ว.มรม. ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 : มกราคม - เมษายน 2569
RMU. J. 20 (1) : January - April 2026

การพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม

Development of Conceptual Understanding on Atomic Structure and Periodic Table of Grade 10 Students Using Augmented Reality Technology

ชุติรัตน์ ขาวฟอม[1] และพรรณวิไล ดอกไม้[2]

Chutirat Kawfom[1] and Panwilai Dokmai[2]

สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม[1,2]

Master of Education Program in Science Education, Faculty of Education, Rajabhat Maha Sarakham University[1,2] Corresponding author, E-mail: 668010300101@rmu.ac.th[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริม กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ที่มีปัญหาความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ไม่เข้าใจมโนทัศน์และระดับเข้าใจมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 วงรอบปฏิบัติการ เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ เวลาเรียน 12 ชั่วโมง 2) แบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ชนิดปรนัยแบบสองตอน ตอนที่ 1 เป็นคำตอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลประกอบตอนที่ 1 วงจรปฏิบัติการละ 10 ข้อ รวมเป็น 40 ข้อ และ 3) แบบสัมภาษณ์ความเข้าใจมโนทัศน์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิจัยพบว่า การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการแต่ละวงรอบ นักเรียนมีแนวโน้มด้านความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้ง 4 วงรอบปฏิบัติการ มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 35.29, 44.11, 67.65 และ 70.59 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่าพัฒนาการด้านความเข้าใจของนักเรียนที่เกิดขึ้น เป็นปัจจัยชี้วัดการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริมอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: วิจัยเชิงปฏิบัติการ, ความเข้าใจมโนทัศน์, เทคโนโลยีความจริงเสริม

รับบทความ 31 มีนาคม 2568 แก้ไขบทความ 22 กรกฎาคม 2568 ตอบรับบทความ 1 สิงหาคม 2568
Received 31 March 2025 Revised 22 July 2025 Accepted 1 August 2025

ABSTRACT

This research aimed to develop conceptual understanding of Mathayom 4/5 students on the topic of atomic structure and periodic table by using learning media through augmented reality technology. The target group was 34 Mathayom 4/5 students in the first semester of the academic year 2024 who had problems in conceptual understanding at the level of no understanding and the level of alternative conception. The action research was conducted in four operational cycles. The research instruments consisted of: 1) 4 lesson plans on the topic of atomic structure and periodic table with 12 teaching hours; 2) a two-tiers multiple choices conceptual understanding test on the topic of atomic structure and periodic table, the first tier requires a 4 option responses and the second tier is a reasoning for the response, 10 questions per cycle, totaling 40 questions and 3) an interview on conceptual understanding during learning activities.

The research results found that: in each operational cycle of action research, students tended to have a continuous increase the conceptual understanding at partial understanding level (PU). Students passed the conceptual understanding criterion of the partial understanding (PU) level in all four operational cycles as 35.29, 44.11, 67.65 and 70.59 percent respectively. This reflects that the development of students' understanding is an indicator of students' conceptual understanding development from the effective use of learning media through augmented reality technology.

Keywords: Action Research, Conceptual Understanding, Augmented Reality

บทนำ

การศึกษาของประเทศไทยในศตวรรษที่ 21 ได้มีการปฏิรูปการศึกษามาอย่างต่อเนื่องโดยตลอด ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาและประกาศใช้แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 โดยมีเป้าหมายสำคัญ คือ คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) การขับเคลื่อนตามแผนการศึกษาแห่งชาตินี้ รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัยและนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ จัดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงของสถาบันหลักของชาติ ยกระดับคุณภาพและส่งเสริมโอกาสในการเข้าถึงการศึกษา อีกทั้งวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้รอบด้านที่จำเป็น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเสริมสร้างและวางรากฐานทางการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบให้กับเยาวชนรุ่นใหม่ ให้ได้รับการพัฒนาและยกระดับได้เต็มศักยภาพในทุกมิติและในทุกช่วงวัย ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการจัดการศึกษาและการพัฒนาระบบการเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงถือเป็นเรื่องสำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562) จึงต้องมีการเตรียมความพร้อมของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้จากกระบวนการได้รับความรู้ (Knowledge Acquisition) การลงลึกในความรู้ (Knowledge Deepening) และการสร้างสรรค์ความรู้ (Knowledge Creation) อย่างต่อเนื่อง (Churches, 2008)

ในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนมีความจำเป็นต้องมีมโนทัศน์ (Conceptual) ที่ถูกต้องไม่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ มโนทัศน์คือความคิดและความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมจากลักษณะที่แตกต่างหรือคล้ายคลึงกันของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วประมวลเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น โดยผ่านการให้เหตุผลจากที่ใช้ความรู้เชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง สามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะเดียวกันเข้าด้วยกัน และจำแนกสิ่งที่แตกต่างกันออกจากกันได้ (Klopfer, 1971) ซึ่งมโนทัศน์ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ได้ถึงระดับสูงสุดและยังช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น (Cockburn and Littler, 2010) ทั้งยังช่วยให้นักเรียนรู้จักใช้เหตุผล มีการวางหลักการในทางความคิด ทำให้นักเรียนเกิดการค้นพบความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่อง มีการคิดที่เป็นระเบียบ ไม่เกิดความซับซ้อนของความคิด รู้จักจัดหมวดหมู่ของความความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับช่วยให้นำออกมาใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็วในการแก้ไขปัญหา และการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นไป (Cooney, et al., 1975)

