Education Journal of Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
Vol. 5 No. 1, Article ID: e2610

กรอบแนวคิดเชิงนวัตกรรมการเรียนรู้:การบูรณาการไมโครเลิร์นนิงและการสอนแบบปรับตัว เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจโครงสร้างอะตอม

An Innovative Learning Framework: Integrating Microlearning and Adaptive Teaching to Deepen Atomic Structure Understanding

Received: November 2, 2025 **Revised:** December 29, 2025 **Accepted:** January 19, 2026

ปวีณา ปรวัฒน์กุล[1*] รุ่งนภา พิมเสน[2] แน่งน้อย แสงเสน่ห์[3] ญานิศา เทพช่วย[4] นงเยาว์ เทพยา[5] อานันท์นิตย์ คุ่ยยกสุย[6] เบญจวรรณ นิลวงค์[7] ประวิทย์ เนื่องมัจฉา[8] สุนิษา คิดใจเดียว[9] และประกอบ ใจมั่น[10]

Paweena Porrawatkul[1*] Rungnapa Pimsen[2] Naengnoi Sangsane[3] Yanisa Thepchuay[4] Nongyao Tepaya[5] Arnannit Kuyyogsuy[6] Benjawan Ninwong[7] Prawit Nuengmatcha[8] Sunisa Kidjaideaw[9] and Prakob Jaimun[10]

[1,2,3,4,5,6,7,8] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280
[1,2,3,4,5,6,7,8]Program of Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, 80280
[9]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280
[9]Program of Information Technology and Digital Innovation, Faculty of Science and Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, 80280
[10]สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการนวัตกรรม คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช 80280
[10]Program in Educational Science and Innovation Management, Graduate School, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, 80280

*Corresponding Author, E-mail: paweena_por@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

การบูรณาการไมโครเลิร์นนิงเข้ากับการสอนแบบปรับตัวได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างผู้เรียนและเอื้อต่อการสร้างความเข้าใจเชิงลึกในเนื้อหาที่ซับซ้อน โดยเฉพาะเรื่องโครงสร้างอะตอม ซึ่งเป็นปฐมบทที่เชื่อมโยงการเรียนรู้บทเรียนอื่น ๆ บทความนี้นำเสนอการทบทวนวรรณกรรมและสังเคราะห์กรอบแนวคิดอย่างเป็นระบบ โดยวิเคราะห์งานวิจัยเชิงประจักษ์ 9 ฉบับ (พ.ศ. 2566 - 2568) ที่เกี่ยวข้องกับไมโครเลิร์นนิงในเคมีศึกษา กลยุทธ์การสอนแบบปรับตัว และการบูรณาการในบริบทสะเต็ม โดยใช้แบบจำลอง ADDIE เป็นกรอบการออกแบบเชิงระบบ การศึกษานี้นำเสนอแนวคิดไมโครเลิร์นนิงแบบปรับตัว (Adaptive Microlearning) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่แบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย (Micro - units) และปรับรูปแบบ วิธีการ หรือความยากง่ายตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนโดยอาศัยการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง กรอบแนวคิดนี้มีรากฐานจากทฤษฎีภาระทางปัญญา ทฤษฎีการเรียนรู้หลายรูปแบบ ทฤษฎีการสร้างความรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล และทฤษฎีการทบทวนเว้นช่วง ช่วยลดภาระทางปัญญา เพิ่มประสิทธิภาพการเชื่อมโยงความรู้ และสนับสนุนการเรียนรู้เชิงลึก ผลการสังเคราะห์แสดงว่ากรอบแนวคิดนี้สามารถเสริมสร้างความเข้าใจโครงสร้างอะตอมอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับทักษะศตวรรษที่ 21 และมีศักยภาพประยุกต์ใช้กับหัวข้ออื่น ๆ การศึกษานี้เติมเต็มช่องว่างทางวิชาการในการบูรณาการทั้งสองแนวทางอย่างเป็นระบบ ซึ่งยังขาดในบริบทไทย และนำเสนอแนวทางที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงแม้มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร กรอบแนวคิดนี้มีคุณค่าทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติต่อการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในยุคดิจิทัล

คำสำคัญ: ไมโครเลิร์นนิง การสอนแบบปรับตัว โครงสร้างอะตอม และแบบจำลอง ADDIE

Abstract

The integration of microlearning with adaptive teaching has gained attention in science education for addressing learner diversity and fostering understanding of complex content, particularly atomic structure, a foundational chemistry concept. This systematic literature review analyses 9 empirical studies (2023 - 2025) on microlearning in chemistry education, adaptive teaching strategies, and their integration in STEM contexts, using the ADDIE model as the design framework. This study introduces adaptive microlearning: a learning process dividing content into micro-units while adjusting formats, methods, or difficulty levels according to individual abilities through continuous formative assessment. The framework is grounded in five learning theories: cognitive load theory, multimedia learning theory, constructivism, personalized learning theory, and spatial repetition. This integration reduces cognitive load, enhances knowledge integration, and promotes deep learning. The synthesis reveals this framework can systematically strengthen students' understanding of atomic structure, aligns with 21st-century competencies, and holds potential for other science topics. This study fills a research gap by providing systematic integration of both approaches, lacking in Thai educational contexts, and presents practical implementation pathways for resource-constrained environments. The framework offers theoretical and practical value for developing science education innovations, providing actionable guidance for teachers, administrators, and researchers to enhance chemistry learning outcomes sustainably in the digital age.

