「教學目標有不同層次……比如知識的架構，……基礎的背景知識，記憶、理解層次的，……接下來比較深層的，……分析」。在主題7當中，教師則聚焦於知識與觀察、問題的關係「能夠把以前學過的知識和觀察做連結。……科學知識要跟他關切的問題扣合」。

除此之外，有些詞彙在特定主題出現



圖4：文字雲——教師探究教學目標

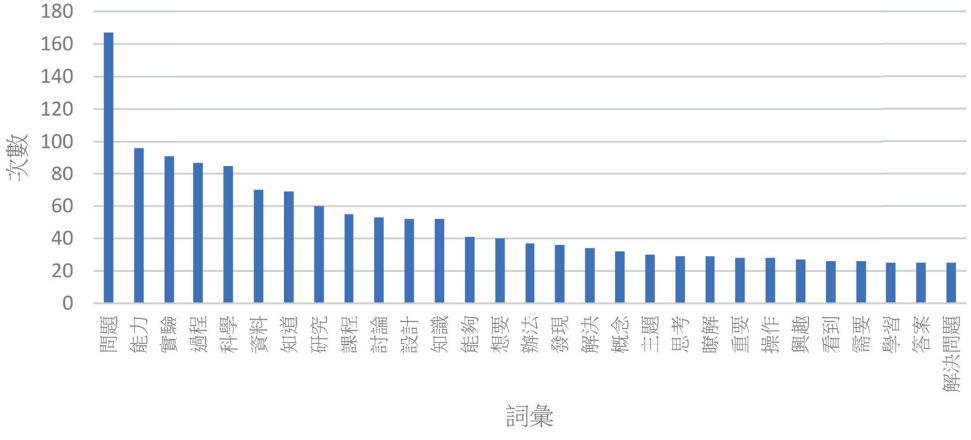

圖3：教師探究教學目標相關詞彙出現的次數

表2：每項主題中20個最常見的詞

主題1	主題2	主題3	主題4	主題5	主題6	主題7	主題8	主題9	主題10
實驗 .037	研究 .034	問題 .046	過程 .029	問題 .023	實驗 .041	科學 .030	問題 .020	問題 .040	科學 .035
能力 .035	問題 .029	能力 .022	問題 .022	過程 .023	問題 .023	能力 .025	科學 .018	資料 .019	問題 .030
資料 .022	資料 .021	知道 .018	能力 .016	實驗 .019	步驟 .021	透過 .021	討論 .015	能力 .017	知道 .024
過程 .020	課程 .017	能夠 .016	實驗 .013	知道 .019	設計 .018	問題 .020	資料 .014	收集 .015	包含 .024
知道 .018	科學 .016	科學 .012	研究 .013	知識 .014	討論 .018	課程 .014	知識 .013	討論 .013	瞭解 .019
問題 .017	概念 .014	想要 .012	辦法 .012	觀察 .013	發現 .016	實驗 .012	課程 .013	假說 .013	認為 .019
設計 .013	能力 .013	答案 .012	發現 .010	想要 .013	改變 .014	知識 .012	能力 .011	提出 .013	方法 .016
能夠 .013	主題 .013	過程 .011	知道 .010	科學 .011	資料 .013	閱讀 .012	設計 .008	葉子 .013	過程 .016
解決 .011	化學 .013	辦法 .011	重要 .009	分析 .011	收集 .011	發展 .011	過程 .008	設計 .010	能夠 .016
課程 .011	教學 .012	操作 .011	以後 .009	討論 .011	文獻 .011	過程 .011	分析 .008	思考 .010	歷程 .014
收集 .009	過程 .010	探索 .011	中間 .008	現象 .011	看到 .009	理解 .011	發現 .008	活動 .010	搜尋 .014
數據 .009	社會 .010	概念 .008	思考 .008	看到 .010	科學 .009	名詞 .009	想要 .008	實驗 .008	活動 .014
科學 .009	給他 .009	解決 .008	想要 .008	試著 .010	知識 .009	應用 .009	表達 .008	看到 .008	討論 .014
研究 .009	同學 .008	類似 .008	方式 .008	資料 .009	解決 .009	觀察 .009	興趣 .007	變成 .008	瞭解 .014
這種 .009	知識 .008	實驗 .007	學校 .008	想法 .009	辦法 .009	遺傳 .009	背景 .007	使用 .008	興趣 .014
植物 .009	需要 .008	知識 .007	培養 .008	層次 .007	時間 .009	思考 .009	報告 .007	發覺 .008	觀察 .011
操作 .009	發表 .008	討論 .007	解決問題[d]	發現 .007	主題 .009	活動 .009	操作 .007	研究 .008	課程 .011
解決問題[a]	生活 .007	前期 .007	主題 .008	研究 .007	濃度 .007	現象 .007	方式 .007	這種 .008	內容 .011
合作 .009	議題 .007	資料 .007	興趣 .008	重要 .007	文章 .007	討論 .007	知道 .007	重要 .008	發電 .011
因素 .007	成就感[b]	日常生活[c]	數據 .007	課程 .007	關鍵字[e]	設計 .007	養成 .007	關鍵字[f]	結論 .011

註：該詞語的比例值(proportion value) [a].009；[b].007；[c].007；[d].008；[e].007；[f].006。

頻率高，但僅出現在極少數的主題中，例如：主題6的「步驟」為該主題第三常見的詞彙，但只出現在主題6中。還有主題9的「假說」，主題7的「閱讀」，主題6的「文獻」，主題3的「答案」。這些詞彙很可能標誌著該主題的獨特性，但與該主題的教師目標存在著什麼關聯，則有賴檢視各主題的代表句與較相關的片段才能得知。

(三)各主題的代表句

本研究檢視每項主題的前20個詞彙以及與該主題具有最高相關性的文檔，並找出這些詞彙密集的代表句與相關片段，進一步瞭解該主題的教師教學目標，結果列於表3。經分析後，顯示出培養能力、解決問題以及讓學生參與科學實務等目標是不同文檔(教師)和主題中的常見教學目標。然而，由於不同的脈絡和詞語組合，每項主題都展現出獨特的

表3：每項主題的相關片段

主題與標題	訪談稿中與各主題較相關的片段
主題1 培養探究相關的能力	1.讓學生能夠培養這些能力，……發現問題、擬定研究計畫、設計實驗跟收集實驗數據的能力。課程的目標是解決問題的能力。……希望能夠讓學生在高中有這種專題研究的經驗。 2.在實驗過程中學生要溝通，……培養合作討論、問題解決和反思的能力。……如果他要發表，就需要做簡報的能力……發表的能力，……跟人家溝通的能力，跟人家合作的能力。
主題2 差異化教學、社會與科學	1.探究與實作課程要適性教學，……每一個學生的能力不一樣，需要不同的教學方法。不同的學生給他不同的課題，C組同學給他趣味的DIY，從操作中找到樂趣……。B組的同學找一個研究議題，去做主題訂定、研究方法……成果發表……，得到成就感……。A組同學……輔導到科學研究……。 2.在課程裡面，把生活上需要解決的問題……，納入學習過程中。……提出以問題導向的議題，……希望連接社會跟科學。……有些社會議題(核能發電)，希望學生能找到一些資料、研究去支持他的想法。 3.有許多跨領域的概念，……希望他學到比較統整的概念跟知識，……不是只教化學知識。 4.作圖等基本能力需要在前面讓他學好。……研究……查詢資料，……有系統性的發表，培養探究能力。……最後目的是成為一個科學家。
主題3 解決問題過程、尋找答案、訓練基本能力	1.一個好問題……你很想要知道，……不給你答案，他就必須想辦法去追……這個過程中，會有追求知識的愉悅感。……討論過程中，學生知道答案錯沒有關係，……可以放心的問問題。 2.希望孩子培養出解決問題的能力。……在日常生活碰到疑問，能夠提出問題、搜尋資料……也能培養出思辨能力……還有實驗室的基本操作能力。……增進他的科學素養，……及深化的科學概念。 3.在前期的訓練中，……講怎麼去解決問題，……要培養實驗操作等基本能力，……他才能夠應用前面的訓練去探索問題。
主題4 過程導向、未來、學校特色(課程)、為以後做準備	1.用一些主題的方式，去設計，……讓他發現值得研究的問題，設計實驗，……動手做的過程獲得較多。……實驗過程中，在他……中間求助的時候，我才介入……以後要面對問題是他。 2.訓練學生學習自己有興趣的東西，去找問題，想辦法解決問題……。過程中很重要的是發表想法、集思廣益，……中間會有一些創意思考。……run一遍完整的實驗研究的過程，……確定問題，……中間……處理數據、撰寫實驗報告……最後研究建議可以往哪個方向走。 3.我們學校是女校，……化學的例子比較有興趣。以後離開學校，……去買個食品，會想要知道添加物是不是OK，會有基本的判斷能力。 4.每個學校有它的特色，……我們學校設計奈米實作的課程，……結合世界潮流的科技。……模擬對物理研究很重要，……實驗以後，……作圖……進而發現一個參數，……發現的過程對學生非常重要。……培養實驗、探究的能力。

