

基於小學語文課程的多模態學習分析方法研究

Research on Multimodal Learning Analysis Method Based on Primary School Chinese Curriculum

時秋¹, 吳穎¹

¹ 江南大學

2484621349@qq.com

【摘要】本研究聚焦小學語文課堂《軍神》，採用多模態學習分析（MMLA），並借助 NVivo 軟體來進行量化分析。在參考現有編碼體系的基礎上，結合義務教育階段語文課程核心素養標準以及《軍神》課程的特點，編制了一套詳細編碼體系，該體系涵蓋了認知活動與行為參與兩個維度。本研究揭示了《軍神》這堂課促進深度學習、實施互動式教學等方面成效顯著，指出在技術依賴、跨學科、資料解釋複雜及隱私倫理等方面存在的挑戰。綜上所述，研究為多模態學習分析在小學語文教學領域的應用提供了實證支持，來幫助教育工作者優化教學策略，進而提升教學教學的品質。

【關鍵字】多模態學習分析；小學語文；分析方法

Abstract: This study focuses on the primary school Chinese language classroom "Military God", using multimodal learning analysis (MMLA) and utilizing NVivo software for quantitative analysis. On the basis of referring to the existing coding system, combined with the core literacy standards of Chinese language curriculum in compulsory education and the characteristics of the "Military God" curriculum, a detailed coding system has been developed, which covers two dimensions: cognitive activities and behavioral participation. This study reveals that the course "Military God" has achieved significant results in promoting deep learning and implementing interactive teaching, and points out the challenges in technology dependence, interdisciplinary learning, complex data interpretation, and privacy ethics. In summary, the study provides empirical support for the application of multimodal learning analysis in primary school Chinese language teaching, to help educators optimize teaching strategies and improve the quality of teaching.

Keywords: Multimodal learning analysis, Primary school Chinese language, Analysis method

1. 前言

在教育研究領域，傳統的課堂分析手段主要依賴於現場觀察法、訪談法以及問卷調查法等，但這些方法在實際應用中存在很多局限性，比如較強主觀性容易導致分析結果產生偏差、回饋的延遲性很難滿足即時性的要求、實證資料的欠缺性使得分析的深度與廣度受到限制，從而使得在課堂診斷分析的科學性、精準性以及回饋的有效性維度上，存在著顯著的提升空間亟待填補。相比之下，多模態分析方法在課堂情境中的應用逐漸受到關注，在這一框架下，非言語活動與情感參與對於學習者發展的重要性不容忽視。借助多模態融合分析的方式，能夠為教師深入理解教學場景中的關鍵事件以及深刻反思教學行為提供堅實有力的依據支撐，從而在一定程度上有效彌補傳統課堂分析方法的固有缺陷，並為課堂分析領域開闢新的視角與途徑，進而推動課堂分析向更加科學、精準、高效的方向進階。

2. 方法的定義及過程模型

2.1. 方法的定義與發展

多模態學習分析（Multimodal Learning Analytics）概念最早是由美國南加州大學創新技術學院的 Stefan Scherer 和 Louis-Philippe Morency 等於 2012 年在第十四屆《多模態交互國際會議》上正式提出並發表。它是三個概念的交叉點：多模態教學與學習、多模態資料、電腦支援的分析，本質上它利用非傳統和傳統資料形式在三個概念之間所形成的三角關係來描述或模擬複雜學習環境中的學生學習（Sharma et al., 2020）。因此，多模態學習分析

是一個橫跨學習科學和機器學習的研究領域，能夠為複雜學習行為和學習理論之間搭建橋樑。它利用多模資料捕獲和信號處理技術研究複雜學習環境中的學習(Olsen et al., 2020)。尤其是近年來，各類可穿戴感測器技術、物聯網技術的發展和大資料計算能力的提升為多模態研究提供了必要的技術支撐。多模態學習研究的興起除了技術推動的作用之外，還起源於對教育發展規律的持續探索，多模態與教育分析有著天然的契合度：多模態方法更符合人類交流的本性。人類交流過程中對多種形態的使用較為豐富，且這些形態形成互補(馬志強等，2021)。具體來說，多模態學習分析(簡稱 MMLA)是指利用多種分析技術對學習情境中產生的多模態學習行為資料進行同一化整合處理和建模分析，來預測學習行為風險，為教師和學生提供教學支援和導學服務，以實現優化學習過程和解釋學習機理的目的(Xu et al., 2023)。