Keywords: Microlearning, Adaptive Teaching, Atom Structure and ADDIE Model

บทนำ

ในยุคศตวรรษที่ 21 การศึกษาได้เข้าสู่ยุคของการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและท้าทาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปฏิวัติทางเทคโนโลยีดิจิทัลที่ส่งผลต่อรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนรุ่นใหม่ ระบบการศึกษาจำเป็นต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนที่เปลี่ยนไป โดยเน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Voogt et al., 2012) แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นการบรรยายแบบทางเดียวไม่สามารถตอบสนองต่อความหลากหลายของผู้เรียนและความซับซ้อนของเนื้อหาวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการศึกษาในยุคปัจจุบันจึงให้ความสำคัญต่อการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-Centered Approach) และการใช้เทคโนโลยี เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยเฉพาะในสาขาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเชิงนามธรรมและซับซ้อน การพัฒนาวิธีการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง (Khan et al., 2024)

การเรียนรู้ในรายวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย บทเรียนเรื่องโครงสร้างอะตอม ถือเป็นพื้นฐานสำคัญของวิชาเคมี ซึ่งทำหน้าที่เป็นรากฐานสำหรับการทำความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา (Maksimenko et al., 2021) อย่างไรก็ตามความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยกลับพบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอและคลาดเคลื่อนในประเด็นต่าง ๆ เช่น นักเรียนเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจาก การศึกษาค้นคว้า ทดลองโดยนักวิทยาศาสตร์ เพียงกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น (Sangwanpetch et al., 2017) การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทการศึกษาไทยจึงต้องคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนไทยและโครงสร้างหลักสูตรที่มีอยู่ สาเหตุสำคัญประการหนึ่งมาจากธรรมชาติของเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างภาพแทนทางจิตใจ หรือแบบจำลองทางความคิด (Mental model) ของโครงสร้างอะตอมได้อย่างชัดเจน ปัญหานี้มักแสดงออกในรูปของปัญหาการแสดงภาพข้อมูล(Visualization Problems) (Kiriktaş, 2023) อีกทั้งยังพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจนิยามของแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างอะตอม เช่น ความหมายของโปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน ระดับพลังงานย่อย หรือการเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างอะตอมกับสมบัติทางเคมีของธาตุ (Damayanti et al., 2025) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความสามารถในการเรียนรู้บทต่อเนื่องในวิชาเคมี

ดังนั้น การออกแบบการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมจึงควรเริ่มจากการวิเคราะห์ความเข้าใจผิดของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมที่ท้าทายความเชื่อเดิมและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (Conceptual Change) โดยใช้การแสดงภาพหลากหลายรูปแบบที่เชื่อมโยงทั้งสามระดับอย่างชัดเจน การใช้แบบจำลองสามมิติและเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและการอธิบายปรากฏการณ์ในระดับมหภาคก่อน ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเกี่ยวข้องและสามารถเชื่อมโยงไปยังระดับจุลภาคได้ง่ายขึ้น (Wang et al., 2022) การบูรณาการแนวทางเหล่านี้เข้ากับไมโครเลิร์นนิงและการสอนแบบปรับตัว จึงช่วยลดภาระทางปัญญา ตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียน และเสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและยั่งยืนในเรื่องโครงสร้างอะตอมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม การใช้ไมโครเลิร์นนิงเพียงอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอในการตอบสนองความต้องการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความเร็วในการเรียนรู้ และรูปแบบการรับรู้ข้อมูล ดังนั้น การบูรณาการกับ กลยุทธ์การสอนแบบปรับตัว (Adaptive Teaching Strategies) จึงเป็นอีกแนวทางที่สามารถเพิ่มประสิทธิผลการเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญ กลยุทธ์นี้อาศัยข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ ผลการประเมิน และปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน เพื่อปรับรูปแบบและความยากง่ายของเนื้อหาให้เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละบุคคล (Sibley et al., 2025)

แม้ว่างานวิจัยในระดับสากลได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของไมโครเลิร์นนิงในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Ahmad et al., 2025) และมีหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนการสอนแบบปรับตัวในบริบทต่างประเทศ (Eseoghene et al., 2024) แต่ยังมีช่องว่างสำคัญในการบูรณาการทั้งสองแนวทางอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในบริบทการศึกษาไทย งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการใช้ไมโครเลิร์นนิงหรือการสอนแบบปรับตัวแยกกัน โดยขาดกรอบแนวคิดที่ชัดเจนในการผสานทั้งสองแนวทางเข้าด้วยกันอย่างมีหลักการ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวด้วยการพัฒนากรอบแนวคิดเชิงนวัตกรรม ที่บูรณาการไมโครเลิร์นนิงในลักษณะต่อเนื่องโดยแบ่งเนื้อหาโครงสร้างอะตอมเป็นโมดูลขนาดเล็กที่เชื่อมโยงกันกับการสอนแบบปรับตัวอย่างเป็นระบบ โดยใช้แบบจำลอง ADDIE เป็นแกนหลักในการออกแบบ และนำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ที่เหมาะสมกับบริบทการศึกษาไทย เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจโครงสร้างอะตอมที่ลึกซึ้งและยั่งยืนและตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. รากฐานทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนกรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดเชิงนวัตกรรมการเรียนรู้นี้ได้รับการสนับสนุนจากทฤษฎีการเรียนรู้หลายแนวคิดที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ โดยแต่ละทฤษฎีมีบทบาทสำคัญในการอธิบายกลไกการเรียนรู้ของมนุษย์ และนำไปสู่การออกแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1.1 ทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory)

ทฤษฎีภาระทางปัญญาเป็นทฤษฎีที่พัฒนาโดย John Sweller และได้รับการพัฒนาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ทฤษฎีนี้อธิบายว่าสมองมนุษย์มีระบบความจำที่แบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก คือ ความจำระยะสั้น (Working Memory) และความจำระยะยาว (Long - term Memory) ทฤษฎีนี้แบ่งภาระทางปัญญาออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ภาระทางปัญญาแบบแท้จริง (Intrinsic Cognitive Load) ซึ่งเป็นความซับซ้อนโดยธรรมชาติของเนื้อหาเรียน ภาระทางปัญญาแบบสิ้นเปลือง (Extraneous Cognitive Load) ซึ่งเกิดจากการออกแบบการสอนที่ไม่เหมาะสม และภาระทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ (Germane Cognitive Load) ซึ่งเป็นความพยายามทางสมองที่นำไปสู่การสร้างความรู้ที่ยั่งยืน (Sweller et al., 1994) และเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยเฉพาะในเนื้อหานามธรรมอย่างโครงสร้างอะตอมซึ่งต้องการการประมวลผลข้อมูลหลายระดับพร้อมกัน (ระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์) (Supatchaiyawong et al., 2016)