เมื่อพิจารณาปัญหาในการเรียนเคมีที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ของนักเรียนไทยและต่างประเทศ พบว่า นักเรียนมีปัญหาในด้านการสร้างมโนทัศน์ อาทิเช่น นักเรียนขาดประสบการณ์ในการแสดงตัวแทนความคิดด้านการสร้างมโนทัศน์ระดับมหภาค เนื่องจากนักเรียนขาดการฝึกปฏิบัติ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงตัวแทนความคิดด้านการสร้างมโนทัศน์ได้ อาทิเช่น นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงตัวแทนความคิดระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ได้ (Taber and Coll, 2002) รวมถึงนักเรียนไม่สามารถอธิบายตัวแทนความคิดด้านการสร้างมโนทัศน์ในระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ได้ (ณัชธฤต เกื้อทาน, 2557) เนื่องจากวิชาเคมีเป็นวิชาที่เข้าใจยากและมีเนื้อหาเป็นจำนวนมาก (Yunus and Ali, 2012) รวมทั้งวิชาเคมีที่เป็นรายวิชาหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ศึกษาในเรื่องของโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ตามการเรียนรู้องค์ประกอบของอะตอมธาตุและการรวมตัวอะตอมของธาตุ เป็นเนื้อหาพื้นฐานที่มีความสำคัญในการศึกษาวิชาเคมีซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีที่ต้องทำความเข้าใจและต้องใช้จินตนาการตามภาพประกอบในเนื้อหาของบทเรียน เมื่อศึกษาความเข้าใจมโนทัศน์พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมีมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง อีกทั้งเนื้อหาของวิชาเคมีเป็นเรื่องที่ซับซ้อน มองเห็นภาพยาก มีความเป็นนามธรรมสูง ทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับต่ำ นักเรียนบางส่วนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน และขาดแรงจูงใจในการเรียน (พัชรินทร์ ศรีพล, นพมณี เชื้อวัชรินทร์, และเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์, 2556) ซึ่งเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ปี พ.ศ. 2566 ที่พบว่านักเรียนมีคะแนนผลการทดสอบ 29.09 คะแนน อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) สอดคล้องกับผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ในรายวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ปี พ.ศ.2566 ของโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ที่พบว่ามีคะแนนผลการทดสอบระดับชาติเพียง 30.09 คะแนน

ยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ เช่นเดียวกันกับผลการประเมินระดับประเทศ และการศึกษาข้อมูลรายงานตนเอง (SAR) ของโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ประจำปีการศึกษา 2566 พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ การอ่าน และการเขียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายยังขาดความเข้าใจมโนทัศน์ในเนื้อหารายวิชาเคมีที่ใช้สอน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาข้อมูลรายงานตนเองดังที่กล่าวมาข้างต้น (โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร, 2566)

ความเข้าใจมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) เป็นการสร้างแนวคิดและความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของโลกที่เกิดจากการสรุป หรือรวบรวมข้อคิดเห็นและตัวอย่างจากความเข้าใจในลักษณะทั่วไปของบุคคลที่เป็นสมาชิกในสังคมวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทางธรรมชาติหรือวัตถุ หรือสัญลักษณ์ที่เป็นข้อเท็จจริงที่บุคคลสามารถเกิดการรับรู้ได้ ในการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ในเรื่องนั้น ๆ จนถึงระดับที่สูงขึ้น สามารถจัดหมวดหมู่และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิมได้ง่าย (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2537) ซึ่งในปัจจุบันจำเป็นที่จะต้องอาศัยเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันในรายวิชาเคมีได้มีการนำเทคโนโลยี AR เข้ามาแทรกในเนื้อหาที่ให้นักเรียนสามารถสแกนและศึกษาความรู้เพิ่มเติมได้และเหมาะสมสำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในมโนทัศน์ทางเคมีได้ดีและมีความเข้าใจมากขึ้น โดยเทคโนโลยี AR เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีที่นำภาพของโลกแห่งความจริงผสมผสานกับโลกเสมือนจริงที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมสร้างภาพกราฟิกของคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานจะได้สัมผัสกับประสบการณ์ทั้งในรูปแบบการแสดงผล และรูปแบบการตอบสนองระหว่างวัตถุหรือสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่ในโลกแห่งความจริง (พีรพนธ์ ตัณฑจ์ยะ, 2556) ทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง นำไปสู่ความตื่นเต้นเร้าใจแบบใหม่ ในรูปแบบสื่อที่ใช้โต้ตอบเพียงแค่สัญลักษณ์ที่ตกแต่งเป็นรูปต่าง ๆ แล้วนำไปทำรหัสตีพิมพ์บนวัตถุต่าง ๆ เมื่อส่องด้วยกล่องเว็บแคม หรือยกสมาร์ทโฟนส่องไปข้างหน้าที่มี Reality Browser Layer ที่จะทำให้เห็นภาพโมเดลของรูปร่างสิ่งของ รวมไปถึงรูปคนเสมือนจริงปรากฏตัว ทำให้เทคโนโลยี AR กลายเป็นสิ่งที่ถูกถามหากันมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกความจริง เพื่อให้นักเรียนได้ปรับตัวเข้ากับความต้องการของตัวนักเรียนได้ และให้สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน (Hannes, 2007) ซึ่งสามารถช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะมโนทัศน์ได้ดีขึ้น และสามารถเพิ่มการดึงดูดนักเรียนให้สนใจในเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอมากขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้น ส่งผลต่อการจดจำข้อมูลเนื้อหาที่ดียิ่งขึ้น จนก่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้อันทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Rabia, 2016) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า เทคโนโลยีความจริงเสริม สามารถสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้เสมือนจริงที่สามารถสร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายให้กับนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ก็สามารถนำไปคิดต่อยอดพัฒนาและสร้างสรรค์เทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับการใช้งานในด้านอื่น ๆ ต่อไปได้ อีกทั้งสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนสูงขึ้นรวมทั้งเกิดการเรียนรู้ที่เร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (สุเมธ ราชประชุม, 2561)