2.2. 過程模型

在借助機器學習的多模態學習分析領域中，有兩個非常重要的概念：一個是學習行為，另外一個是學習標籤。為更好地建立和解釋外顯行為和潛在行為屬性間的對應關係，將學習行為定義為輸入空間中的可被觀察或測量的學習者個體的運動行為、生理行為及與環境交互行為，潛在行為屬性定義為假設空間中用來解釋行為資料意義的學習標籤，是感測器不可直接觀察到的，但可用資料表征的、由人類專家注釋完成的、可解釋學習者意義形成過程的與學習相關的屬性結構，如情緒、動機或認知學習行為涵蓋言語和非言語行為，通過可觀測的模態資料表征，而學習標籤則是依據教與學理論為多模態資料賦予的認知、情感、社交等屬性狀態值。在本研究中，主要參考了 Daniele DiMitri 的過程模型，該模型是由“P”引導學習行為分析過程，生成的“R”結果來解釋學習分析的結果，MMLA 包括以下關鍵步驟：感測器採集表徵多模態資料(P1-R1)，人工/自動標注解釋學習標籤(P2-R2)，機器學習/統計分析建模預測學習狀態(P3-R3)，結合具體任務回饋解釋促成行為改變(P4-R4)，這一模型為系統分析課堂教學中的多模態資料提供了理論框架(Chango et al., 2022)。

3. 實施過程與支持工具

3.1. 支援工具

本文主要採用 NVivo11 質性分析軟體進行行為分析。該軟體澳大利亞 QSR 公司產品，具有介面簡潔、功能強大的特點。它支援多種資料類型處理，可精確控制視頻分析，具備強大編碼和檢索功能，可以構建節點編碼表，將課堂實錄導入後，按照節點進行編碼，自動形成節點編碼覆蓋層次圖、編碼帶等視覺化圖形，非常適合本研究對課堂視頻的深度分析需求。通過觀看課堂視頻(劉清堂等人，2022)，依據編碼體系對學生行為逐段標記編碼，記錄行為起始時間、結束時間、類型及對應認知層次，確保資料準確完整。將編碼資料錄入 NVivo 軟體，利用其功能進行管理分析，生成編碼圖和節點覆蓋率百分比圖，直觀展示行為分佈和占比情況(李愛霞等人，2022)。

本研究參考弗蘭德斯互動分析系統(FIAS)的基本框架，依據任務驅動教學法和語文學科特點，生成了“《軍神》學生課堂參與編碼表”，並記錄每三秒的互動情況，以此來分析學生的課堂活動情況，旨在說明教師反思教學實踐，促進課堂互動的平衡，進而提升教學品質。

3.2. 研究物件

本文研究從自蘇格拉底課程平臺中，選擇小學五年級語文《軍神》一課的智慧課堂教學活動作為分析課例，課程時長為 40 分鐘。將學生的課堂學習行為、課堂教案設計以及

學生繪製的思維導圖作為觀測分析物件，遵循學生學習行為多模態分析框架，利用多模態資料分析方法，分析學生的聲音資料和文本資料，從而評估學生對課程的理解程度和課堂互動情況，進而判斷其是否符合語文新課標核心素養導向下的課程理念。課例選取遵循兩個原則：①聲音錄製清晰，能準確識別學生的聲音資訊；②畫面錄製多方位，包括全景、特寫、動態捕捉，能觀察學生整體與局部的行為。