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้หลายรูปแบบ (Multimedia Learning Theory)

จากทฤษฎีการเรียนรู้หลายรูปแบบ มีแนวคิดของ Kozma (1997) ได้กล่าวถึง ความเชี่ยวชาญในวิชาเคมีไม่ได้อยู่ที่การจดจำเนื้อหา แต่อยู่ที่ทักษะในการบูรณาการการเรียนรู้ ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มักจะถูกจำกัดความเข้าใจอยู่เพียง ลักษณะปรากฏภายนอก ที่สังเกตเห็นได้ง่าย เช่น สีหรือสถานะ ซึ่งเป็นข้อมูลระดับมหภาคที่กระจัดกระจายและไม่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับหลักการทางเคมีที่ลึกซึ้งได้ ในขณะที่นักเคมีจะใช้การประมวลผลข้อมูลหลายระดับพร้อมกัน โดยใช้สัญลักษณ์ทางเคมีเป็นตัวเชื่อมเพื่อแปลความหมายจากสิ่งที่เห็นไปสู่การจัดเรียงตัวของอนุภาคในระดับจุลภาค ดังนั้น การใช้สื่อมัลติมีเดียที่สามารถแสดงผลทั้ง ภาพเคลื่อนไหวของอนุภาค (Animation) วิดีโอเหตุการณ์จริง (Video) และ สัญลักษณ์ทางเคมี (Symbols) ให้ปรากฏต่อสายตาผู้เรียนในเวลาเดียวกัน

1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นแนวคิดพื้นฐานสำคัญในการศึกษาสมัยใหม่ ซึ่งมีนักทฤษฎีสำคัญสองท่านคือ Jean Piaget และ Lev Vygotsky แนวคิดของ Piaget (1952) เน้นว่าผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า Schema และอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นผ่านกระบวนการสองอย่าง คือ การซึมซับ (Assimilation) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลใหม่มาบรรจุเข้าในโครงสร้างความรู้เดิม และการปรับตัว (Accommodation) ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้เดิมให้สอดคล้องกับข้อมูลใหม่ ในขณะเดียวกัน Vygotsky (1978) เสนอแนวคิดที่เน้นความสำคัญของบริบททางสังคมและวัฒนธรรมในการเรียนรู้ เขาได้เสนอแนวคิดเรื่อง Zone of Proximal Development (ZPD) หรือเขตพัฒนาการใกล้เคียง ซึ่งหมายถึงช่องว่างระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้เองกับสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้อื่นที่มีความรู้มากกว่า เช่น ครู หรือเพื่อน

1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล (Personalized Learning Theory)

ทฤษฎีการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคลเป็นแนวทางการศึกษาที่เน้นความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนเป็นศูนย์กลาง การสอนแบบปรับตัวมีรากฐานมาจากแนวคิดที่ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างหลายมิติ ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน (Prior Knowledge) ที่มีอยู่ก่อนเรียน ความเร็วในการเรียนรู้ (Learning Pace) ซึ่งแตกต่างกันไปตามบุคคล และรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) เช่น การเรียนรู้ผ่านการมองเห็น (Visual) การฟัง (Auditory) หรือการลงมือปฏิบัติ (Kinesthetic) แนวคิดนี้ได้รับอิทธิพลจาก Howard Gardner ผู้เสนอทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences Theory) ซึ่งระบุว่าความฉลาดของมนุษย์มีหลายรูปแบบ เช่น ความฉลาดทางภาษา ทางตรรกะคณิตศาสตร์ ทางมิติสัมพันธ์ และอื่น ๆ การออกแบบการเรียนการสอนจึงควรคำนึงถึงความหลากหลายนี้ (Shearer et al., 2018)

1.5 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบทบทวนเว้นช่วง (Spaced Repetition)

ทฤษฎีการทบทวนเว้นช่วงมีรากฐานมาจากการศึกษาของ Hermann Ebbinghaus) นักจิตวิทยาชาวเยอรมันในปี 1885 (Ebbinghaus, 1885) ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกการศึกษาเกี่ยวกับความจำและการลืม Ebbinghaus ได้ทำการทดลองกับตนเองโดยการท่องจำคำไร้ความหมายและบันทึกการลืม จนค้นพบปรากฏการณ์ที่เรียกว่า เส้นโค้งการลืม (Forgetting Curve) เส้นโค้งการลืมแสดงให้เห็นว่าหากไม่มีการทบทวน ผู้เรียนจะลืมข้อมูลที่ได้เรียนรู้ไปอย่างรวดเร็วในช่วงแรก โดยอาจลืมไปถึงร้อยละ 50 - 70 ภายในหนึ่งวันแรก และจะค่อย ๆ ลืมต่อไปจนเหลือเพียงเล็กน้อยหลังจากหลายสัปดาห์ อย่างไรก็ตาม Ebbinghaus พบว่าหากมีการทบทวนข้อมูลในช่วงเวลาที่เหมาะสม จะช่วยชะลอการลืมและเสริมสร้างความจำระยะยาว (Long - term Memory) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การบูรณาการทฤษฎีเหล่านี้เข้าด้วยกันสามารถสร้างกรอบแนวคิดเชิงนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีรากฐานทางวิชาการมั่นคงและสอดคล้องกัน โดยเริ่มจาก ทฤษฎีภาระทางปัญญา ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการออกแบบเนื้อหาแบบย่อยในรูปแบบ ไมโครเลิร์นนิง เพื่อไม่ให้ผู้เรียนรับข้อมูลมากเกินไป ขณะเดียวกัน ทฤษฎีการเรียนรู้หลายรูปแบบ สนับสนุนการใช้สื่อหลากหลาย ด้านทฤษฎีสร้างความรู้ และการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล ช่วยให้การสอนปรับตามระดับพัฒนาการและความแตกต่างรายบุคคล โดยใช้การประเมินผลต่อเนื่องเพื่อปรับกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ในขณะเดียวกัน ทฤษฎีการเรียนรู้แบบทบทวนเว้นช่วง จะช่วยเสริมความจำระยะยาวผ่านการทบทวนเนื้อหาสั้น ๆ เป็นระยะ เมื่อบูรณาการทั้งหมดเข้าด้วยกันก่อให้เกิดนวัตกรรมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงปรับตัว (Adaptive Microlearning Innovation) ที่ช่วยลดภาระทางปัญญา ส่งเสริมการสร้างความรู้เชิงลึก และเพิ่มความคงทนของความเข้าใจในเรื่องโครงสร้างอะตอมอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