ด้วยเหตุนี้ในการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ ควรสร้างให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจและมีมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาด้วยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นผลมาจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดมีปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจมโนทัศน์ไม่ผ่านเกณฑ์ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ตามที่กำหนดไว้ โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ในเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ให้เข้าใจง่ายขึ้นและช่วยจัดระบบเนื้อหาที่มีความซับซ้อนได้ โดยอาศัยทักษะกระบวนการในความเข้าใจมโนทัศน์กับการจัดการเรียนรู้ จนกระทั่งนักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางการเรียนได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ โดยใช้วิธีการสอนผ่านสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความจริงเสริม

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 สำหรับนักเรียนทุกคนที่มีปัญหาความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ไม่เข้าใจมโนทัศน์และอยู่ในระดับที่เข้าใจมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ซึ่งคัดเลือกจากผลการทดสอบ

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งได้เสนอกระบวนการการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้นและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในรูปของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plann) การปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ซึ่งเมื่อครบวงจรหนึ่ง ๆ จะพิจารณาปรับปรุงแผน (Replanning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะบรรลุความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR)

ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ

ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2567

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียน 12 ชั่วโมง

1.1 ศึกษาเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน หลักการและทฤษฎี เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ในรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ รวมเวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับตัวชี้วัด และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.5 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดระดับคะแนนความเหมาะสมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

1.6 นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) กำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก-มากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.52-4.63 เป็นแผนการจัดการเรียนที่เหมาะสมในระดับมากที่สุด

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 1 ห้องเรียน 34 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

2. แบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์วิชาเคมี เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.1 ศึกษาเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชาเคมี

2.2 ศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย 2 ตอน (Two-Tier Multiple Choices) จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 วิเคราะห์มโนทัศน์ ทำตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องของมโนทัศน์กับรายวิชาเคมี เรื่องโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ

2.4 สร้างแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย 2 ตอน จำนวน 60 ข้อ และที่ต้องการใช้จริง มี 40 ข้อ

2.5 สร้างเกณฑ์การวัด ออกเป็น 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การประเมินตามการจัดกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ของ Haidar (1997) ดังนี้

2.5.1 ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

2.5.2 ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)

2.5.3 ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding With Specific Alternative Conception: PS)

2.5.4 ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)

2.5.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

2.6 นำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม

2.7 นำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC)

2.8 นำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่า แบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

2.9 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ

2.10 นำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน ที่ไม่ใช่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.11 นำผลจากการทดลองใช้แบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ไปคำนวณหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 40 ข้อ พบว่า ค่าความยาก มีค่าเท่ากับ 0.4-0.74 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าเท่ากับ 0.24-0.59

2.12 นำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ที่คัดเลือกไว้ 40 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค พบว่าค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.85

2.13 นำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 34 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยงานวิจัยนี้จะดำเนินการทั้งสิ้น 4 วงรอบปฏิบัติการ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 12 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning: P)

ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจสภาพปัญหาในปัจจุบัน สภาพสิ่งแวดล้อมในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำปัญหาที่พบมาหาแนวทางการแก้ไข โดยการศึกษาจากการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผนการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติ (Action: A)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม มาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มาใช้ในทุกวงจรปฏิบัติการดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองของอะตอม จำนวน 3 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนและสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ จำนวน 3 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ตารางธาตุและสมบัติของธาตุ จำนวน 3 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 4 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี จำนวน 3 ชั่วโมง

3. ขั้นสังเกต (Observation: O)

ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมจากแบบสังเกตพฤติกรรมความเข้าใจมโนทัศน์และเก็บข้อมูลตามขั้นตอนการสอนในแต่ละขั้นเป็นระยะ ๆ ว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์เป็นไปในทิศทางใดและบันทึกลงในบันทึกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนและผลการสอนของผู้วิจัย เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในทุกวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะนำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ แบบปรนัย 2 ตอน จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน แล้วคัดเลือกนักเรียนที่มีมโนทัศน์ต่ำกว่าระดับความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ซึ่งมีคะแนนน้อยกว่า 3 คะแนน เพื่อนำไปปรับแก้และใช้เป็นกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการต่อไป

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection: R)

ผู้วิจัยนำผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม จากบันทึกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้และผลที่ได้จากการวัดมโนทัศน์ ด้วยแบบวัดความเข้าใจ มโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ แบบปรนัย 2 ตอน ในวงจรปฏิบัติการ มาสะท้อนผลถึงปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1. จัดกลุ่มมโนทัศน์ของนักเรียน ตามเกณฑ์การจัดกลุ่มของ Haidar (1997) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.1 กำหนดเกณฑ์การผ่านอยู่ที่ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ขึ้นไป

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การจัดกลุ่มมโนทัศน์

ระดับมโนทัศน์	คะแนน	เกณฑ์การจัดกลุ่มมโนทัศน์
ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)	4	คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์
ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU)	3	คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละ มโนทัศน์
ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)	2	คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องบางส่วนไม่ถูกต้อง
ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC)	1	คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลอธิบายถูกบางส่วน
ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)	0	คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม

2. วิเคราะห์จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมโนทัศน์ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และร้อยละ (%)

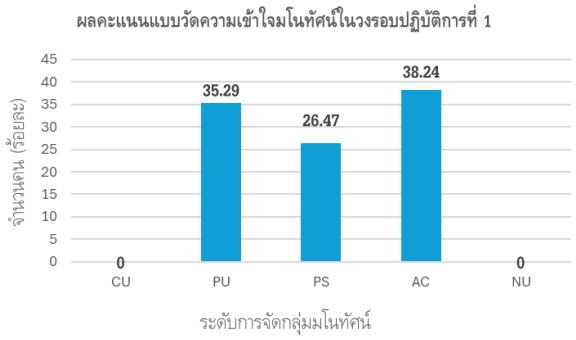
ผลการวิจัย

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติในชั้นเรียนวงรอบที่ 1 ผู้วิจัยทำการวัดความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง แบบจำลองอะตอม จำนวน 10 ข้อ จากนั้นวิเคราะห์ประเมินผลระดับความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แบบจำลองอะตอม หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

	ระดับความเข้าใจมโนทัศน์										
เลขที่	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	แบบจำลองอะตอม	ผลการประเมิน
1	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
2	PU	AC	AC	PU	PU	PU	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
3	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
4	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
5	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
6	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PU	PS	ไม่ผ่าน
7	PS	AC	AC	PU	PS	PU	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
8	PS	PU	AC	PS	PS	AC	AC	PS	PU	PS	ไม่ผ่าน
9	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
10	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
11	PS	AC	AC	AC	PS	AC	AC	PS	AC	AC	ไม่ผ่าน
12	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
13	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PU	PS	ไม่ผ่าน
14	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	PS	AS	PU	ไม่ผ่าน
15	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
16	PU	PS	PU	AC	PS	PU	PU	AC	PU	AC	ผ่าน
17	AC	AC	AC	AC	PS	AC	PS	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
18	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	ไม่ผ่าน
19	AC	AC	AC	PU	AC	AC	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
20	PU	PU	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
21	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
22	AC	AC	PS	PS	AC	AC	PU	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
23	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	ไม่ผ่าน
24	AC	AC	PS	AC	AC	PU	PS	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
25	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	ไม่ผ่าน
26	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	ไม่ผ่าน
27	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
28	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	ไม่ผ่าน
29	PU	PS	AC	AC	PS	PS	AC	PS	PS	PS	ไม่ผ่าน
30	AC	AC	PS	AC	AC	PS	AC	AC	AC	PS	ไม่ผ่าน
31	AC	AC	PS	PS	AC	AC	PS	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
32	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
33	AC	PU	AC	AC	PS	PU	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
34	AC	AC	AC	PS	PS	AC	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 4.1 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง แบบจำลองอะตอม หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 12 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 34 คน คิดเป็นร้อยละ 35.29 ซึ่งแสดงผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลคะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

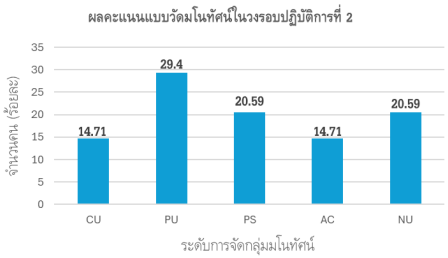
โดยนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์จะใช้เป็นกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ปัญหาที่พบคือ นักเรียนบางคนไม่สามารถวิเคราะห์และทำความเข้าใจเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ตามเนื้อหาที่อยู่ในสื่อแผ่นการ์ด AR ได้ อีกทั้งไม่สามารถอธิบายและให้เหตุผลได้ถูกต้อง ทำให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจมโนทัศน์ ซึ่งผู้วิจัยนำไปแก้ไขปรับปรุงการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ได้ดีมากขึ้น และอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ในระดับที่ดีขึ้นกว่าเดิม