3.3 聲音資料研究設計

學習行為分析框架細化，列舉對應的學習行為特徵。同時，根據列舉的學習行為特徵進行編碼標注，聲音數據主要分類兩大類，分別為認知活動聲音數據和行為參與聲音數據，認知活動聲音數據中包括 10 個學習行為特徵，分別為記憶、理解、應用、分析、評價、創造和反思，行為參與聲音數據中包括 11 個學習行為特徵，分別為課堂聽講、個體回答、部分應答、集體應答、課堂展示、提問、小組學習和討論、課堂練習、作品創作、集體朗讀課文、學生點評。根據英文名稱的縮寫給這些行為特徵進行編碼，編碼名稱依次為：R、U、A、An、E、C、Re、L、P、Sq、Cq、Pr、Q、C、Ex、W、Rea、Sc，見表 1。

我們結合具體的課堂情境對上述 21 個編碼進行描述，認知活動維度，“記憶”（R）、“理解”（U）和“應用”（A）這三個認知活動的評估可以幫助學生鞏固基礎知識，並通過實際練習加深對課文內容的理解。例如，在課堂上，教師提問“劉伯承元帥是誰？”學生回答：“劉伯承是中國人民解放軍的開國元帥之一，他以堅韌不拔的毅力和卓越的軍事才能著稱。”屬於“記憶”（R）；教師講解劉伯承拒絕使用麻醉劑的原因後，提問：“為什麼劉伯承拒絕使用麻醉劑？”學生回答：“因為他不想在手術過程中失去意識，以便更好地配合醫生。”屬於“理解”（U）；在小組討論中，學生討論如何在現代醫療條件下重新設計手術場景，以減少劉伯承的痛苦，屬於“應用”（A）。通過復述故事情節或角色對話，學生能夠更好地把握文章的主要脈絡；而在課堂上模擬手術場景，讓學生扮演醫生和病人的角色，則能幫助他們親身體驗課文中角色的情感和行為動機。

“分析”（An）和“評價”（E）這兩個高級認知活動要求學生在理解文本的基礎上進行更深入的思考和分析。例如，學生分析劉伯承在手術過程中的心理狀態，討論：“劉伯承在手術過程中忍受巨大疼痛，這體現了他的什麼精神品質？”學生回答：“體現了他堅韌不拔的毅力和對革命事業的忠誠。”屬於“分析”（An）；在學生作品展示環節，一位學生展示了一幅描繪劉伯承手術場景的繪畫。另一位學生點評：“這幅畫生動地展現了劉伯承的堅強意志，尤其是他緊握的雙手，讓人感受到他的痛苦和堅持。”屬於“評價”（E）。通過對課文細節的關注和對角色行為的評判，學生們不僅能提高自己的邏輯思維能力，還能形成正確的價值觀和人生觀。《軍神》一文展現了劉伯承元帥堅韌不拔的精神品質，學生在分析和評價他的行為時，也會受到這種精神的感染和鼓舞。

“創造”（C）這一最高級別的認知活動鼓勵學生在充分吸收前幾個階段所學知識的基礎上發揮想像力，創造出新的東西。例如，可以讓學生以現代視角重新構思這個故事的發生背景和發展走向，或者設計一個全新的結尾來展現主人公的性格特點。這個過程不僅鍛煉了學生的創新能力，也讓他們在實踐中深化了對課文主題的理解。“反思”（Re）作為整個學習過程的總結性環節，促使學生在完成所有任務後回頭審視自己的學習歷程，找出優點和不足之處並進行調整。這對於培養自主學習能力和持續改進的習慣至關重要。同時，通過反思也能使學生認識到自己在情感態度上的變化和個人成長的重要性。

在行為參與維度，“課堂聽講”（L）和“集體朗讀課文”（Rea）這兩個基本的活動評估了學生對課文內容的初步接觸和理解程度。“課堂聽講”（L）要求學生認真傾聽教

師的講解，從而獲取新知識；“集體朗讀課文”（Rea）則是全班同學一起朗讀指定的課文段落，幫助學生在整體上熟悉課文內容。“個體回答”（P）、“部分應答”（Sq）和“集體應答”（Cq）等互動環節檢驗了學生對課文理解的深度和廣度。教師可以通過這些問題瞭解每個學生的學習情況，並及時給予回饋和指導。例如，教師提問：“劉伯承元帥為什麼拒絕使用麻醉劑？”小華說：“因為他想保持清醒，更好地配合醫生。”屬於“個體回答”（P）；教師提問：“劉伯承元帥在手術中表現出了哪些品質？”小李說：“堅韌不拔。”小王補充說：“還有頑強的毅力。”屬於“部分應答”（Sq）；教師提問：“劉伯承元帥的精神品質是什麼？”全班學生齊聲回答：“堅韌不拔、頑強毅力。”屬於（Cq）。