2. ไมโครเลิร์นนิง

ไมโครเลิร์นนิง (Microlearning) ถือเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากสอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนรุ่นใหม่ที่มักมีสมาธิสั้นและชื่นชอบการเรียนรู้ในรูปแบบสั้น กระชับ และมีปฏิสัมพันธ์ โดยทั่วไปแต่ละหน่วยเรียนใช้เวลา 3–15 นาที จึงไม่ก่อให้เกิดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ที่มากเกินไป และเอื้อต่อการเรียนรู้ซ้ำ (Spaced Repetition) เพื่อเสริมสร้างการจดจำระยะยาว (Romanenko et al., 2023) นอกจากนี้ ไมโครเลิร์นนิงยังสามารถนำเสนอในหลากหลายรูปแบบ เช่น วิดีโอสั้น อินโฟกราฟิก แบบฝึกหัดเชิงโต้ตอบ หรือการนำกลไกของเกมมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างแรงจูงใจ (Gamification) ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้จึงเหมาะสมต่อเนื้อหาที่ซับซ้อน ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการใช้ไมโครเลิร์นนิงในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาเคมี หรือวิชาวิทยาศาสตร์ แสดงรายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษาที่มีการใช้ไมโครเลิร์นนิงในการจัดการเรียนการสอน

รายละเอียดการศึกษา	ผลลัพธ์ที่สำคัญ
Ahmad et al. (2025) ใช้การเรียนการสอนแบบ microlearning ที่มีกรณีศึกษา ประกอบกับแนวทางการเรียนรู้หน่วยย่อย (Micro modules) สำหรับวิชาเคมีพื้นฐานในหลักสูตรอาชีวสุขอนามัย เพื่อดูว่าแบบนี้ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางเคมีได้หรือไม่ เมื่อเทียบกับการสอนแบบดั้งเดิม	ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยไมโครเลิร์นนิงมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่า (ประมาณ 78.21) กลุ่มควบคุม (ประมาณ 72.50) และค่าทดสอบทางสถิติแสดงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ (p = .011)
Alshammari (2025) ศึกษาการออกแบบไมโครเลิร์นนิงออนไลน์ โดยปรับให้เหมาะกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน และประเมินผลทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแรงจูงใจ ผ่านการทดลองควบคุมโดยผู้เรียนโปรแกรมมิ่งออนไลน์	ผลจากการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบไมโครเลิร์นนิงออนไลน์ ที่ปรับตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแรงจูงใจสูงกว่ากลุ่มที่เรียนออนไลน์แบบทั่วไป โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
Attia et al. (2025) ได้มีการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับระบบไมโครเลิร์นนิงแบบปรับตัว (Adaptive microlearning) โดยมีเนื้อหาย่อยร่วมกับปรับเนื้อหาหรือเส้นทางการเรียนตามผู้เรียน) เมื่อบูรณาการเข้าในหลักสูตรมัธยมจะช่วยให้ผลลัพธ์การเรียนดีขึ้นหรือไม่ และผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างไร	ผลจากการศึกษาพบว่า ระบบไมโครเลิร์นนิงแบบปรับตัวมีศักยภาพในการปรับปรุงผลการเรียนและมีผลบวกต่อความมีส่วนร่วมของนักเรียนมัธยม โดยเนื้อหาแบบย่อยเมื่อจัดให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคนจะช่วยลดช่องว่างการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีพื้นฐานไม่เท่ากัน

3. การสอนแบบปรับตัว

การสอนแบบปรับตัว (Adaptive Teaching) เป็นกลยุทธ์ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ตามความต้องการ ความสามารถ และบริบทของผู้เรียนแต่ละคน โดยอาศัยข้อมูลจากการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง (Formative Assessment) เพื่อปรับเปลี่ยนความยากง่าย วิธีการสอน และลักษณะกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างหลากหลาย (Learner Diversity) จุดเด่นสำคัญคือการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่มีความหมายเฉพาะบุคคล (Personalized Learning Experience) ซึ่งจะช่วยลดช่องว่างการเรียนรู้ (Learning Gap) และส่งเสริมให้นักเรียนทุกกลุ่มประสบความสำเร็จ (Sibley et al., 2025) นอกจากนี้ การสอนแบบปรับตัวในยุคดิจิทัลสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เช่น Learning Analytics, AI หรือระบบ e - Learning Platform ที่ติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบเรียลไทม์และปรับสื่อการสอนอัตโนมัติ การสอนลักษณะนี้มีความเหมาะสมกับวิชาเคมี (Vincent - Ruz and Boase, 2022) เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างด้านการเข้าใจเนื้อหานามธรรม โดยมีตัวอย่างงานวิจัยที่มีการใช้การสอนแบบปรับตัว แสดงรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างงานวิจัยทางการศึกษาที่มีการใช้การสอนแบบปรับตัวในการจัดการเรียนการสอน