表3：每項主題的相關片段(續)

主題與標題	訪談稿中與各主題較相關的片段
主題5 目標的層次、探究過程、觀察討論	1.會覆蓋很多科學的知識概念。……教學目標有不同層次……比如知識的架構，……基礎的背景知識，記憶、理解層次的，……接下來比較深層的，……現有資料的分析，……實驗證據也要分析，接下來做一些綜合。 2.這課程希望學生去經歷科學如何被發現的過程。……觀察現象，……想瞭解……，收集資料……設計實驗，……找解釋現象的方式……，或討論因果關係，……經歷一個研究的歷程，……一個解決問題的過程。 3.讓他發現……這個現象，……引導他試著用重心去想……。丟問題……你看到什麼……誘發他觀察，……從這個過程引導他……做思維的探究。 4.試著討論一個未知的現象，例如：立酒瓶實驗……至少是一個試的過程。……找資料的過程，很重要的是自主學習。……有很多不同的想法，……互相討論、學習。
主題6 實驗步驟、文獻回顧	1.設計實驗……改變哪個步驟，……修改時間、藥品的濃度……，希望他們思考每一個實驗步驟的意義。 2.一開始要做文獻分析，……學生看不懂資料。……我再告訴他，你看文章的時候，要先看關鍵字……訓練他寫文獻探討的能力。弄出來以後，你才會發現關鍵的問題……。 3.利用課程的設計……去瞭解科學知識的本質，或發現問題，然後有辦法用學過的科學知識去解決。 4.我設計一個實驗，同個主題，讓他們去收集資料……討論彼此的問題。……希望學生覺得解決問題是好玩的，能夠激發他們去學習科學。
主題7 課程(模組)設計、培養能力	1.能夠把以前學過的知識和觀察做連結，透過科學的角度去思考。……科學知識要跟他關切的問題扣合。 2.基因本來是一個抽象的名詞……隨著遺傳染色體學說的發展……名詞不斷釐清……接著有基因轉殖的應用。學生扮演科學家，去體會細胞學說發展的過程……。瞭解科學探究的完整過程。 3.期待探究課程是能力導向的，……我們的課程模組培養多種能力……我設計的課程注重閱讀理解……，其他老師發展的媒體識讀……培養思辨的能力。 4.教學目標是學生能夠反思科學想法，累積科學智慧，應用、概念，然後提出新問題。……希望培訓他有一些能力去獨立解決問題。
主題8 科學素養、興趣、知識	1.探究課程偏重科學素養，……還想要養成學生的科學態度……。希望讓學生對科學產生興趣……也知道生活中很多現象與科學是相關的。 2.教師設計教學活動……讓孩子能統整科學知識、動手操作、查資料、分析數據……團隊討論……磨練科學表達的能力。 3.學生要懂得運用科學知識去做探究……還要重視操作。若學生背景知識不夠，教師用補充的方式讓他知道。……探究教學最主要的目標是知識的吸收與養成解決問題的能力。
主題9 批判思考、終身學習者、提出及驗證假說	1.給他們一個……問題，讓他們回去收集資料..學習使用關鍵字，……還要訓練學生把研究問題，變成具體可行的小問題。 2.探究活動是一種生活能力……，若能獨立思考……批判思考，不至於被廣告、政治議題牽著走。要提升學生面對……全球暖化這種環境中的問題，如何討論的能力。 3.我設計一個……葉子的葉序的活動，……學生討論後……提出假說……再討論哪些很容易反駁，這是很重要的部分。接著設計實驗、收集資料……驗證假說。
主題10 科學方法，科學家的工作	1.希望藉著這個課程……教一些科學方法，讓學生能夠瞭解科學家如何去工作、思考。如果實驗已經知道結果……，學生的興趣不大。 2.要讓學生瞭解探究包含的歷程跟概念有哪些，然後還有它跟科學之間的重要性。……希望學生可以獨立完成一個科學探究的研究。 3.課程裡面要包含網路搜尋、實作、討論……這些活動。由討論過程中瞭解實際的問題……例如：風力發電的噪音問題。

目標與內容。為了簡潔起見，本文將在表3中呈現每項主題中最常見和代表的相關片段，這些片段有助於瞭解該主題的意義與特質，並能依此決定該主題的標籤。

表3中，主題1的兩段代表句，「實驗」、「能力」是其中最具代表性的詞彙，其他諸如「資料」、「問題」、「設計」、「解決」、「收集」、「數據」、「操作」、「合作」與「解決問題」等詞彙，在這項主題中常用來指稱要培養的能力，或透過執行這些科學實務所培養能力，而「知道」、「能夠」則是形容擁有某些能力的同義詞。「過程」與「實驗」或探究過程有關。綜合這20個常見的詞彙與文件中的相關片段，可知主題1聚焦於培養探究相關的能力，尤其是與實驗、合作有關的能力。因此，這項主題的標籤為「培養探究相關的能力」。

在主題2中，有幾位教師強調了規劃差異化教學的重要性，根據學生的能力和興趣來設計活動和目標。例如：依照學生興趣、能力將學生分成A、B、C組，設計不同的活動並設定不同的目標。也有教師提到社會組、自然組學生的不同需求與目標。此外，主題2還強調學生討論社會科學議題(例如：核能發電)以及連接科學與社會的重要性。

主題3著重於培養學生解決日常生活問題的能力。值得注意的是，教師認為，若能提出良好的問題，但不提供答案或不在乎學生的答案是否正確，讓學生尋找答案、放心思考，可以增強學生的探究意願與動機。此外，一些教師主張先訓練學生有效參與探究式學習的基本能力。

在主題4中，教師強調過程並描述過程(例如：「過程」、「中間」等代表詞彙)，同時強調了目前探究式教學對未來的價值(例如：提高學生的判斷能力)，及為以後做準備的目標。該主題還涉及與學校特色有關的面向，包括考慮女校學生的學習興趣及學校的特色課程。

主題5聚焦於學生的科學探究過程和解決問題的能力，其中，特別強調觀察現象、提出問題和參與討論。值得注意的是，這項主題突顯了不同認知層次的目標(Bloom et al., 1956)。

針對主題6，教師專注於引導學生執行實驗的步驟，鼓勵他們考慮每一個步驟的重要性，並通過修改步驟重新設計實驗。教師還強調分析、回顧文獻並從現有研究中提出新問題的能力。

在主題7中，教師強調透過各種課程模組，學生可以培養或發展不同的能力(例如：閱讀理解和批判思考的能力)。此外，教師透過說明科學名詞(如基因)從抽象到應用的發展過程，幫助學生理解科學知識發展的過程。

主題8涵蓋許多與科學相關的詞彙和目標，包括科學知識、素養、興趣、態度和能力，也強調知識吸收與應用在科學實務中的角色。

除了問題的角色(例如：討論日常生活問題，將研究問題轉化為具體可行的小問題)，主題9還強調了假說的提出、反駁和驗證。此外，獨立思考、批判思考和討論生活、環境議題的能力也是該主題重視的教學目標。