“作品創作”（W）和“課堂展示”（Pr）等活動則鼓勵學生將所學知識轉化為創意表達和實踐能力，如寫作、繪畫或其他形式的藝術表現。例如，教師佈置繪製課本故事線的思維導圖屬於“作品創作”（W）；教師安排學生上臺展示思維導圖屬於“課堂展示”（Pr）。“小組學習和討論”（C）、“課堂練習”（Ex）以及“學生點評”（Sc）等合作與評價機制促進了學生的團隊協作能力和批判性思維的發展。在這些活動中，學生們不僅可以分享彼此的想法和觀點，還可以通過互相評價來提高自己的學習能力。例如，教師組織學生分組討論“劉伯承元帥拒絕使用麻醉劑的原因”，屬於“小組學習和討論”

（C）；教師佈置課堂練習，要求學生回答關於《軍神》課文內容的問題，屬於“課堂練習”（Ex）；學生展示自己創作的關於故事線的思維導圖後，其他學生進行點評，屬於“學生點評”（Sc）。

表 1 《軍神》課程行為認知編碼表

《軍神》課程行為認知編碼表		
類別	編碼	描述
認知活動	記憶 R	學生複述關鍵資訊和基礎知識
	理解 U	通過課堂講解和個體回答環節，學生理解知識點及其含義
	應用 A	課堂練習和小組討論學生將所學知識應用於具體情境中
	分析 An	學生在分析課文內容和人物心理時，進行資訊的連接與區分
	評價 E	學生點評和對同學作品的評價
	創造 C	在作品創作環節中，學生展現創新思維和創造性表達
	反思 Re	在課後任務學生反思學習內容和過程，進行深層次的思考和內化
行為參與	課堂聽講 L	教師主導講解新知識，學生認真傾聽並吸收教學內容
	個體回答 P	教師隨機或指定學生單獨回答問題，檢驗個人的理解程度
	部分應答 Sq	針對教師的提問，部分學生進行回答，可能是自願或被選中的方式
	集體應答 Cq	全班學生共同回答教師的提問，通常用於複習或強調某個知

		識點
	課堂展示 Pr	學生或教師展示特定的內容，如學生的作業、專案或演示等
	提問 Q	教師提出問題促使學生思考，或者學生向教師提出疑問以求解答
	小組學習和討論 C	學生分組討論特定主題或解決問題，通過團隊合作深化理解
	課堂練習 Ex	在教師的指導下，學生進行針對性的練習，鞏固和應用所學知識
	作品創作 W	學生根據所學內容進行創作，如寫作、繪畫或其他形式的創意表達
	集體朗讀課文 Rea	全班學生一起朗讀指定的課文或段落
	學生點評 Sc	學生對其他同學的表現或作品進行評價

利用課堂環境中的聲音、圖像、文本資料獲取設備，兩位元觀察者即時觀測統計並對多模態學習行為進行編碼對照。編碼間隔不固定，依照固定內容而定，利用 NVivo 軟體對課例進行編碼標注，最後對統計結果進行視覺化呈現。兩位元觀察者根據學習行為編碼體系協商確定資料獲取具體規則及細節，達成統一後，按照編碼體系表分別進行資料統計，對統計編碼資料進行梳理校對，為學習行為研究提供精准的多模態資料支援，最終在理解程度評估維度共計標記編碼 23 條，在互動情況評估維度共計標記編碼 85 條，分別按照頻次進行排序，視覺化呈現如圖 2 和圖 3 所示。