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติในชั้นเรียนวงรอบที่ 2 ผู้วิจัยทำการวัดความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ จำนวน 10 ข้อ จากนั้นวิเคราะห์ประเมินผลระดับความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง การจัดเรียง อิเล็กตรอน และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

	ระดับความเข้าใจมโนทัศน์										
เลขที่	อนุภาคมูลฐาน	อนุภาคมูลฐาน	อนุภาคมูลฐาน	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	สัญลักษณ์นิวเคลียร์	สัญลักษณ์นิวเคลียร์	สัญลักษณ์นิเคลียร์	ผลการประเมิน
1	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	**ผ่าน**
2	PU	AC	AC	PU	PU	PU	AC	AC	AC	AC	**ไม่ผ่าน**
3	NU	NU	AC	NU	PU	AC	PU	AC	NU	NU	**ไม่ผ่าน**
4	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
5	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
6	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	**ผ่าน**
7	NU	NU	AC	NU	NU	AC	PS	AC	NU	AC	**ไม่ผ่าน**
8	PS	PU	AC	PS	PS	AC	AC	PS	PU	PS	**ไม่ผ่าน**
9	NU	NU	AC	NU	PU	AC	PU	AC	NU	NU	**ไม่ผ่าน**
10	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
11	NU	NU	AC	NU	NU	AC	PS	AC	NU	AC	**ไม่ผ่าน**
12	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
13	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PU	PS	**ไม่ผ่าน**
14	NU	NU	NU	NU	NU	AC	PS	AC	NU	AC	**ไม่ผ่าน**
15	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	**ผ่าน**
16	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
17	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
18	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	**ไม่ผ่าน**
19	AC	NU	AC	NU	NU	AC	NU	AC	NU	AC	**ไม่ผ่าน**
20	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
21	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	**ผ่าน**
22	AC	AC	PS	PS	AC	AC	PU	AC	AC	AC	**ไม่ผ่าน**
23	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	**ไม่ผ่าน**
24	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
25	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	**ไม่ผ่าน**
26	AC	AC	AC	NU	PS	AC	AC	PS	AC	AC	**ไม่ผ่าน**
27	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	**ผ่าน**
28	NU	NU	AC	NU	NU	AC	PS	AC	NU	AC	**ไม่ผ่าน**
29	PU	PS	AC	AC	PS	PS	AC	PS	PS	PS	**ไม่ผ่าน**
30	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
31	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	**ผ่าน**
32	PU	PU	AC	AC	PS	PS	AC	PS	PS	PS	**ไม่ผ่าน**
33	AC	PU	AC	AC	PS	PU	AC	AC	AC	AC	**ไม่ผ่าน**
34	AC	AC	AC	PS	PS	AC	AC	AC	AC	AC	**ไม่ผ่าน**

จากตารางที่ 4.2 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 15 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 34 คน คิดเป็นร้อยละ 44.11 ซึ่งแสดงผลดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลคะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

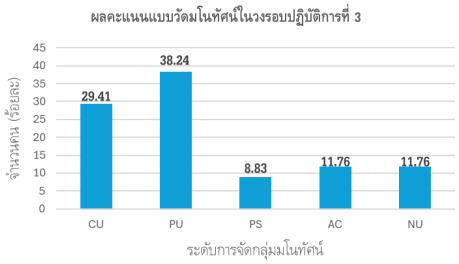
โดยนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งพบปัญหาเดิมคือมีนักเรียนบางคนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ทำให้มองไม่เห็นภาพรวมของเนื้อหา เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ที่ผิดและคลาดเคลื่อนไป ผู้วิจัยจึงได้แก้ไขปรับปรุงการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยการแทรกกิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนได้ถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ และสามารถระบุคำตอบอย่างมีเหตุผลได้ด้วยตนเอง

3. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติในชั้นเรียนวงรอบที่ 3 ผู้วิจัยทำการวัดความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยี
ความจริงเสริม เรื่อง ตารางธาตุและสมบัติของธาตุ จำนวน 10 ข้อ จากนั้นวิเคราะห์ประเมินผลระดับความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง ตารางธาตุและสมบัติของธาตุ หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