主題10針對科學方法、科學探究的過程、活動及其與科學的關係，旨在幫助學生參與科學探究並理解科學家的工作和思考方式。

二、教師所持的教學目標與課綱探究教學目標之比較

在本節中，本文將針對每項主題的教學目標與臺灣108課綱高中探究與實作課程的教學目標進行比較，以回答第二個研究問題。我們將每項主題的代表性陳述與臺灣108課綱探究實作課程的教學目標進行比較，並將分析結果總結在表4中。以主題1為例，教師旨在讓學生發現問題並培養解決問題的能力，與課綱中的目標A相呼應(表4)。教師還致力於培養做簡報、發表、溝通的能力，與目標C相符。教師進一步期許學生要討論、反思、培養與同儕合作、溝通的能力，這些目標與目標H一致。此外，教師也重視促進學生參與科學實務，如制定研究計畫、設計實驗、收集數據、確定變數和呈現研究結果，所有這些項目都符合目標D。

根據表4，跨主題中最常見的目標是目標D，該目標著重於「培養參與科學實務之核心素養」，如：設計實驗、分析數據等。目標A「培養針對物質與生命世界發現問題、認識問題、問題解決以及提出結論之能力」和目標E「促進正向科學態度和提升科學學習動機」也在不同主題中經常出現並受到教師的重視。然而，與「科學思考、發現關鍵問題」有關的目標F，「高層次獨立思考和團隊合作能力」相關目標H，及「學習跨領域的知識、能力與思考」的目標I則較少被提到。目標B「培養自主行動的能力」則是最少出現的目標。

三、教師的背景因素與教學目標之關聯

(一)任教科目

如圖5所示，物理、化學、生物及地科各10位教師分別分布於7項、5項、7項與7項主題中。其中，有3位及2位物理教師各屬於主題4「過程導向、學校特色／課程、為以後做準備」及主題2「差異化教學、社會與科學」。4位化學教師歸屬於主題1「培養探究相關的能力」，另外，各有2位分布於主題2「差異化教學、社會與科學」及主題7「課程／模組設計、培養能力」。主題9由2個生物教師組成「批判思考、提出及驗證假說」，也各有2位生物教師分布於主題3「解決問題過程、尋找答案、訓練基本能力」及主題6「實驗步驟、文獻回顧」。最後，各有2位地

表4：主題建模的結果與臺灣108課綱的探究實作課程目標

	臺灣探究實作課程目標	主題	主題數
A	培養針對物質與生命世界發現問題、認識問題、問題解決以及提出結論之能力	1～4, 6～9	8
B	培養自主行動的能力	4、5	2
C	培養表達、溝通互動的能力	1、4、5、6、8	5
D	提供體驗科學探究歷程的機會，培養實務參與之核心素養	1～6, 8～10	9
E	促進正向科學態度和提升科學學習動機	2、3、4、6、8、10	6
F	培養科學思考與發現關鍵問題的能力	5、6、7	3
G	探索科學知識發展與科學社群運作的特徵，藉此認識科學本質	5、6、7、10	4
H	建構高層次獨立思考及團隊合作的能力	1、5、9	3
I	學習跨領域的知識、能力與思考	2、4、7	3
J	建構科學素養，培養理性討論公眾決策的能力	2、3、8、9、11	5

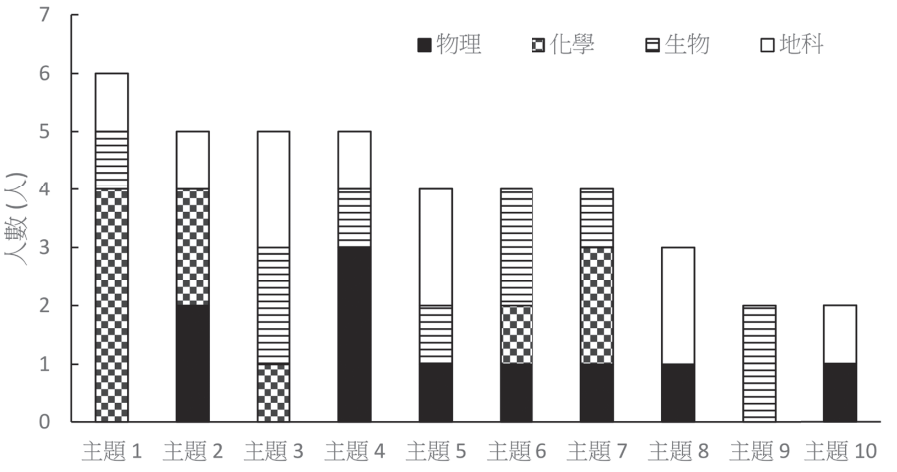

圖5：各主題與教師任教科目之分布

科教師屬於主題3「解決問題過程、尋找答案、訓練基本能力」、主題5「知識／目標的層次、探究過程、觀察討論」、主題8「科學素養、興趣、知識」。就教師任教科目與其教學目標的關聯部分，50%的物理教師屬於主題2與主題4。80%的化學教師分布於主題1、主題2與主題7。生物教師則有60%分布於主題3、主題6與主題9，而主題3、主題5與主題8囊括了60%的地科教師。

綜上所述，物理教師較強調探究教學的過程導向，及為學生的未來做準備，希望探究議題要能連接科學與社會，也重視差異化教學及學校特色課程。化學教師則較重視培養探究相關的能力或更廣泛的能力，希望探究教學能連接科學與社會，也強調差異化的教學及課程模組的設計。生物、地科教師都重視解決問題過程、尋找答案及訓練學生的基本能力。另外，生物老師還強調提出及驗證假說、實驗步驟、文獻回顧等科學實務，及批判思考的能力。而地科教師強調觀察討論及探究過程，關注知識的角色(包括科學知識及知識的層次)，還提到不同層次的目標與提升科學素養、興趣、態度等不同面向的目標。

(二)探究教學專業成長經驗

由於本研究徵募具有探究教學經驗的科學教師參與，其中，22人(55%)是學科中心的種子教師或課綱委員，屬於高教專組。另外，參與探究相關的研習時數在3小時以下，及6 ~ 10小時的低、中教專組教師分別有7人(18%)及11人(28%)。低、中、高教專組教師分屬於6項、6項與9項主題(圖6)。其中，低教專組中各有3人屬於主題1「培養探究相關的能力」及3「解決問題過程、尋找答案、訓練基本能力」，有2人屬於主題4「過程導向、學校特色／課程、為以後做準備」。中教專組人數較少，有2人屬於主題7「課程／模組設計、培養能力」。另外，有2項主題僅由高教專組教師所組成，即主題2「差異化教學、社會與科學」有5人，主題8「科學素養、興趣、知識」有3人，而主題4「過程導向、學校特色／課程、為以後做準備」也有三位高教專教師。

簡言之，73%的低教專組教師屬於主題1、主題3與主題4，而中教專組教師比較分散，29%屬於主題7。人數最多的高教專組則有50%分布在主題2、主題8與主題4。由各主

題的內容可知，低教專教師重視培養學生探究相關能力、重視探究過程及解決問題的過程，並談到學校的特質(女校)或特色課程，也認為探究教學需要為學生的未來做準備。此外，低教專教師提到答案在探究過程中的角色，也比較重視課程前期對學生基本操作能力的訓練。中教專教師人數少而分散，重視課程模組的設計，並運用這些課程培養閱讀、媒體識讀等較廣泛的能力。

高教專教師人數最多，主題也很多元分散，相較於訓練基礎能力，更重視因應學生特質、需求的差異化教學，也希望探究議題能連結科學與社會。此外，除了強調培養學生的科學素養、知識，還重視科學興趣、態度等情意目標。最後，高教專組與低教專組一樣重視為學生未來做準備，重視過程導向及學校特色(課程)。