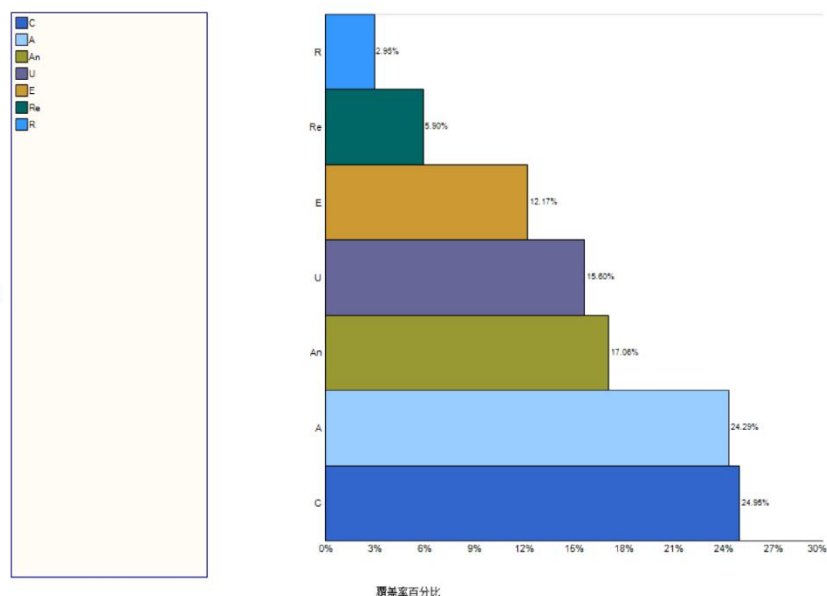


圖 2 認知活動編碼頻次排序

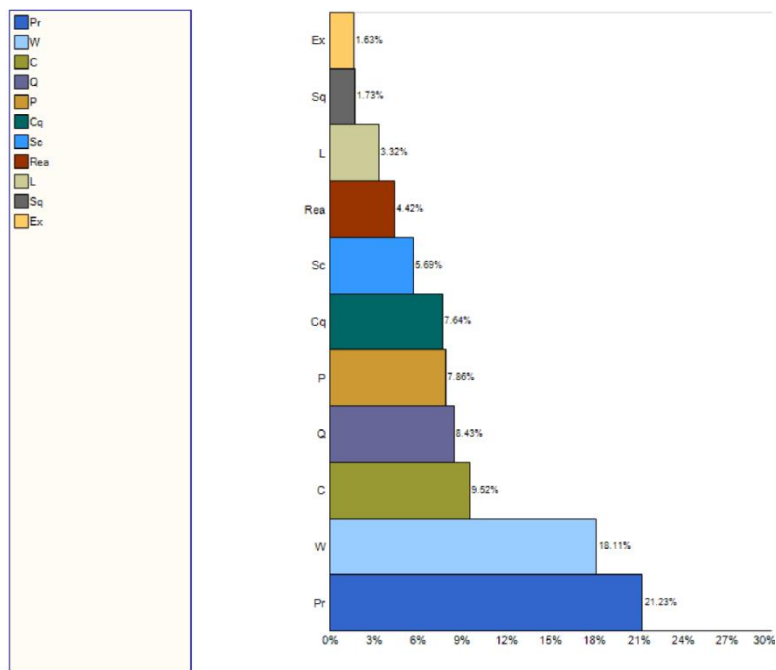


圖 3 行為參與變化頻次排序

4. 文本資料研究設計

4.1 教案文本

教案文本主要是老師上課的 ppt，對 ppt 進行提取可以得出以下教學流程：課程以問題導入，激發學生的學習興趣。教師通過提問“你們聽說過軍神嗎？他是誰？”引導學生思考，並引出課文的主人公劉伯承元帥。接著，學生通過自由朗讀課文，初步感知課文內容，瞭解故事梗概。教師引導學生關注課文中的關鍵字語和句式，並思考沃克醫生和劉伯承之間發生了什麼。隨後，課程進入精讀環節，重點學習課文中的幾個關鍵部分。教師引導學生學習劉伯承元帥拒絕使用麻醉劑的原因，以及他在手術過程中忍受巨大疼痛的描寫，感受他堅強的意志和頑強的毅力。在品讀感悟環節，教師通過多種教學活動，如朗讀、討論、表演等，引導學生體會人物的內心情感，感受人物形象。例如，教師可以引導學生用沃克醫生的口吻講述這個故事，或者讓學生表演劉伯承元帥接受手術的場景。拓展延伸階段，教師鼓勵學生用沃克醫生的口吻講述這個故事，並閱讀課後連結《豐碑》，感受人物形象，體會革命先烈的偉大精神。最後，教師通過觀察學生在課堂上的參與程度、朗讀等活動，以及他們的書面作業，對學生的學習情況進行評價。教師還要引導學生進行自我評價和反思，幫助他們找到自己的不足之處，並制定改進計畫。