	ระดับความเข้าใจมโนทัศน์										
เลขที่	ตารางธาตุ	ตารางธาตุ	ตารางธาตุ	ตารางธาตุ	สมบัติของธาตุ	สมบัติของธาตุ	สมบัติของธาตุ	สมบัติของธาตุ	สมบัติของธาตุ	สมบัติของธาตุ	ผลการประเมิน
1	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
2	PU	AC	AC	PU	PU	PU	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
3	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
4	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
5	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
6	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PU	PS	ไม่ผ่าน
7	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
8	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
9	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
10	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
11	PS	AC	AC	AC	PS	AC	AC	PS	AC	AC	ไม่ผ่าน
12	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
13	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PU	PS	ไม่ผ่าน
14	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
15	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
16	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
17	AC	AC	NU	NU	NU	PS	NU	NU	NU	NU	ไม่ผ่าน
18	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
19	AC	AC	AC	PU	AC	AC	AC	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
20	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ไม่ผ่าน
21	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
22	AC	AC	PS	PS	AC	AC	PU	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
23	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
24	AC	NU	NU	NU	AC	NU	NU	PS	AC	AC	ไม่ผ่าน
25	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
26	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
27	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
28	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	ไม่ผ่าน
29	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
30	NU	AC	NU	PS	AC	NU	NU	NU	PS	NU	ไม่ผ่าน
31	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
32	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
33	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
34	PS	NU	NU	AC	NU	AC	NU	NU	NU	NU	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 4.3 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง ตารางธาตุและสมบัติของธาตุ หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 23 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 34 คน คิดเป็นร้อยละ 67.65 ซึ่งแสดงผลดังกราฟที่ 3



ภาพที่ 3 ผลคะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

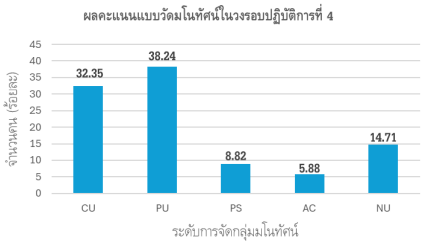
โดยนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์จะเป็นกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ซึ่งปัญหาที่พบคือ นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายในใบกิจกรรมได้ มีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและเกิดความไม่เข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ซึ่งผู้วิจัยนำไปแก้ไขปรับ ปรุงการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 โดยการให้นักเรียนสรุปความคิด ความเข้าใจโดยการทำ Mind Mapping เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้น

4. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติในชั้นเรียนวงรอบที่ 4 ผู้วิจัยทำการวัดความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน จำนวน 10 ข้อ จากนั้นวิเคราะห์ประเมินผลระดับความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 4

	ระดับความเข้าใจมโนทัศน์										
เลขที่	ธาตุแทรนซิชัน	ธาตุแทรนซิชัน	ธาตุแทรนซิชัน	ธาตุแทรนซิชัน	ธาตุแทรนซิชัน	ธาตุกัมมันตรังสี	ธาตุกัมมันตรังสี	ธาตุกัมมันตรังสี	ธาตุกัมมันตรังสี	ธาตุกัมมันตรังสี	ผลการประเมิน
1	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
2	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
3	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
4	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
5	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
6	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PU	PS	ไม่ผ่าน
7	NU	NU	NU	PS	NU	NU	PU	NU	NU	PS	ไม่ผ่าน
8	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
9	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
10	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
11	PS	AC	AC	AC	PS	AC	AC	PS	AC	AC	ไม่ผ่าน
12	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
13	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PU	PS	ไม่ผ่าน
14	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
15	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
16	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
17	AC	AC	AC	AC	PS	AC	PS	AC	AC	AC	ไม่ผ่าน
18	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
19	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
20	NU	NU	NU	PU	NU	PS	AC	NU	NU	PS	ไม่ผ่าน
21	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
22	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
23	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
24	AC	NU	NU	PS	NU	PS	AC	NU	NU	PS	ไม่ผ่าน
25	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
26	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
27	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
28	AC	PU	AC	PS	PS	PS	AC	PS	PS	PU	ไม่ผ่าน
29	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
30	NU	NU	NU	PS	NU	NU	PU	NU	NU	PS	ไม่ผ่าน
31	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	CU	ผ่าน
32	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน
33	NU	NU	NU	PU	NU	PS	AC	NU	NU	PS	ไม่ผ่าน
34	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	PU	ผ่าน

จากตารางที่ 4.4 พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้ทำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน หลังเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จำนวน 24 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 34 คน คิดเป็นร้อยละ 70.59 ซึ่งแสดงผลดังกราฟที่ 4