(三)科學教學年資

教師的科學教學年資與教學目標的主題關係可見於圖7。年資在10年以內(14人)、11～20年(15人)及21年以上(11人)的教師分別分

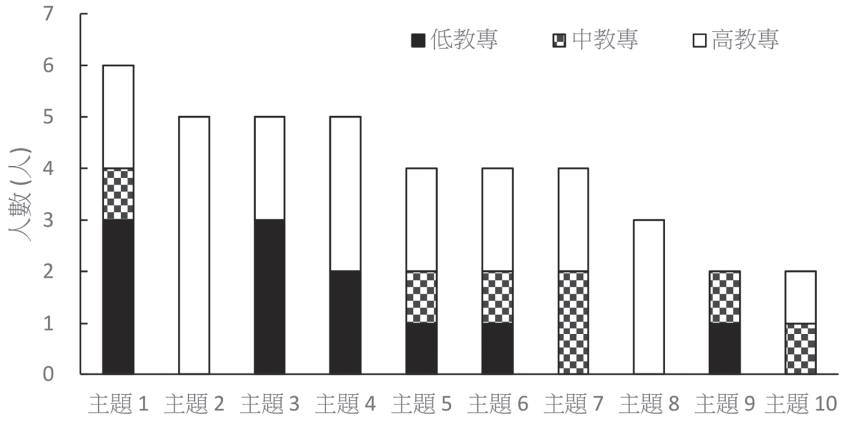

圖6：各主題與教師專業成長經驗之分布

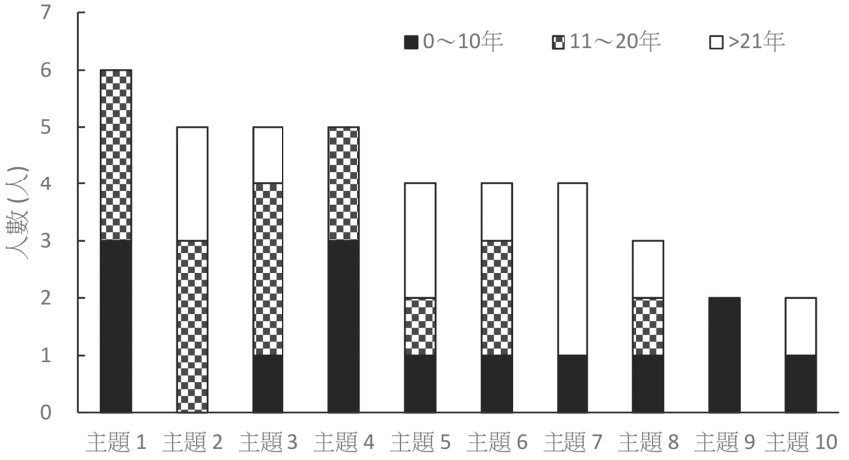

圖7：各主題與教師科學教學年資之分布

散於9項、7項與7項主題中。其中，較資淺的教師分別有3位(21%)，屬於主題1「培養探究相關的能力」和主題4「過程導向、學校特色／課程、為以後做準備」，而主題9「批判思考、提出及驗證假說」是由2位資淺教師(14%)所組成。

科學教學年資11 ~ 20年的教師各有三位(20%)，是屬於主題1「培養探究相關的能力」、主題2「差異化教學、社會與科學」與主題3「解決問題過程、尋找答案、訓練基本能力」。科學教學年資21年以上的資深教師則有3位(27%)是屬於主題7「課程／模組設計、培養能力」，也各有2位(18%)分別屬於主題2「差異化教學、社會與科學」與主題5「目標的層次、探究過程、觀察討論」。

換言之，關於教師科學教學年資與其教學目標的關聯，分析結果顯示有57%的資淺教師分布在主題1、主題4與主題9，而60%的中等年資的教師(11 ~ 20年)分布於主題1、主題2與主題3；也有63%的資深教師分布在主題7、主題2與主題5。雖然這些主題都涵蓋了多元的目標，但三群的教師仍然略有差異，資淺教師較多的3項主題中提到最多執行科學實務、培養過程技能的目標，其次則是思考與面對未來的能力。中等年資的教師主要分布的3項主題也重視執行科學實務的能力，但提到更多與不同教學規劃有關的行動目標，包括支持不同學習需求的差異化教學與培養基本能力的前期訓練，此外也重視知識在探究教學中的角色及探究主題與社會的相關性。資深教師也很重視教學的多元性(例如：課程模組與多元能力，差異化教學)及探究議題與社會的關聯。但提到最多知識在探究教學的重要性，包括跨科整合的知識、知識的結構、知識與觀察及問題的連結。

(四)探究教學年資

探究教學年資在5年以下(18人)、6 ~ 10年(10人)及11年以上(12人)的教師分屬於9項、9項與7項主題中(圖8)。其中，探究教學資淺組分別有4人、3人分布於主題1「培養探究相關的能力」、主題4「過程導向、學校特色／課程、為以後做準備」。中等探究年資的教師較為分散，其中，2人分布在主題2「差異化教學、社會與科學」。而資深探究年資的教師則有3人屬於主題2「差異化教學、社會與科學」，各2人屬於主題3「解決

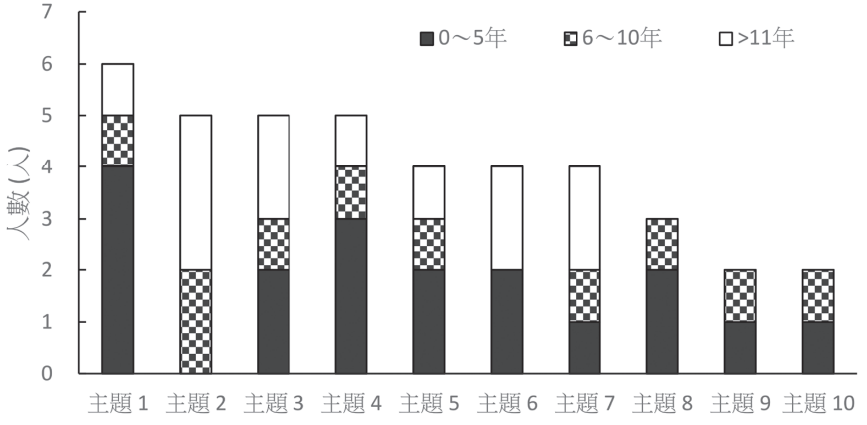

圖8：各主題與教師探究教學年資之分布

問題過程、尋找答案、訓練基本能力」、主題6「實驗步驟、文獻回顧」、主題7「課程／模組設計、培養能力」。

簡言之，低、中探究年資的教師之目標都很分散，其中，39%的低探究年資教師屬於主題1與主題4。中低探究年資的教師有不同的目標，其中低探究年資組最重視培養探究相關的能力及探究過程，希望為學生未來做準備導向，也重視學校特質及特色課程。而高探究年資組則有75%分布於主題2、主題3、主題6與主題7，高探究年資組則較關注差異化教學及連結社會與科學，也重視課程模組的設計、及尋找答案、實驗步驟、文獻回顧等科學實務，希望在前期訓練學生基本能力，重視解決問題的過程及培養學生廣泛的能力。

伍、討論與建議

透過LDA主題建模技術之應用，本研究揭示了教師訪談中的潛在主題，指出可能不太明顯的教學目標。例如：主題2的內容指出教師根據學生不同程度的知識、能力和興趣設定適合的目標，以符合學生的多樣化需求。換言之，主題2涵蓋了教師進行差異化教學的目標導向行動，以達成學生更高的學習動機和興趣的目標結果，而教師對於差異化或適性教學的想法，較少見於科學教師的相關研究。而主題5則凸顯不同認知層次的目標，符合Bloom等(1956)的理解、分析、綜合和應用等認知層次，為課綱中學習表現架構的重點之一，但少見於科學教師研究的分析。因此，相較於基於理論或文獻框架的編碼，非監督的文本主題生成技術，可協助科學教育研究揭示其忽略或較少關注的主題。