4.2 思維導圖文本

在《軍神》這節課中，讓學生繪製思維導圖的目的在於促進學生對課文內容的深入理解和綜合把握。思維導圖作為一種圖形化的學習工具，能夠有效地說明學生組織和優化資訊，提高學習效率。繪製思維導圖能夠促進學生對於課文結構和主要內容的梳理。在繪製過程中，學生需要思考哪些資訊是核心，哪些是支撐細節，這樣的過程實際上是對知識點的再次篩選和強化記憶。此外，學生需要思考如何將抽象的文字資訊轉化為形象的圖形，這本身就是一種創新過程。同時，他們還需要對課文內容進行批判性分析，判斷哪些資訊是重要的，哪些可以省略。選擇展示了兩個小組的思維導圖，如圖 4 和圖 5 所示。

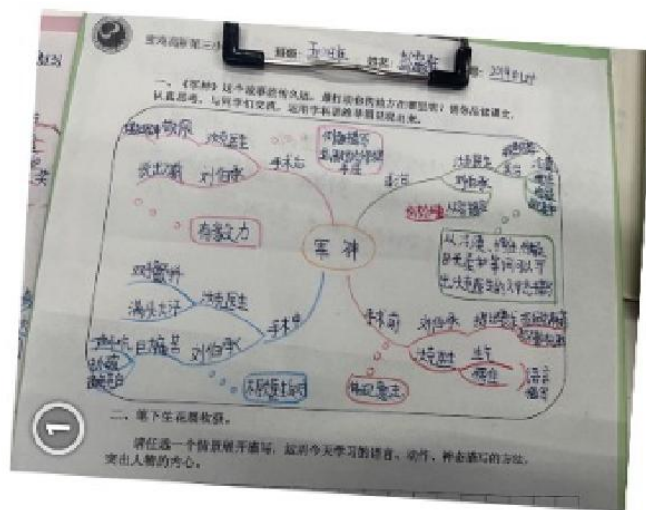


圖 4 第一小組思維導圖展示

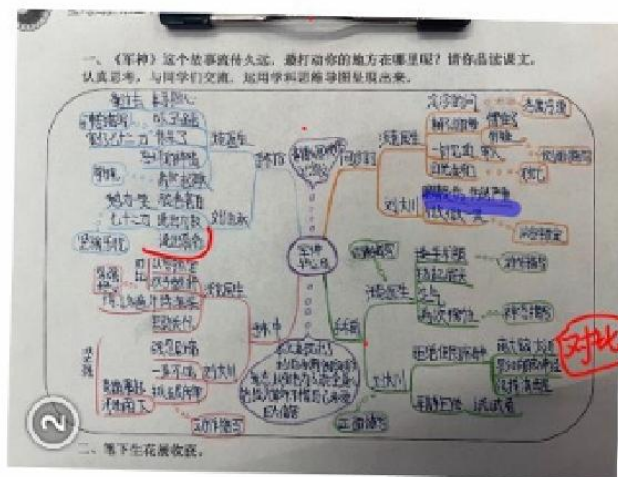


圖 5 第二小組思維導圖展示

5. 研究結果與分析

5.1 聲音資料分析

依據所使用的 NVivo 軟體構建的編碼統計表，本研究編制了相應的統計分析表。在認知活動的分類體系中，見表 6，淺層學習涵蓋記憶、理解和應用三個維度，其各自占比分別為 2.95%、15.6% 和 24.29%，累計占比為 42.84%。深層學習則包括分析、評價、創造和反思四個維度，其占比依次為 17.06%、12.17%、24.95% 和 5.90%，累計占比為 57.16%。《軍神》這節課在淺層學習與深層學習之間實現了很好地平衡。淺層學習構成了深度學習的基礎，其涉及的記憶與理解維度有助於學生掌握基礎知識點、深入理解教學內容，為深度學習奠定基礎。應用層面的學習能夠促進知識在實際情境中的應用，增強學生的實踐操作能力。深層學習所包含的分析、評價與創造維度能夠激勵學生進行深入思考，培養其批判性思維和創新能力。反思作為深層學習的關鍵組成部分，涉及自我管理和元認知，能夠促使學生從經驗中汲取教訓，實現自我成長。這種全面的學習方式有助於學生在掌握基礎知識和技能的同時，發展高階思維能力。

表 6 認知互動編碼分析

認知活動	淺層學習			深層學習			
	記憶	理解	應用	分析	評價	創造	反思
	2.95%	15.6%	24.29%	17.06%	12.17%	24.95%	5.90%
	42.84%			57.16%			