รายละเอียดการศึกษา	ผลลัพธ์ที่สำคัญ
Jaison et al. (2025) งานนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง แรงจูงใจทางวิชาการ การบ้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาในวิชาเคมีทั่วไป 2 แบบออนไลน์ โดยใช้แบบวัด AMS-Chemistry ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีแรงจูงใจสูง โดยเฉพาะการกำกับด้วยการระบุตนเอง (Identified regulation) และพบว่าแรงจูงใจเชิงบวกสัมพันธ์กับการบ้านและผลสอบ นักศึกษาที่มีแรงจูงใจและทำการบ้านสม่ำเสมอจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าอย่างชัดเจน	ผลจากการศึกษาพบว่า นักศึกษามีแรงจูงใจสูงสุดในด้านการกำกับด้วยการระบุตนเอง และสัมพันธ์กับผลสอบและการบ้าน ขณะที่ Amotivation มีผลตรงข้าม นักศึกษาหญิงมีแรงจูงใจสูงกว่าชาย นอกจากนี้การวิเคราะห์กลุ่มชี้ว่า ผู้ที่มีแรงจูงใจและทำการบ้านสม่ำเสมอมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีที่สุด ซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของการสร้างแรงจูงใจแบบอิสระและการใช้การบ้านเป็นการประเมินระหว่างการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสำเร็จทางการเรียนในวิชาสะเต็ม
Suryanto et al. (2025) ได้มีการศึกษาการประเมินการจัดการเรียนการสอนเคมีแบบแบ่งตามความแตกต่างของผู้เรียน ในระดับชั้น ม.4 โรงเรียนมัธยมในเมืองโกโรนตาโล โดยใช้รูปแบบการเผชิญหน้าของสเตค (Stake's Countenance Model) เพื่อวิเคราะห์ทั้งด้านการวางแผน การสอนจริงในห้องเรียน และผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียน	ผลจากการศึกษาพบว่า พบว่าการวางแผนและการสอนอยู่ในระดับปานกลาง (ประมาณ 67-70%) ขณะที่ผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนจัดอยู่ในระดับดี (68.89%) อย่างไรก็ตาม มีความไม่สอดคล้องระหว่างการวางแผน หรือการสอนกับผลลัพธ์ ซึ่งแสดงว่านักเรียนได้ผลการเรียนดีส่วนหนึ่งเพราะแรงกดดันเชิงการบริหารมากกว่าประสิทธิภาพของการสอนที่แตกต่าง
Reina et al. (2024) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การออกแบบและการใช้งานแพลตฟอร์ม PLATA ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้แบบเปิด ที่พัฒนาบน Moodle สำหรับมอบหมายงานและแบบฝึกหัดวิชาเคมีในระดับปริญญาตรี โดยมุ่งแก้ปัญหาการบ้านจำนวนมากที่ครูไม่สามารถตรวจได้ครบถ้วน แพลตฟอร์มนี้สร้างโจทย์มากกว่า 132 ล้านข้อ ครอบคลุมทั้งเคมีทั่วไป 1 และ 2 รวมถึงวิชาเฉพาะด้าน โดยโจทย์ไม่ได้เป็นเพียงแบบปรนัย แต่เน้นการแก้ปัญหาเชิงตัวเลข สูตร และสมดุลเคมี	ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้แพลตฟอร์มที่ PLATA ช่วยให้นักเรียนฝึกฝนด้วยการแก้ปัญหา โดยมีจุดเด่นคือสามารถสุ่มค่าตัวเลข ปฏิกิริยา และค่าคงที่ทางเคมีได้อย่างสมจริง จนสร้างแบบฝึกหัดได้มากกว่า 132 ล้านชุด งานวิจัยยืนยันว่านักเรียนที่ใช้ PLATA สม่ำเสมอมีผลสอบดีกว่าผู้ที่ไม่ได้ใช้ อีกทั้งยังเป็น OER ที่นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง นักศึกษาต่างเห็นว่า PLATA เป็นเครื่องมือที่เข้าถึงง่าย มีคุณค่า และอยากให้ขยายสู่รายวิชาอื่น ๆ ในอนาคต

4. การบูรณาการไมโครเลิร์นนิงกับการสอนแบบปรับตัว

การบูรณาการแนวทางการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแนวทาง สามารถสร้างประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่สูงขึ้นได้ ซึ่งจะมุ่งเน้นการออกแบบเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่เป็นอิสระและมีมาตรฐาน หรือการจัดเนื้อหาแบบโมดูลาร์ (Modular Content Design) โดยแบ่งเนื้อหาโครงสร้างอะตอมเป็นโมดูลขนาดเล็กที่เชื่อมโยงกัน เช่น โมดูลอนุภาคมูลฐาน โมดูลโครงสร้างเปลือกอิเล็กตรอน และโมดูลการจัดเรียงอิเล็กตรอนมีระบบประเมินผลแบบปรับตัว โดยการใช้เทคโนโลยีในการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนและปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามความต้องการ และมีการใช้สื่อดิจิทัลแบบโต้ตอบ โดยพัฒนาแอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิง และการสอนแบบปรับตัวการบูรณาการทั้งสองแนวคิดเข้าด้วยกันเป็นการสร้าง นวัตกรรมการเรียนรู้เชิงผสม (Hybrid Learning Innovation) ที่มีศักยภาพสูงต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) โดยแนวคิดสำคัญคือการจัดเนื้อหาแบบโมดูลาร์ (Modular Content Design) ที่ย่อยง่าย แต่เชื่อมโยงต่อเนื่องเป็นระบบ แต่ละโมดูลมีการประเมินผลสั้น ๆ เพื่อสะท้อนความก้าวหน้า จากนั้นระบบหรือครูผู้สอนจะใช้ข้อมูลดังกล่าวปรับกลยุทธ์ เช่น หากผู้เรียนยังไม่เข้าใจเรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอน อาจได้รับโมดูลเสริมที่เป็นวิดีโอจำลอง 3 มิติ หรือเกมฝึกทักษะเพิ่มเติม ขณะที่ผู้เรียนที่ทำได้ดีอาจถูกส่งต่อไปยังโมดูลที่ซับซ้อนขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่มั่นคงและสามารถเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เคมีในระดับสูงต่อไปตัวอย่างงานวิจัยที่มีการใช้การบูรณาการการสอนแบบไมโครเลิร์นนิงและการสอนแบบปรับตัว แสดงรายละเอียดดังตาราง 3