本研究發現每項主題包含多個目標，其中，與科學實務和解決問題有關的目標，普遍存在於大部分的主題中。此結果顯示大多數教師支持探究實作課綱對探究教學的期許，同時也呼應了大多數主題中目標A和目標D的存在(表4)。然而，每項主題也重視不同的科學實務。例如：主題5聚焦於觀察和討論，例如：「丟問題……你看到什麼……誘發他觀察，……從這個過程引導他……做思維的探究」；「我蠻喜歡看到學生試著討論一個未知的現象……有很多不同的想法，這時候他們要互相討論……聆聽對方」。而主題6則強調文獻分析和實驗步驟的重要性，例如：「他們要設計實驗……改變哪一個步驟，你可以去修改時間、藥品的濃度……，希望他們去思考，每一個實驗步驟的意義」；「一開始要做文獻分析，……學生看不懂資料。……我再告訴他，你看文章的時候，要先看關鍵字……訓練他寫文獻探討的能力」。主題9則重視假說的制定、反駁和驗證，例如：「學生討論後……請他們提出假說……再討論哪些很容易反駁，這是很重要的部分。接著設計實驗、收集資料……驗證假說。主要的目標是讓學生提出假說、理解原理及反駁」。上述三個主題重視的科學實務除了關鍵句，也可從表2的20個高頻詞看到證據，例如：主題6中，「實驗」、「步驟」、「文獻」、「關鍵字」都是常見的詞彙。

比較這10項主題與美國NGSS的8項「科學與工程實務」(National Research Council, 2012)，可以發現某些科學實務，例如：發展模型、數學與運算思維、論證與建構解釋，相對上較少或沒被提起。這一結果與文獻相互呼應(DeLisi et al., 2021; Sampson & Blanchard, 2012)。在LDA主題建模的結果中，大部分教師提到的目標會分布在多個主

題中，例如：設計實驗、培養能力；而較少提到的目標則無法形成單獨的主題，相關詞彙也不會出現在表2，例如：論證、模型。

Halawa等(2020)回顧了310篇有關國小階段科學實務的實證研究，發現認知目標是最常見的，其次是情感目標(affective goals)與認識觀目標(epistemic goals)，而社會文化目標則最少出現。本研究結果與之部分相似，認知目標普遍存在於每項主題中，其次是情感(主題2、主題3、主題4、主題6、主題8與主題10)和社會文化目標(主題1、主題2、主題4、主題5、主題7、主題8與主題9)。然而，在本研究中，高中科學教師更常提到社會文化的目標，而認識觀目標則在較少的主題出現(主題5、主題6、主題7與主題10)。這顯示相較於國小教師，高中教師更期望學生在探究實作的課程中，學習與同儕討論、溝通、共同解決問題，例如：「另一個目標就是學習如何自學，如何跟別人共學。……這個過程中很重要的是發表自己的想法、集思廣益，……中間可能還會有一些創意思考。……同一個主題，大家在分享的過程中，會激盪出一些新的想法」。有些高中教師也希望所討論或解決的問題能與社會脈絡有關，例如：「把生活上學生需要解決的問題、有興趣的東西，納入學習過程中。……提出以問題導向的議題，……希望能連接社會跟科學。……有些社會議題，核四要不要建，希望學生能找到一些資料、研究去支持他的想法」；「要提升學生面對……全球暖化這種環境中的問題，如何討論、試圖解決的能力」。這可能與高中生擁有更成熟的語言表達能力、處於即將成為社會公民的階段、有更多共同解決問題的需求、及需要培養面對生活的能力有關。

將LDA主題建模的結果與臺灣課綱中的探究教學目標進行比較，可發現較少的主題與目標B「培養自主行動的能力」、目標F「培養科學思考與發現關鍵問題的能力」、目標H「建構高層次獨立思考及團隊合作的能力」、目標I「學習跨領域的知識、能力與思考」相符。雖然許多教師提到培養學生的溝通、報告及合作的能力，但更高層次的獨立思考和團隊合作能力被提到的頻率及關鍵詞密集的程度並未形成足量的代表句。同樣的，雖然許多教師的教學目標為培養學生發現和解決問題的能力，但辨識關鍵問題的能力之相關的代表句也比較少。同樣的，與目標B及目標I相關的關鍵詞，諸如「自主」、「跨領域」都未出現在10項主題的前20個關鍵詞中，顯示教師提到的頻率相對較少。在未來師資培育或專業成長課程中，可考慮強化中學科學教師對這些目標的知覺。

Hutner與Markman (2017)及Hutner、Sampson、Chu等(2022)認為，目標由方向性(directionality)和期望結果兩項維度所組成。方向性維度又分成趨向目標(approach goal)與逃避目標(avoidance goal)，若該狀態是教師希望實現的未來狀態即為趨向目標，反之，逃避目標則是教師希望避免的未來狀態。期望結果維度則分成行為目標與結果目標，前者是指可能執行的行動，例如：讓學生動手做實驗。結果目標則是指可能的世界狀態，在教育情境中，擁有特定的學習成果與表現就是一種可能的世界狀態，例如：學生擁有探究能力。依據這兩項維度可以將目標分成四種類型的目標。由於教學時間的限制，教師需要在不同目標之間進行權衡與取捨。當目標發生衝突時，具體性、重要性和可實現性會影響這些目標被修改的彈性(Cavallo & Fitzsimons, 2012)。換言之，教師

比較可能選擇愈具體、重要、可行的目標。在趨向—行動(例如：上臺報告)和趨向—結果(例如：培養學生的能力)二種目標的衝突中，前者可能更具體。這也能解釋為何期待學生參與科學實務的目標(目標C)普遍存在，同時也能說明高階思考和團隊合作的目標為何較少被提及，這是由於這些目標較為廣泛且較具挑戰，換言之，這些目標更不具體也更難實現。

教師的任教學科與其探究教學目標有何關聯？Aditomo等(2013)的量化研究指出不同學科的大學教師對於學生的探究學習持有顯著不同的目標，基礎學科的教師更常提到發展研究技能，尤其是自然科學與數學等基礎硬(pure-hard)學科；而應用學科(工程學、計算機科學和健康科學)的教師則更常提到發展專業技能。在高中探究教學部分，本文發現物理教師最重視探究教學的過程導向、化學教師則更重視培養探究相關的能力；但兩組教師都重視差異化教學，並希望探究議題能連接科學與社會。差異化教學的需求或許與物理、化學的學科知識及探究所需技能難度較高有關，而連接社會與科學則顯示教師對於探究教學能讓科學學習更生活化的期許。生物、地科教師較重視解決問題的過程及訓練學生的基礎能力，兩組各有比較重視的科學實務，生物教師重視提出及驗證假說、實驗步驟、文獻回顧，地科教師則重視觀察討論與探究過程。然而，各科教師各只有10人，不宜過度推論，期許未來有相關的量化研究做進一步的探索。

由不同教師專業成長經驗之教師的探究目標可以發現較少參與探究相關研習的教師也能掌握培養探究相關能力、重視解決問題過程等核心目標。不過，他們更重視探究課程前期對學生基本能力的訓練，也會從過去科學課程、專題、特色課程的經驗汲取探究教學的可能作法及目標，包括重視答案的角色、提到特色課程、課程模組設計，及培養非特定於自然探究的更廣泛能力。而專業成長經驗最豐富的教師提到廣泛、多面向的目標，除了科學素養、知識，也重視科學興趣及態度，希望能連接科學與社會並為學生未來做準備。這些結果反應出教師面對探究教學時的靈活度及不同教學或學習經驗對其探究教學的影響，也顯現出教師專業成長經驗的價值(C. R. Lotter et al., 2018)。

本研究發現不同科學教學年資的教師都涵蓋了多元的目標。其中，資淺與中等年資教師較重視執行科學實務、培養過程技能。中等及資深教師則展現了教學策略的多元性及以差異化的教學設計滿足不同學生、不同階段的學習需求之行動目標；包括設計課程模組以培養多元能力、運用前期訓練培養探究的基本能力等。Louws等(2017)指出資淺(0 ~ 7年)與中等年資(8 ~ 19年)的教師重視教學策略、課程發展等專業發展的學習目標，更資深的教師(20 ~ 35年)則對學習課外任務和創新表現出興趣。隨著經驗的增加，課程與教學是教師持續學習的核心。因此，年資越長的教師累積了豐富的教學、專業成長經驗與對學生學習需求的理解，更能展現課程的多元性並重視與此相關的目標。