在課堂行為參與的分類體系中見表 7，個人表現類行為包括七個維度：課堂聽講、個體回答、部分應答、集體應答、課堂練習、集體朗讀以及學生課文點評。這些維度在課堂行為中的比重分別為 3.32%、7.86%、1.73%、7.64%、1.63%、4.42%和 5.69%，累計占比達到 32.29%。另一方面，合作互動類行為涵蓋四個維度：課堂展示、學生提問與討論、小組學習與討論、以及作品創作。這些維度的比重依次為 21.23%、8.43%、9.52%和 18.11%，累計占比為 57.29%。資料分析揭示了本節課在個人表現與合作互動兩種行為類型上的傾向性差異，合作互動類行為在課堂行為參與中佔據了主導地位。其中，課堂展示、小組學習與討論、以及作品創作這三個維度對於促進學生間的思想交流和知識共用，進而深化和拓展知識具有顯著作用。學生提問與討論這一維度則能夠激發學生的求知欲，促進其主動思考和表達能力的發展。個人表現類行為中的個體回答、部分應答和集體應答等維度對於提高學生的臨場反應和語言組織能力具有積極作用。課堂聽講作為知識獲取的基礎，課堂練習對於知識鞏固至關重要，集體朗讀有助於提升學生的語感，而學生課文點評則能鍛煉學生的分析和鑒賞能力。這種多元化的課堂參與模式不僅有助於學生獲取知識，而且能夠全面提升學生的綜合素養。

表 7 行為參與編碼分析

行為參與	課堂聽講	個體回答	部分應答	集體應答	課堂展示	學生提問	小組學習和討論	課堂練習	作評創作	集體朗讀課文	學生點評
	3.32%	7.86%	1.73%	7.64%	21.23%	8.43%	9.52%	1.63%	18.11%	4.42%	5.69%

5.2 文本資料分析

在對文本資料的分析中，本研究著重考察了教師在課堂上使用的 ppt 以及學生製作的思維導圖。基於語文學科核心素養，教學設計呈現以下特徵：語言建構與運用方面，通過課文深度解讀、朗讀分享等活動，學生在豐富語言實踐中體悟語言精妙，教師引導學生分析人物對話與神態描寫，揭示語言在塑造人物形象中的作用，有效提升學生語言表達與運用能力。思維發展與提升方面，設置開放性問題如“劉伯承為何拒絕使用麻醉劑”，激發學生深度思考與探究，通過小組討論與思維導圖創作，學生批判性、創新性及邏輯思維能力顯著增強。審美鑒賞與創造力方面，深入剖析人物描寫，學生感悟人物精神特質與美學形象，創設教學情境，引導學生運用描寫技巧展現人物內心世界，培養審美感知力與創造力。文化傳承與理解方面，圍繞劉伯承英雄事蹟教學，學生全面瞭解革命先輩精神風貌與品德，激發傳承與弘揚革命文化自覺性，堅定文化自信。思維導圖創作中，語言建構與運用體現於提煉概括課文核心內容，形成清晰分支結構；思維發展與提升體現於運用視覺元素梳理邏輯關係，深化文本理解；審美鑒賞與創造力通過色彩、線條及佈局展現視覺審美與個性化風格；文化傳承與理解則體現於展現革命英雄事蹟，表達崇敬與傳承革命文化之情。