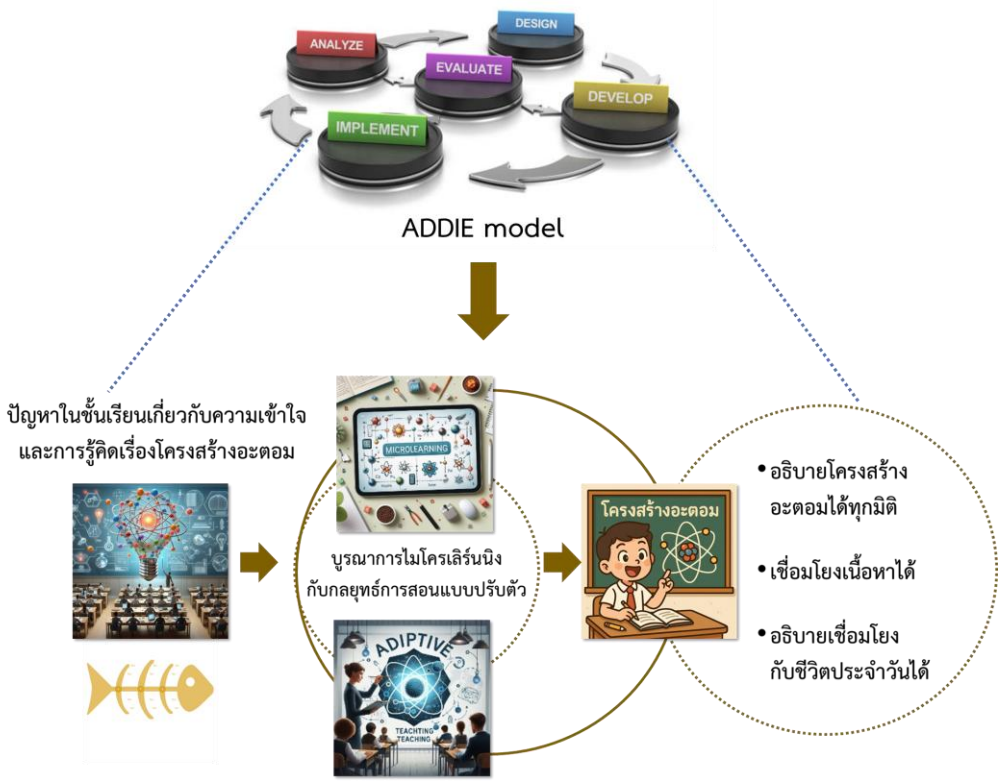
ตาราง 3 ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการบูรณาการการสอนแบบไมโครเลิร์นนิงและการสอนแบบปรับตัว

รายละเอียดการศึกษาการบูรณาการ	ผลลัพธ์ที่สำคัญ
Rincon-Flores et al. (2024) ได้มีการศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์การเรียนรู้แบบปรับตัว (Adaptive Learning Strategy: ALS) ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ที่มหาวิทยาลัย Tecnológico de Monterrey โดยมีเป้าหมายเพื่อพิจารณาผลกระทบต่อระดับการเรียนรู้ การบรรลุสมรรถนะย่อย และประสบการณ์การเรียนรู้ของทั้งนักศึกษาและอาจารย์	ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้ ALS มีแนวโน้มช่วยเพิ่มระดับการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยเฉพาะเมื่อผนวกกับห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) การเรียนรู้ด้วยตนเอง และไมโครเลิร์นนิง อีกทั้งยังทำให้นักศึกษาเข้ามีส่วนร่วมมากขึ้น และอาจารย์สามารถใช้เวลาในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ผลต่อสมรรถนะย่อยยังไม่แตกต่างชัดเจน
Zhu et al. (2024) ได้มีการศึกษาการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของระบบการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงแบบปรับตัว (Adaptive Microlearning) เปรียบเทียบกับระบบไมโครเลิร์นนิงแบบดั้งเดิมสำหรับบุคลากรที่อยู่ระหว่างปฏิบัติงาน โดยมุ่งเน้นผลต่อ ภาระทางปัญญา (Cognitive load) และความสามารถในการปรับตัวการเรียนรู้ (Learning adaptability)	ผลจากการศึกษาพบว่า ผลการทดลองกับบุคลากร 111 คนพบว่า กลุ่มที่ใช้ไมโครเลิร์นนิงแบบปรับตัวมีภาระทางปัญญาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และความสามารถในการปรับตัวสูงขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มไมโครเลิร์นนิงแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นว่า ระบบ AML สามารถช่วยให้ผู้เรียนจัดการความรู้ได้อย่างเหมาะสม ปรับเส้นทางการเรียนรู้ตามความต้องการ และสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้ดีกว่าระบบเดิม
Tay (2024) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการสอนระบบการเรียนการสอนแบบเฉพาะบุคคล (Personalized System of Instruction) ในรายวิชาเคมีอินทรีย์	ผลจากการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วย PSI มีอัตราการสอบผ่านสูงขึ้น ทั้งในวิชาเคมีอินทรีย์ภาคเรียนแรกและวิชาต่อเนื่อง เคมีอินทรีย์ II โดยมีผลการ

รายละเอียดการศึกษาการบูรณาการ	ผลลัพธ์ที่สำคัญ
ระดับมหาวิทยาลัย โดยให้นักศึกษาเรียนรู้พื้นฐาน (เช่น การทบทวนเคมีทั่วไป กรด-เบส อัลเคน สเตอริโอไอโซเมอริซึม และกลไกปฏิกิริยา) ผ่านการเรียนรู้แบบรายหน่วย พร้อมการสอบย่อยที่ต้องทำได้ถูกต้อง 100% ก่อนจึงจะเรียนเนื้อหาต่อไปได้	เรียนและคะแนนสอบมาตรฐาน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนแบบบรรยายทั่วไป อีกทั้งนักศึกษายังรายงานว่า PSI ช่วยสร้างวินัยการเรียนและพัฒนานิสัยการอ่านอย่างเป็นระบบ