ภาพที่ 4 ผลคะแนนแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 4

โดยถือว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่ผ่านเกณฑ์ระดับ PU มีพัฒนาการทางความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ดีมากยิ่งขึ้นตามลำดับ ซึ่งพบปัญหาเดิมคือ นักเรียนบางคนขาดการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ และยังขาดการเขียนอธิบายคำตอบเกี่ยวกับธาตุแทรนซิชันไม่สามารถตอบคำถามในส่วนที่ให้อธิบายเหตุผลประกอบได้ ซึ่งผู้วิจัยเสนอให้แก้ไขปรับปรุงการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ สามารถเขียนและอธิบายเนื้อหาในบทเรียนได้จากความเข้าใจมโนทัศน์และสามารถเพิ่มการดึงดูดนักเรียนให้สนใจในเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอได้มากยิ่งขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 35.29 ซึ่งในวงจรปฏิบัติการช่วงแรกปัญหาที่พบคือ นักเรียนบางคนไม่สามารถวิเคราะห์และทำความเข้าใจเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ตามเนื้อหาที่อยู่ในสื่อแผ่นการ์ด AR ได้ อีกทั้งไม่สามารถอธิบายและให้เหตุผลได้ถูกต้อง เนื่องมาจากก่อนที่นักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม นักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมมาไม่เหมือนกัน ซึ่งไม่ไม่สามารถบอกได้ว่าประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับมานั้นถูกต้องเพียงใดล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจมโนทัศน์ ซึ่งผู้วิจัยนำไปแก้ไขปรับปรุงการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ได้ดีมากขึ้นและอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ในระดับที่ดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับ Jones (1990) กล่าวว่า แนวคิดและความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของโลกที่เกิดจากการสรุปหรือรวบรวมข้อคิดเห็น และตัวอย่างจากความเข้าใจในลักษณะทั่วไปของบุคคล มีการใช้คำถามในการกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น สามารถอธิบายให้ถูกต้องและเข้าใจที่เกิดจากการสรุปความรู้หรือการรวบรวมข้อคิดเห็นและตัวอย่างจากความเข้าใจในลักษณะทั่วไปของบุคคล

วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับ PU คิดเป็นร้อยละ 44.11 เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนพบปัญหาเดิมคือมีนักเรียนบางคนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์ และการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ทำให้มองไม่เห็นภาพรวมของเนื้อหาเกิดความเข้าใจมโนทัศน์ที่ผิดและคลาดเคลื่อนไป เนื่องจากที่นักเรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจด้วยตนเองจากการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมโดยที่เกิดความเข้าใจถูกหรือผิด ทำให้เห็นความแตกต่างและความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้แก้ไขปรับปรุงการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยการแทรกกิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนได้ถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียน

เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ และสามารถระบุคำตอบอย่างมีเหตุผลได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Klopfer (1971) and Jacobson (1990) กล่าวว่า ความรู้ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทางธรรมชาติหรือวัตถุหรือสัญลักษณ์ที่เป็นข้อเท็จจริงที่บุคคลสา มารถเกิดการรับรู้ได้ โดยเด็กจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติการทดลองและประสบการณ์วิทยาศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับ PU คิดเป็นร้อยละ 67.65 ผลการวิจัยเป็นปัจจัยชี้วัดการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริมอย่างแท้จริง เมื่อพิจารณาพบว่านักเรียนส่วนน้อยไม่สามารถอธิบายตามความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของตารางธาตุได้ แต่ยังมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่สามารถอธิบายและเข้าใจลักษณะสมบัติของตารางธาตุได้ เนื่องจากกิจกรรมที่นักเรียนได้ศึกษาความรู้ผ่านเทคโนโลยี AR อาจเกิดความเข้าใจผิดระหว่างการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนภายในกลุ่มทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง ตารางธาตุและสมบัติของธาตุ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงและแก้ไขปัญหาโดยการให้นักเรียนสรุปความคิด ความเข้าใจโดยการทำ Mind Mapping เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้น จากการทำกิจกรรมนักเรียนเกิดการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์จากกระบวนการในขั้นตอนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ Cooney, et al., (1975) ที่กล่าวว่า หลักการในทางความคิด ทำให้นักเรียนเกิดการค้นพบความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่อง มีการคิดที่เป็นระเบียบ ไม่เกิดความซับซ้อนของความคิด รู้จักจัดหมวดหมู่ของความความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับ ช่วยให้นำออกมาใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็วในการแก้ไขปัญหา และการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นไป

วงจรปฏิบัติการที่ 4 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ระดับ PU คิดเป็นร้อยละ 70.59 เมื่อพิจารณาพบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่เข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตามลำดับ จากการเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนวิชาเคมีด้วยการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ที่กระตุ้นให้นักเรียนนำไปสู่การปรับเปลี่ยนและพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง ธาตุแทรนซิชันและธาตุกัมมันตรังสี ได้อย่างถูกต้องมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ Hannes, (2007) และ สุเมธ ราชประชุม, (2561) พบว่า การกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียนสามารถพัฒนาทักษะด้านความเข้าใจมโนทัศน์ได้ดีขึ้น และสอดคล้องกับ Saidin, et al.,(2015) พบว่า เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีแรงจูงใจ ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มการดึงดูดนักเรียนให้สนใจในเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ รวมทั้งนำไปต่อยอดพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้ที่เร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