另外，中等科學教學年資與資深教師都重視知識在探究教學中的角色，其中又以資深教師提到最多「知識」相關的議題，包括跨科整合的知識、知識的結構、知識與觀察及問題的連結。這個結果部分呼應Kim等(2013)的研究，他們發現教學經驗較少的職前教師重視過程技能，而教學經驗較多的在職教師則重視知識甚於過程技能。本研究也

發現資淺教師重視學生思考及面對未來的能力，中等年資及資深教師則更重視探究主題與社會的相關性。上述結果部分呼應文獻，並進一步擴展不同年資的教師在探究教學上的目標差異。

不論是科學教學或探究教學年資，主題2僅由中高年資的教師組成，換言之，擁有比較多科學或探究教學經驗的教師更重視要依據學生興趣、特質及需求進行差異化教學，也更強調要連接社會與科學。相較於高科學教學年資，高探究教學年資的教師提到更多對探究基本能力的訓練與培養，及解決問題過程與過程導向。

最後，本研究存在一些研究限制。首先，教師面對訪談問題，通常會舉例說明，由於時間及所舉的例子所限，可能無法完整說明所有的目標。換言之，教師回答的教學目標可能是他們當下首先想到的、最常見的或最容易舉例的目標。因此，未來的相關研究可以朝著三個方向調整：一、收集教室觀察的資料，從教學活動中或教室對話中收集教師教學目標的證據；二、可以使用量化的工具，如問卷，以求更完整涵蓋不同類型的目標；三、由學生的觀點，調查他們所感知的教師之教學目標，也可比較教師與學生所感知的教學目標之異同。其次，LDA方法產生的主題可以將教師分群，分群後每個主題的關鍵句及標題仍需要依靠研究者進行檢視與互評，以達到更高的一致性及可信度。未來，也可以收集學生表現的資料，或教師其他變項的量化數據；以尋找關係或檢證分類的成效。第三，本研究分析的資料來自於教師的訪談，因此教師人數有限，在探索教師的背景因素與其教學目標時，每個主題的人數雖然有異，但人數不多。因此，結果不宜過度推論。未來可考慮以量化工具，搭配適合的統計法來探索背景因素對教師教學目標的影響。

陸、結論

本研究採用新的研究法，將自然語言處理的技術應用於質性研究的紮根理論中，呼應了宋如婷與蔡文榮(2022)的建議，並呈現人工智慧技術應用於科學教育研究的可能性。本研究發現教師比較忽略的教學目標，包括讓學生投入發展模型、數學與運算思維、論證與建構解釋等科學實務，提升自主行動能力、高層次獨立思考能力及跨領域的知識與能力等，這發現可以提供教師與教育工作在設計科學教學、專業成長活動或師資培育課程時的參考。此外，透過主題建模結果與108課綱的教學目標之比較，可以發現教師對於高中「探究與實作」課程持有多元的教學目標，也能呼應課綱關於提供學生體驗科學探究歷程、培養實務參與的素養、提升科學學習動機及發現、解決問題的能力等期許。不論教學目標是一種教師信念或驅動教學實務的表徵，持有更多元、更高主觀價值的目標都能有效提升探究教學實務的執行與品質(Ajzen & Kruglanski, 2019; Hutner & Markman, 2017; Pajares, 1992)。

誌謝

本研究成果承蒙國家科學及技術委員會專題研究計畫「探討幼兒和國小教師對科學教學的教師覺察」(計畫編號：MOST 111-2410-H 003-018-MY3)經費補助，方能順利進行並完成。此外，對於參與訪談的高中教師、提供寶貴意見的審查委員及協助研究順利完成的相關人員，謹此致上誠摯感謝。

參考文獻

宋如婷、蔡文榮(2022)。數學史融入教學之國內外博碩士論文之文字探勘。**教育科學期刊，21**(2)，25-66。

[Sung, J.-T., & Tsay, W.-R. (2022). A text mining for HPM research in the case of theses and dissertations. *The Journal of Educational Science*, *21*(2), 25-66.]

洪菁穗、吳心楷(2022)。高中科學教師對「探究與實作」課程的概念：課程特徵、挑戰、教學目標、與教學活動。**科學教育學刊，30**(1)，1-26。 https://doi.org/10.6173/CJSE.202203_30(1).0001

[Hung, C.-S., & Wu, H.-K. (2022). High school science teachers' conceptions about the curriculum of "inquiry and practice" : Course characteristics, challenges, teaching goals and activities. *Chinese Journal of Science Education*, *30*(1), 1-26. https://doi.org/10.6173/CJSE.202203_30(1).0001]

陳均伊(2010)。教師專業成長之個案研究：一個國中自然教師探究教學觀點的轉變。**教育科學研究期刊，55**(2)，233-264。https://doi.org/10.3966/2073753X2010065502008

[Chen, J.-Y. (2010). A case study of a teacher's professional development: A junior high school teacher's views on inquiry teaching. *Journal of Research in Education Sciences*, *55*(2), 233-264. https://doi.org/10.3966/2073753X2010065502008]

教育部(2018)。**十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域**。http://bit.ly/3VFDBf1

[Ministry of Education. (2018). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary, junior high schools and general senior high schools—The domain of natural sciences*. http://bit.ly/3VFDBf1]

張芝琳(2021)。**國內外農業教育內涵之比較研究：以文字探勘主題模型技術進行分析**。未出版之碩士論文。國立中興大學。

[Chang, C.-L. (2021). *A comparative study of the connotation of domestic and foreign agricultural education: Analyzing by topic modeling of text mining* [Unpublished master thesis]. National Chung Hsing University.]

許雅婷(2022)。**應用文字探勘技術探討美國教育智庫議題趨勢與主題建模之研究**。未出版之碩士論文。臺北市立大學。

[Hsu, Y.-T. (2010). *Application of text mining technology to explore the trend of issues and topic modeling of American education think tanks* [Unpublished master thesis]. University of Taipei.]

曾崇賢、段曉林、靳知勤(2011)。探究教學的專業成長歷程——以十位國中科學教師的觀點為例。**科學教育學刊，19**(2)，143-168. https://doi.org/10.6173/CJSE.2011.1902.04

[Tseng, C.-H., Tuan, H.-L., & Chin, C.-C. (2011). The process of teachers' inquiry teaching profes-

sional development—The perceptions of 10 experienced junior-high science teachers. *Chinese Journal of Science Education*, *19*(2), 143-168. https://doi.org/10.6173/CJSE.2011.1902.04]

廖邵瑋(2022)。**自然語言處理技術應用於科技華語詞彙分析**。未出版之碩士論文。國立臺灣師範大學。

[Liao, S.-W. (2022). *A vocabulary analysis of Chinese for science and technology with natural language processing methods* [Unpublished master thesis]. National Taiwan Normal University.]

潘鳳婷(2022)。**應用LDA主題模型推薦課程相關書籍之研究**。未出版之碩士論文。國立清華大學。

[Pan, F.-T. (2022). *Constructing a course related book recommendation system based on LDA topic models* [Unpublished master thesis]. National Tsing Hua University.]

謝知庭(2020)。**運用文字探勘探討臺灣實驗教育政策的實施與討論度分析**。未出版之碩士論文。國立政治大學。

[Hsieh, C.-T. (2020). *Analysis of the implementation and discussion of experimental education policy in Taiwan by text mining approach* [Unpublished master thesis]. National Chengchi University.]

Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A.-M., & Ellis, R. A. (2013). Inquiry-based learning in higher education: Principal forms, educational objectives, and disciplinary variations. *Studies in Higher Education*, *38*(9), 1239-1258. https://doi.org/10.1080/03075079.2011.616584

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 179-211. http://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

Ajzen, I. (2012). The theory of planned behavior. In P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski, & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of theories of social psychology* (Vol. 1, pp. 438-459). Sage. http://doi.org/10.4135/9781446249215.n22

Ajzen, I., & Kruglanski, A. W. (2019). Reasoned action in the service of goal pursuit. *Psychological Review*, *126*(5), 774-786. https://doi.org/10.1037/rev0000155

Anderson, K. J. B. (2012). Science education and test-based accountability: Reviewing their relationship and exploring implications for future policy. *Science Education*, *96*(1), 104-129. https://doi.org/10.1002/sce.20464

Aydeniz, M., & Southerland, S. A. (2012). A national survey of middle and high school science teachers' responses to standardized testing: Is science being devalued in schools? *Journal of Science Teacher Education*, *23*(3), 233-257. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9266-3

Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet allocation. *Journal of Machine Learning Research*, *3*, 993-1022.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy*

of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. Longmans.