จากการทบทวนวรรณกรรมดังที่กล่าวข้างต้น แนวคิดในการบูรณาการไมโครเลิร์นนิงกับการสอนแบบปรับตัวเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจโครงสร้างอะตอม จึงเป็นแนวคิดที่จะสามารถพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ การเสริมสร้างความเข้าใจในการเรียนเรื่องโครงสร้างอะตอม ซึ่งจะเป็นพื้นฐานความรู้ที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาในหัวข้ออื่น ๆ ในรายวิชาเคมีต่อไปได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม การพัฒนานวัตกรรมการรู้คิดในวิชาเคมีจำเป็นต้องอาศัยกรอบออกแบบที่ทั้งเป็นระบบ และยืดหยุ่นต่อความต่างระหว่างผู้เรียน และความซับซ้อนของสาระวิชา ซึ่งออกแบบหน่วยเรียนแบบสั้น มุ่งเป้าหมายชัด พร้อมการตรวจวัดระหว่างทาง เข้ากับการสอนแบบปรับตัว ที่เปลี่ยนลำดับ ความยาก ตัวช่วยตามข้อมูลจริงของผู้เรียนรายบุคคล เช่น ความถูกต้อง เวลา และรูปแบบการตอบ โดยใช้แบบจำลอง ADDIE เป็นวงจรพัฒนาเพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมินผลอย่างเป็นระบบแล้ววนปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง (Luo et al., 2024) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นออกแบบ (Design) ขั้นพัฒนา (Development) ขั้นดำเนินการ (Implementation) และขั้นประเมินผล (Evaluation) (Spatioti et al., 2022)

สรุปความเชื่อมโยง



ภาพ 1 ผังกรอบแนวคิดการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอม โดยบูรณาการไมโครเลิร์นนิงกับกลยุทธ์การสอนแบบปรับตัวตามแบบจำลอง ADDIE

กรอบแนวคิดการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมนี้ใช้แบบจำลอง ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) เป็นกรอบการออกแบบการเรียนการสอนเชิงระบบ โดยแต่ละขั้นตอนมีความเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างนวัตกรรมที่ตอบสนองปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง ในขั้นวิเคราะห์ พบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม เช่น การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคมูลฐาน และการเชื่อมโยงกับสมบัติของธาตุในชีวิตประจำวัน สะท้อนความจำเป็นในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ใหม่ที่กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และสร้างความเข้าใจเชิงลึก ขั้นออกแบบและพัฒนาจึงบูรณาการไมโครเลิร์นนิง ซึ่งเน้นการเรียนรู้ในหน่วยย่อยที่กระชับและเหมาะกับช่วงความสนใจของผู้เรียน กับกลยุทธ์การสอนแบบปรับตัว ที่ปรับรูปแบบวิธีการ และสื่อการสอนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคลที่ผู้เรียนสามารถเรียนตามจังหวะของตนเองได้ ในขั้นนำไปใช้ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการทั้งสองแนวคิด ได้แก่ การเรียนผ่านวิดีโอไมโครเลิร์นนิง แบบทดสอบสั้นก่อนและหลังเรียน การสรุปผ่านอินโฟกราฟิก และการอภิปรายแบบโต้ตอบออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ขั้นประเมินผลดำเนินการทั้งเชิงกระบวนการและผลลัพธ์ โดยประเมินความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ความสามารถในการอธิบาย และการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันได้

บทสรุป

การพัฒนากรอบแนวคิดเชิงนวัตกรรมที่บูรณาการไมโครเลิร์นนิงกับการสอนแบบปรับตัวเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องโครงสร้างอะตอม ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่มีความเป็นนามธรรมสูงและมักก่อให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนในหมู่ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา กรอบแนวคิดดังกล่าวได้รับการออกแบบโดยใช้แบบจำลอง ADDIE เป็นแกนหลักในการพัฒนาเชิงระบบ และมีรากฐานจากทฤษฎีการเรียนรู้สำคัญ ได้แก่ ทฤษฎีภาระทางปัญญา ทฤษฎีการเรียนรู้หลายรูปแบบ ทฤษฎีการสร้างความรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบเฉพาะบุคคล ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงที่แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีเป้าหมายชัดเจนร่วมกับการสอนแบบปรับตัวที่ปรับความยากง่ายและรูปแบบกิจกรรมตามข้อมูลผู้เรียนรายบุคคล สามารถช่วยลดภาระทางปัญญา และส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างภาพแทนทางจิตใจของโครงสร้างอะตอมได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างระดับมหภาค จุลภาค และเชิงสัญลักษณ์ได้ชัดเจนมากขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการจัดเรียงอิเล็กตรอนกับสมบัติของธาตุและแนวโน้มในตารางธาตุได้ ส่งผลให้การเรียนรู้ไม่เป็นเพียงการท่องจำ แต่เป็นความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนเคมีหัวข้ออื่น ๆ ได้อย่างมีความหมายและยั่งยืน นอกจากนี้ยังเอื้อต่อการพัฒนาครูผ่าน PLC และการสร้างคลังสื่อร่วมกัน ในระดับนโยบาย สามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมเชิงระบบผ่านโครงการนำร่อง และขยายผลสู่การพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ติดตามและปรับเนื้อหาโดยอัตโนมัติ กรอบแนวคิดนี้จึงไม่เพียงบูรณาการเทคโนโลยีกับศาสตร์การเรียนรู้ แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการสร้างการเรียนรู้ที่เหมาะกับผู้เรียน มีศักยภาพสูงในการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การศึกษาศตวรรษที่ 21 ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและส่งเสริมการเรียนรู้อย่างยั่งยืน

References

Ahmad, F., Rasjid, Y., & Sari, N. I. (2025). The effect of case study-based microlearning on students' chemical problem-solving skills D3 Occupational Health and Safety Company Hygiene. Journal of Educational Analytics, *4*(2). 309 – 322. https://doi.org/10.55927/jeda.v4i2.94