เมื่อสิ้นสุดการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนส่วนมากมีระดับความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่เข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์และเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่เข้าใจถูกต้องสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจมโนทัศน์ พบว่านักเรียนได้คะแนนจากการทำแบบวัดความเข้าใจมโนทัศน์มากที่สุด คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่เข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ร้อยละ 38.24ถัดมาคือ ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่เข้าใจถูกต้องสมบูรณ์ ร้อยละ 32.35 ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ไม่เข้าใจ ร้อยละ 14.71 ความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 8.82 และความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน 5.88 ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัย รัชนก กันชม (2563) พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต อยู่ในระดับความเข้าใจมโนทัศน์ที่ระดับความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวคิดที่ผิดพลาด (PU/SM) ขึ้นไป คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 100 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีในระดับความเข้าใจมโนทัศน์สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาจากบทเรียนได้ สามารถสรุปและอภิปรายให้เหตุผลจากความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ได้ดีมากยิ่งขึ้นในทุกระดับ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมเสร็จ ครูควรอธิบายและซักถามนักเรียนถึงความเข้าใจจนมั่นใจว่านักเรียนสามารถมองภาพรวมของเรื่องนั้น ๆ ได้

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมในการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ ควรปรับปรุงเนื้อหาในการสอนและกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ครูควรมีการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดจากสิ่งที่เข้าใจ ซึ่งส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมใช้เวลาค่อนข้างนาน ดังนั้นครูผู้สอนต้องมีการจัดสรรเวลาในการจัดกิจกรรมให้พอดี ควรศึกษาแนวทางและกิจกรรมที่มีความหลากหลายมาปรับใช้ในการส่งเสริมและพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนให้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาและเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมกับรายวิชาเคมี ที่มีเนื้อหาค่อนข้างซับซ้อนและสามารถสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมได้ เพื่อพัฒนามโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ ต่อไปได้

2. ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน หรือมีการเพิ่มระยะเวลาการวิจัยเพื่อติดตามพัฒนาการของนักเรียนในระยะยาวซึ่งขึ้นอยู่กับบริบทของโรงเรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. ควรออกแบบวิธีการสอนและกิจกรรมที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและบริบทของนักเรียนอย่างเหมาะสม คำนึงถึงความสามารถของนักเรียนและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความเข้าใจในภาพรวมของมโนทัศน์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาทางด้านวิชาการ ดูแลด้วยความเมตตาอย่างสม่ำเสมอ จนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ ที่กรุณาตรวจสอบให้คำแนะนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณผู้บริหาร ครู และนักเรียนโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ในการให้ความร่วมมือในงานวิจัยครั้งนี้

รายการอ้างอิง

ณัชธฤต เกื้อทาน. (2557). *การพัฒนาแบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2537). *ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน.* สารศึกษาการพิมพ์.

พีรพนธ์ ตัณฑ์จยะ. (2556). การเรียนรู้กระบวนการ Routing Protocol ด้วย Augmented Reality. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย*, *7*(2), 51-56.

พัชรินทร์ ศรีพล, นพมณี เชื้อวัชรินทร์ และเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, *9*(2), 71-82.

รัชนก กันชม. (2563). การพัฒนานวัตกรรมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับกลวิธีการเดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Gallery Walk) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 26*(1), 186-197.

โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร. (2566). *รายงานการประเมินตนเอง ของสถานศึกษา โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ปีการศึกษา 2566*. โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579*. พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580*. https://plan.prd.go.th/th/content/page/index/id/32627

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). *บทสรุปผู้บริหารผลการวิเคราะห์ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. https://www.niets.or.th/th/content/view/25982

สุเมธ ราชประชุม. (2561). *เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนในยุคดิจิทัล*. https://theceddigital.blogspot.com/2018/06/augmented-reality-technology-ar.html

Churches, A. (2008). *21st Century Pedagogy*. http://edorigami.wikispaces.com/21st+Century Pedagogy

Cockburn, A. and G. H. Littler. (2010). The Upper Students Conceptions and Misconceptions About Photosynthesis in Khon Kaen. *SEAMEO RECSAM, 84*(4), 3-6.

Cooney, T. J., Davis, E. J., and Henderson, K. B. (1975). *Dynamics of Teaching Secondary School Mathematics*. Houghton Mifflin Company.

Hannes Kaufmann. (2007). *Raumvors telling straining mit Augmented Reality-wer profitiert vom Einsatz Neuer Technologie*. https://www.ims.tuwien.ac.at/publications/tuw-139961

Jones, B. L., (1990). Developing a Taxonomy of Science Concepts Based on a Scale of Empirical Distance. *Research in Science Education*, *20*, 161-170.

Klopfer, L. E., (1971). *"Evaluation of Learning in Science" Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. McGraw-Hill.

Kemmis, S. and McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer* (3rd ed.). Australia: Deakin University Press.

Rabia, M.Y. (2016). Educational Magic Toys Developed with Augmented Reality Technology for Early Childhood Education. *Computer in Human Behavior*, *54*, 240-248.

Saidin, N. F., Halim, N. D. A., and Yahaya, N. (2015). A Review of Research on Augmented Reality in Education: Advantages and Applications. *International Education Studies*, *8*(13), 1-16.

Taber, K. S., and Coll, R. K. (2002). Chemical Bonding. In J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D.F. Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-Based Practice* (pp. 213-234). Germany: Springer, Dordrecht.

Yunus, F. W., and Ali, Z. M. (2012). Urban Students' Attitude Towards Learning Chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 68, 295-304.