Breslyn, W., & McGinnis, J. R. (2012). A comparison of exemplary biology, chemistry, earth science, and physics teachers' conceptions and enactment of inquiry. *Science Education*, *96*(1), 48-77. https://doi.org/10.1002/sce.20469

Brown, P. L., Abell, S. K., Demir, A., & Schmidt, F. J. (2006). College science teachers' views of classroom inquiry. *Science Education*, *90*(5), 784-802. https://doi.org/10.1002/sce.20151

Cao, J., Xia, T., Li, J., Zhang, Y., & Tang, S. (2009). A density-based method for adaptive LDA model selection. *Neurocomputing*, *72*(7-9), 1775-1781. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2008.06.011

Capatina, A., Patel, N. J., Mitrov, K., Cristea, D. S., Micu, A., & Micu, A.-E. (2024). Elevating students' lives through immersive learning experiences in a safe metaverse. *International Journal of Information Management*, *75*, Article 102723. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102723

Capps, D. K., Crawford, B. A., & Constas, M. A. (2012). A review of empirical literature on inquiry professional development: Alignment with best practices and a critique of the findings. *Journal of Science Teacher Education*, *23*(3), 291-318. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9275-2

Cavallo, J. V., & Fitzsimons, G. M. (2012). Goal competition, conflict, coordination, and completion: How intergoal dynamics affect self-regulation. In H. Aarts & A. J. Elliot (Eds.), *Goal-directed behavior* (pp. 267-299). Psychology Press.

Cetina, K. K. (1999). *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*. Harvard University Press.

Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(4), 613-642. https://doi.org/10.1002/tea.20157

Daumiller, M., Fasching, M. S., Steuer, G., Dresel, M., & Dickhäuser, O. (2022). From teachers' personal achievement goals to students' perceptions of classroom goal structures: Via student-oriented goals and specific instructional practices. *Teaching and Teacher Education*, *111*, Article 103617. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103617

de Jong, T., Lazonder, A. W., Chinn, C. A., Fischer, F., Gobert, J., Hmelo-Silver, C. E., Koedinger, K. R., Krajcik, J. S., Kyza, E. A., Linn, M. C., Pedaste, M., Scheiter, K., & Zacharia, Z. C. (2023). Let's talk evidence—The case for combining inquiry-based and direct instruction. *Educational Research Review*, *39*, Article 100536. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100536

DeLisi, J., Kook, J. F., Levy, A. J., Fields, E., & Winfield, L. (2021). An examination of the features of science fairs that support students' understandings of science and engineering practices. *Journal of Research in Science Teaching*, *58*(4), 491-519. https://doi.org/10.1002/

tea.21669

Demir, A., & Abell, S. K. (2010). Views of inquiry: Mismatches between views of science education faculty and students of an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(6), 716-741. https://doi.org/10.1002/tea.20365

Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, *22*, 194-214. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.002

Dresel, M., Fasching, M. S., Steuer, G., Nitsche, S., & Dickhäuser, O. (2013). Relations between teachers' goal orientations, their instructional practices and students' motivation. *Psychology*, *4*(7), 572-584. https://doi.org/10.4236/psych.2013.47083

Friedrichsen, P. M., & Dana, T. M. (2005). Substantive-level theory of highly regarded secondary biology teachers' science teaching orientations. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(2), 218-244. https://doi.org/10.1002/tea.20046

González-Howard, M., & McNeill, K. L. (2019). Teachers' framing of argumentation goals: Working together to develop individual versus communal understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, *56*(6), 821-844. https://doi.org/10.1002/tea.21530

Griffiths, T. L., & Steyvers, M. (2004). Finding scientific topics. *Proceedings of the National academy of Sciences*, *101*(suppl.1), 5228-5235. https://doi.org/10.1073/pnas.0307752101

Grün, B., & Hornik, K. (2011). topicmodels: An R package for fitting topic models. *Journal of Statistical Software*, *40*(13), 1-30. https://doi.org/10.18637/jss.v040.i13

Halawa, S., Hsu, Y.-S., Zhang, W.-X., Kuo, Y.-R., & Wu, J.-Y. (2020). Features and trends of teaching strategies for scientific practices from a review of 2008–2017 articles. *International Journal of Science Education*, *42*(7), 1183-1206. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1752415

Hutner, T. L., & Markman, A. B. (2017). Applying a goal-driven model of science teacher cognition to the resolution of two anomalies in research on the relationship between science teacher education and classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, *54*(6), 713-736. https://doi.org/10.1002/tea.21383

Hutner, T. L., Petrosino, A. J., & Salinas, C. (2021). Do preservice science teachers develop goals reflective of science teacher education? A case study of three preservice science teachers. *Research in Science Education*, *51*(3), 761-789. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9816-6

Hutner, T. L., Sampson, V., Baze, C. L., Chu, L., & Crawford, R. H. (2022). An exploratory study of the goals science teachers' satisfy by integrating engineering core ideas and practices into the science curriculum. *International Journal of Science Education*, *44*(1), 71-90. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2013576

Hutner, T. L., Sampson, V., Chu, L., Baze, C. L., & Crawford, R. H. (2022). A case study of sci-

ence teachers' goal conflicts arising when integrating engineering into science classes. *Science Education*, *106*(1), 88-118. https://doi.org/10.1002/sce.21690

Hwang, S., & Cho, E. (2021). Exploring latent topics and research trends in mathematics teachers' knowledge using topic modeling: A systematic review. *Mathematics*, *9*(22), Article 2956.. https://doi.org/10.3390/math9222956

Jacobi, C., van Atteveldt, W., & Welbers, K. (2016). Quantitative analysis of large amounts of journalistic texts using topic modelling. *Digital Journalism*, *4*(1), 89-106. https://doi.org/10.1080/21670811.2015.1093271

Janssen, F., Westbroek, H., & Doyle, W. (2015). Practicality studies: How to move from what works in principle to what works in practice. *Journal of the Learning Sciences*, *24*(1), 176-186. https://doi.org/10.1080/10508406.2014.954751

Janssen, F., Westbroek, H., Doyle, W., & Van Driel, J. (2013). How to make innovations practical. *Teachers College Record*, *115*(7), 1-43. https://doi.org/10.1177/016146811311500703

Kang, J., & Keinonen, T. (2018). The effect of student-centered approaches on students' interest and achievement in science: Relevant topic-based, open and guided inquiry-based, and discussion-based approaches. *Research in Science Education*, *48*(4), 865-885. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9590-2

Kang, N.-H. (2008). Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching. *Teaching and Teacher Education*, *24*(2), 478-498. https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.01.002

Kang, N.-H., & Wallace, C. S. (2005). Secondary science teachers' use of laboratory activities: Linking epistemological beliefs, goals, and practices. *Science Education*, *89*(1), 140-165. https://doi.org/10.1002/sce.20013

Kawasaki, J., & Sandoval, W. A. (2020). Examining teachers' classroom strategies to understand their goals for student learning around the science practices in the Next Generation Science Standards. *Journal of Science Teacher Education*, *31*(4), 384-400. https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1709726

Kim, M., Tan, A. L., & Talaue, F. T. (2013). New vision and challenges in inquiry-based curriculum change in Singapore. *International Journal of Science Education*, *35*(2), 289-311. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.636844

Kruglanski, A. W. (1996). Motivated social cognition: Principles of the interface. In E. T. Higgins & A. W. Kruglanski (Eds.), *Social psychology: Handbook of basic principles* (pp. 493-520). Guilford Press.