Alshammari, M. T. (2025). Design and evaluation of online microlearning tailored to learning styles. *International Journal of ADVANCED AND APPLIED SCIENCES, 12*(4), 213–224. https://doi.org/10.21833/ijaas.2025.04.023

Attia, M. A. M., Ahmed, M. A. A., & Abdalsmd, L. A. A. (2025). Integration of Adaptive Microlearning in Secondary Education. *International Journal of Innovative Science and Research Technology, 10*(1), 751-755. https://doi.org/10.5281/zenodo.14725003

Damayanti, Y. D., & Wulanningtyas, M. E. (2025). A systematic literature review: Findings of misconceptions in atomic structure chemistry. *International Journal of Active Learning, 10*(1), 1–8. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal

Ebbinghaus, H. (1885). Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie. (H. A. Ruger & C. E. Bussenius, Trans., 1913: *Memory: A contribution to experimental psychology*). Teachers College, Columbia University

Eseoghene, A.B., Oyovwi, E. O., & Kpangban, E. (2024). Comparative Study of Adaptive Teaching and Lecture Methods on Secondary School Students' Achievement in Chemistry in Delta State. *International Journal of Education and Evaluation*, *10*(1), 26-33.

Jaison, J. A., Cruz, K. A., & Liu, Y. (2025). Investigating students' academic motivation, homework, and academic achievement in an online general chemistry ii course. *Journal of Chemical Education, 102*(2), 485–494. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00736

Khan, S., Khan, M., & Ramsey, P. (2024). *Educational paradigm shifts in the era of rapid technological advancement.* In *Disruptive technologies in education and workforce development*, 21–40. IGI Global. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3003-6.ch006

Kiriktaş, H. (2023). The evolution of students' mental models and metaphors towards the atomic concept. *European Journal of Educational Sciences*, *10*(1), 69–83. https://doi.org/10.19044/ejes.v10no1a69

Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching, 34*(9), 949-968. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199711)34:9

Luo, R., Li, J., Zhang, X., Tian, D., & Zhang, Y. (2024). Effects of applying blended learning based on the ADDIE model in nursing staff training on improving theoretical and practical operational aspects. *Frontiers in Medicine, 11*, 1413032. https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1413032

Maksimenko, N., Okolzina, A., Vlasova, A., Tracey, C., & Kurushkin, M. (2021). Introducing atomic structure to first-year undergraduate chemistry students with an immersive virtual reality experience. *Journal of Chemical Education, 98*(7), 2104–2108. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01441

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children* (M. Cook, Trans.). W. W. Norton & Company.

Reina, M., Guzmán-López, E. G., Guzmán-López, C., Hernández-Garciadiego, C., Olvera-León, M. D. L. Á., Garcia-Carrillo, M. A., Tafoya-Rodríguez, M. A., Ugalde-Saldívar, V. M., Guerrero-Ríos, I., Gasque, L., Del Campo, J. M., Franco-Bodek, D., Bernal-Pérez, R., Medeiros, M., Marín-Becerra, A., García-Ortega, H., Gracia-Mora, J., & Reina, A. (2024). plata: Design of an online platform for chemistry undergraduate fully automated assignments. Journal of Chemical Education, *101*(3), 1024–1035. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00962

Rincon-Flores, E. G., Castano, L., Solis, S. L. G., Lopez, O. O., Hernández, S. F. R., Lara, L. A. S., & Valdés, L. P. A. (2024). Improving the learning-teaching process through adaptive learning strategy. *Smart Learn. Environ. 11*, 24. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00314-9

Romanenko, Y. N., Solodovnikova, E., & Maksimenko, N. (2023). Microlearning as a new method of teaching soft skills to university students. *Frontiers in Education, 8*, 1177516. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1177516

Sangwanpetch, N., Faikhamta, C., & Songsasen, A. (2017). The development of grade 10 science-gifted students' understanding of the nature of science in the unit of atomic structure. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, *8*(2), 271–286. (in Thai)

Shearer, B. (2018). Multiple intelligences in teaching and education: Lessons learned from neuroscience. *Journal of Intelligence*, *6*(3), 38. https://doi.org/10.3390/jintelligence6030038

Sibley, L., Fabian, A., Plicht, C., Pagano, L., Ehrhardt, N., Wellert, L., Bohl, T., & Lachner, A. (2025). Adaptive teaching with technology enhances lasting learning. *Learning and Instruction, 99*, 102141. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102141

Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022). A comparative study of the ADDIE instructional design model in distance education. *Information, 13*(9), 402. https://doi.org/10.3390/info13090402

Supatchaiyawong, P., Faikhamta, C., & Suwanruji, P. (2016). Using model-based learning for enhancing mental model of atomic structure and understandings of the nature of model of 10th grade students. *Walailak Journal of Learning Innovations, 2*(1), 1-24. https://doi.org/10.14456/jli.2015.7

Suryanto, S., Lukum, A., Salimi, Y. K., La Kilo, A., Laliyo, L. A. R., & Pikoli, M. (2025). Evaluating differentiated chemistry instruction in senior high schools using stake's countenance model: A study in gorontalo city. *Jambura Journal of Educational Chemistry, 7*(1), 39–44. https://doi.org/10.37905/jjec.v7i1.31729

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction, 4*(4), 295–312. https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5

Tay, G. C. (2024). Personalized system of instruction for the foundational knowledge of organic chemistry. *Journal of Chemical Education, 101*(6), 2381–2388. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01089

Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curricula. *Journal of Curriculum Studies*, *44*(3), 299–321. https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.

Wang, L., Hodges, G., & Lee, J. (2022). Connecting macroscopic, molecular, and symbolic representations with immersive technologies in high school chemistry: The case of redox reactions. *Education Sciences, 12*(7), 428. https://doi.org/10.3390/educsci12070428

Zhu, B., Chau, K. T., & Mokmin, N. A. M. (2024). Optimizing cognitive load and learning adaptability with adaptive microlearning for in-service personnel. Scientific Reports, *14*(1), 25960. https://doi.org/10.1038/s41598-024-77122-1