總的來說，本課程深度貫徹語文學科核心素養的教育理念，核心教學模式採用任務驅動法，並巧妙融合思維導圖與情境寫作兩種工具。在教學實踐層面，通過精密規劃的教學環節及對學生回饋的敏銳捕捉與靈活應對，確保了教學活動的嚴謹有序與高效運行，顯著提升了教學的靈動性。課程著重強化師生互動交流，通過細緻觀察學生在思維導圖構建過程中的行為表現，並給予精準的指導與即時回饋，構建了高效暢通的師生溝通橋樑。同時，本課程採用了多元化的教學策略：其一，利用任務驅動法精心創設教學情境，有效激發學生的深度思考與強烈情感共鳴；其二，借助思維導圖說明學生系統整理知識結構，並通過展示學生作品促進相互借鑒與學習；其三，通過小組合作學習模式，全面培養學生的團隊協作能力與高效溝通技巧。此外，課程還充分利用情境設置的趣味性與創造性，有效激發學生的學習內在動力，促進其自主學習能力的持續發展；結合多媒體教學資源，進一步豐富教學內容，顯著提升學生的學習積極性；運用資料分析法對教學效果進行科學評估，以精準優化教學策略。在教學目標的設定上，本課程致力於全面培育並提升學生的語文學科核心素養。具體而言，通過深度解讀課文內容，引導學生準確把握主題、人物形象與情感脈絡，培養其文化自信；借助思維導圖的構建過程，引導學生提煉關鍵資訊、梳理課文結構，進而鍛煉其邏輯思維能力；通過情境寫作訓練，激發學生的審美創造力；借助小組討論與情境寫作等實踐活動，全面增強學生的語言表達與應用能力。

6.總結

多模態學習分析賦能研究者對教師教學狀態、學生學習狀態以及學習環境等的全面瞭解，精心的多模態資料獲取設計是保障多模態學習分析結果準確的關鍵。然而，多模態學習領域亦遭遇眾多挑戰。由於時間精力有限，只選取一節課例作為研究樣本，本研究僅選取單一課程實例作為分析樣本。儘管研究過程中利用了Nvivo質性分析軟體以簡化視頻編碼流程，但該軟體尚未能實現對教學行為的自動智慧化識別與編碼，這與人腦的識別能力相比仍存在差距。因此，大部分編碼工作仍需依賴人工作業，導致整個研究過程繁瑣且耗時。此外，編碼過程中的主觀性、跨學科融合難度大、隱私與倫理問題亦不容忽視。鑒於此，未來針對教學行為的研究可考慮融入人工智慧分析方法，特別是基於深度學習技術的視頻處理，以期更精準地解析課堂教學情境，並實現對教學行為的自動識別。這將為教學行為研究領域帶來更為高效的研究工具。

參考文獻

- 李愛霞,張胡 & 顧小清.(2022).多模態學習分析: 概述、應用案例及眷注.教育傳播與技術,(04),90-95.
- 馬志強,嶽芸竹 & 王文秋.(2021).基於多模態交互資訊的協作學習投入分析.現代教育技術,31(01),47-53.
- 劉清堂,李小娟,謝魁,常瑀倍 & 鄭欣欣.(2022).多模態學習分析實證研究的發展與展望.電化教育研究,43(01),71-78+85.
- Chango, W., Lara, J. A., Cerezo, R., & Romero, C. (2022). A review on data fusion in multimodal learning analytics and educational data mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 12(4), e1458.
- Olsen, J. K., Sharma, K., Rummel, N., & Aleven, V. (2020). Temporal analysis of multimodal data to predict collaborative learning outcomes. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1527-1547.

- Sharma, K., & Giannakos, M. (2020). Multimodal data capabilities for learning: What can multimodal data tell us about learning?. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1450-1484.
- Xu, P., Zhu, X., & Clifton, D. A. (2023). Multimodal learning with transformers: A survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 45(10), 12113-12132.