Kruglanski, A. W., Shah, J. Y., Fishbach, A., Friedman, R., Chun, W. Y., & Sleeth-Keppler, D. (2018). A theory of goal systems. In A. Kruglanski (Ed.). *The motivated mind: The selected works of Arie Kruglanski* (pp. 207-250). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315175867-6

Sakshi, & Kukreja, V. (2023). Recent trends in mathematical expressions recognition: An LDA-based analysis. *Expert Systems with Applications*, *213*(B), Article 119028. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119028

Kuo, Y.-R., Tuan, H.-L., & Chin, C.-C. (2019). Examining low and non-low achievers' motivation towards science learning under inquiry-based instruction. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(5), 845-862. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9908-9

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. https://doi.org/ 10.1017/CBO9780511815355

Lotter, C., Harwood, W. S., & Bonner, J. J. (2007). The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(9), 1318-1347. https://doi.org/10.1002/tea.20191

Lotter, C. R., Thompson, S., Dickenson, T. S., Smiley, W. F., Blue, G., & Rea, M. (2018). The impact of a practice-teaching professional development model on teachers' inquiry instruction and inquiry efficacy beliefs. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *16*(2), 255-273. https://doi.org/10.1007/s10763-016-9779-x

Louws, M. L., van Veen, K., Meirink, J. A., & van Driel, J. H. (2017). Teachers' professional learning goals in relation to teaching experience. *European Journal of Teacher Education*, *40*(4), 487-504. https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1342241

Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practices and beliefs: The impact of an inquiry-based professional development programme on beginning and experienced secondary science teachers. *International Journal of Science Education*, *23*(5), 517-534. https://doi.org/10.1080/09500690121307

Marshall, J. C., & Alston, D. M. (2014). Effective, sustained inquiry-based instruction promotes higher science proficiency among all groups: A 5-year analysis. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(7), 807-821. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9401-4

Marshall, J. C., Smart, J. B., & Alston, D. M. (2017). Inquiry-based instruction: A possible solution to improving student learning of both science concepts and scientific practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(5), 777-796. https://doi.org/10.1007/s10763-016-9718-x

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13165

Nunaki, J. H., Damopolii, I., Kandowangko, N. Y., & Nusantari, E. (2019). The effectiveness of inquiry-based learning to train the students' metacognitive skills based on gender differences. *International Journal of Instruction*, *12*(2), 505-516. https://doi.org/10.29333/iji.2019.12232a

Odden, T. O. B., Marin, A., & Caballero, M. D. (2020). Thematic analysis of 18 years of physics education research conference proceedings using natural language processing. *Physical*

Review Physics Education Research, *16*(1), Article 010142. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010142

Odden, T. O. B., Marin, A., & Rudolph, J. L. (2021). How has *Science Education* changed over the last 100 years? An analysis using natural language processing. *Science Education*, *105*(4), 653-680. https://doi.org/10.1002/sce.21623

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177-196. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, *62*(3), 307-332. https://doi.org/10.3102/00346543062003307

Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, *49*(9), 1122-1148. https://doi.org/10.1002/tea.21037

Schiefele, U., & Schaffner, E. (2015). Teacher interests, mastery goals, and self-efficacy as predictors of instructional practices and student motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *42*, 159-171. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.06.005

Strat, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: A systematic review. *Studies in Science Education*, *60*(2), 191-249. https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148

Sugimoto, C. R., Li, D., Russell, T. G., Finlay, S. C., & Ding, Y. (2011). The shifting sands of disciplinary development: Analyzing North American Library and Information Science dissertations using latent Dirichlet allocation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, *62*(1), 185-204. https://doi.org/10.1002/asi.21435

Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2018). Teachers' mastery goals: Using a self-report survey to study the relations between teaching practices and students' motivation for science learning. *Research in Science Education*, *48*(1), 181-206. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9565-3

Vorholzer, A., & von Aufschnaiter, C. (2019). Guidance in inquiry-based instruction—An attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, *41*(11), 1562-1577. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1616124

Wang, H.-H., Charoenmuang, M., Knobloch, N. A., & Tormoehlen, R. L. (2020). Defining interdisciplinary collaboration based on high school teachers' beliefs and practices of STEM integration using a complex designed system. *International Journal of STEM Education*, *7*, Article 3. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0201-4

Wang, H.-H., Hong, Z.-R., She, H.-C., Smith, T. J., Fielding, J., & Lin, H.-s. (2022). The role of structured inquiry, open inquiry, and epistemological beliefs in developing secondary students' scientific and mathematical literacies. *International Journal of STEM Education*, *9*, Article 14. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00329-z

Wang, M., Gao, S., Gui, W., Ye, J., & Mi, S. (2023). Investigation of pre-service teachers' conceptions of the nature of science based on the LDA model. *Science & Education*, *32*(3), 589-615. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00332-4

Westbroek, H., Janssen, F., & Doyle, W. (2017). Perfectly reasonable in a practical world: Understanding chemistry teacher responses to a change proposal. *Research in Science Education*, *47*(6), 1403-1423. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9560-8

Xing, W., Lee, H.-S., & Shibani, A. (2020). Identifying patterns in students' scientific argumentation: Content analysis through text mining using Latent Dirichlet allocation. *Educational Technology Research and Development*, *68*(5), 2185-2214. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09761-w

Yin, B., & Yuan, C.-H. (2022). Detecting latent topics and trends in blended learning using LDA topic modeling. *Education and Information Technologies*, *27*(9), 12689-12712. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11118-0

Yun, E. (2020). Review of trends in physics education research using topic modeling. *Journal of Baltic Science Education*, *19*(3), 388-400. https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.388

科學教育學刊
2024, 第三十二卷第三期, 257-291
DOI:10.6173/CJSE.202409_32(3).0002

Contemporary Journal of Science Education
2024, 32(3), 257-291

Analyzing Science Teachers' Inquiry Teaching Goals Using Latent Dirichlet Allocation Topic Modeling and Comparing Them With the "Inquiry and Practice" Curriculum Goals of the 108 Curriculum Guidelines

Ching-Sui Hung[1,2,*], Ren-Cheng Zhang[2] and Hsin-Kai Wu[2,3]

[1]Taipei Municipal Heping High School
[2]Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University
[3]Department of Science and Technology Education, University of Johannesburg

Abstract

This study responds to the advancement of research methodologies of Artificial Intelligence (AI) in science education by utilizing Latent Dirichlet Allocation (LDA) topic modeling, a natural language processing technique, to analyze the teaching goals of high school science teachers in the context of "Inquiry and Practice" curriculum. A comparison with the curriculum goals outlined in the guidelines was conducted, alongside an exploration of the relationship between teachers' background factors such as the subjects they teach, professional development experience, years of science and inquiry-based teaching, and their teaching goals. LDA topic modeling facilitates the identification of latent topics within text, unconstrained by predefined analytical frameworks. "Inquiry and Practice" curriculum represents a significant innovation in the science education under the 108 curriculum guidelines in Taiwan, with teachers' teaching goals serving as core motivational factors guiding their instructional planning and execution, thus becoming the focal point of this study. Forty science teachers with experience in inquiry teaching were recruited for semi-structured interviews, and the transcripts were subjected to topic analysis using the R programming language. Results revealed that teachers' teaching goals clustered into 10 topics, each comprising several goals. Common goals observed across the majority of topics included engaging students in scientific practices, fostering problem-solving and discovery abilities, and enhancing motivation and attitudes toward science. However, certain scientific practices such as model development, mathematical and computational thinking, argumentation, and constructing explanations received less emphasis. In comparison to curriculum objectives, goals such as cultivating autonomy, high-level independent thinking abilities, and interdisciplinary knowledge

* Corresponding author: Ching-Sui Hung, sui20120401@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3554-9832
Received: 2024/5/19, Revised: 2024/9/23, Accepted: 2024/9/23, Available Online: 2024/11/29

and abilities were relatively underrepresented. Teachers with different experience showed some overlap in teaching goals, as well as distinct emphases. The findings of this study aim to provide valuable insights for teachers and relevant stakeholders in designing curricula and professional development activities.

Key words: LDA (Latent Dirichlet Allocation), Topic Modeling, Science Teachers, Inquiry and Practice, Teaching Goals