การพัฒนาแนวคิดเรื่อง โครงสร้างเซลล์ และทัศนคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

สุรเดช ศรีทา* อรวรรณ คูหเพ็ญแสง และภาธร พงศ์ไพจิตร

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10903
*E-mail: s.sritha@gmail.com

รับบทความ: 18 กุมภาพันธ์ 2560 ยอมรับตีพิมพ์: 30 ตุลาคม 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างเซลล์ โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง และศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงที่สามารถส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนสังกัดสำนักงานการอุดมศึกษา จำนวน 219 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยเรื่อง โครงสร้างเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน จำนวน 9 ข้อ แบบบันทึกหลังสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนับความถี่ของกลุ่มคำตอบและหาค่าร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกแนวคิด 2) นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน โดยนักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่าการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงทำให้การเรียนการสอนในห้องเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น มีความตระหนักในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการเรียนรู้ การทำกิจกรรมช่วยทำให้ได้ความรู้มากกว่าการเรียนแบบปกติ และได้ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบและการทำงานเป็นทีม

คำสำคัญ: แนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างเซลล์ การสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน เทคโนโลยีเสมือนจริง

Development of Grade–10 Student's Conceptions about Cell Structures and Attitude by Constructionism Approach Using Creating Video through Augmented Reality

Suradet Sritha*, Orawan Kuhapensang and Partorn Phongpijit

Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development,
Faculty of Education Kasetsart University Bangkok 10903, Thailand
*E-mail: s.sritha@gmail.com

Received: 18 Febuary 2017 Accepted: 30 October 2017

Abstract

The purposes of this study were to promote the scientific concept of the cell structures with the augment reality video and to investigate the attitudes of the students towards the learning activity with the video. The students were 219 grade–10 students in the academic year of 2016 in the science and technology study plan of the schools under the Office of the Higher Education. The research instrument was the cell structure study plan with six sessions. The data collection instruments were the pre– and post–study scientific conception evaluation forms with nine items, post-teaching record form, and students' learning record form. The data were analyzed calculating the frequencies and percentages of the answers. The content analysis was also conducted. The findings were as follows. Firstly, the students after learning had higher incomplete scientific perceptions than those before learning in all aspects. Secondly, the students had good attitudes towards the study. Most students thought that learning from the video made the classrooms interesting. They were aware of using the technologies for the learning purpose in order to improve their learning capacities and practice teamwork.

Keywords: Scientific concepts of Cell structures, Constructionism approach, Augmented reality

บทนำ

แนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างเซลล์เป็นแนวคิดพื้นฐานสำคัญเรื่องหนึ่งสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์และชีววิทยาในระดับสูงขึ้นไป การที่นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในโครงสร้างของเซลล์และหน้าที่ ของส่วนประกอบเซลล์และออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ภายในไซโทพลาซึมจะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น เช่น การลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ พันธุกรรม ระบบต่าง ๆ ใน

ร่างกายมนุษย์ โครงสร้างและหน้าที่ของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การหายใจระดับเซลล์ ทั้งนี้ Ministry of Education (2008) ได้กำหนดให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์ โดยกำหนดเรื่องดังกล่าวอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต มาตรฐาน ว 1.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากการสังเกตชั้นเรียนของคณะผู้วิจัย พบว่า แม้นักเรียนจะเคยเรียนรู้แนวคิดเรื่องเซลล์มาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ก็เป็นเนื้อหาที่ไม่ลึกซึ้งมากเท่ากับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเมื่อเรียนผ่านไปแล้วเป็นเวลานาน ความเข้าใจที่เคยมีในอดีตก็อาจสูญหายหรือคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ ดังที่พบในงานวิจัยหลายเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องเซลล์ของนักเรียน อาทิ Chocchai (2014) พบว่า นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า คลอโรพลาสต์ทำให้เซลล์พืชมีความแข็งแรงและคงรูปอยู่ได้ นิวเคลียสเป็นแหล่งสะสมของเสียในเซลล์และเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ Doomhom (2010) พบว่า มีนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บางส่วนที่ไม่สามารถวาดภาพเซลล์ได้อย่างชัดเจน และไม่สามารถระบุความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์ได้ Anugoonsawat et al. (2012) ที่พบว่านักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเยื่อหุ้มเซลล์ไม่มีช่องทางสำหรับควบคุมการเข้าออกของสารผ่านเซลล์และสิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยไม่มีนิวเคลียส ซึ่งความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนนั้นหากเกิดขึ้นกับนักเรียนแล้ว จะส่งผลต่อความยากในการสร้างความรู้ใหม่ ทั้งนี้แนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะเกิดขึ้นจากการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่ และได้รับการพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนพยายามอธิบายหรือเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว โดยอาศัยความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ บริบททางสังคม และวัฒนธรรม ความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่นี้อาจตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ (Tyler, 2002)

ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีแนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด และเป็นไปตามหลักสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545) ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น และผสมผสานสาระความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Office of the National Education Commission, 2002) โดยหลักการจัดการเรียน รู้ดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน (constructionism) เป็นทฤษฎีการศึกษา (theory of education) ที่เน้นการสร้างความรู้ผ่านชิ้นงานจริงโดยมีวัสดุการเรียนรู้ที่เหมาะสมเป็นเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน พัฒนาขึ้นโดย Seymour Papert โดยมีรากฐานมาจากทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (constructivism) ของ Jean Piaget ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างชิ้นงานที่มีความหมายกับนักเรียน และเมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงาน จะสร้างความรู้ด้วย และความรู้ที่สร้างขึ้นนี้ก็จะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดความรู้มากยิ่งขึ้นด้วย (Thunhikorn, 2010) นอกจากนี้ หากนักเรียนได้มีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะ

ทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (Khammani, 2011) และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน ที่ได้ผลการวิจัยไปในแนวทางเดียวกัน คือ นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น มีทักษะการแก้ปัญหา รวมถึงมีความพึงพอใจต่อการเรียนในระดับมาก (Nuchrapom, 2011)

การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความทันสมัยเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างแนวคิดให้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นจากการเรียนรู้ผ่านการสร้างชิ้นงาน ทำโดยให้นักเรียนได้ใช้วัสดุการเรียนรู้และเครื่องมือต่าง ๆ ผ่านแอพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ (smart phone) จากการศึกษาเอกสารพบว่า เครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีผ่านการสร้างชิ้นงาน คือ การสร้างวีดิทัศน์ ซึ่ง Greene and Crespi (2012) ให้นักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างวีดิทัศน์ พบว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นพร้อมกับลงมือเขียนกระดานเรื่องราว (story board) และการสร้างวีดิทัศน์นักเรียนมีทั้งความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น และมีความสนุกสนานกับการเรียน ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับเพื่อน นอกจากการสร้างวีดิทัศน์แล้ว ในปัจจุบันยังมีเทคโนโลยีเสมือนจริง (augmented reality, AR) ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ ที่ปรากฏทั้งในลักษณะของภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือสื่อที่มีเสียงประกอบ (Tunsiri, 2010) จากความสามารถของเทคโนโลยีเสมือนจริงที่กล่าวมานี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างน่าสนใจ เช่น Lee (2012) พบว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งเสริมให้เกิดความพึงพอใจ และสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีในห้องเรียน Promso et al. (2015) พบว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนทำให้สามารถเขียนรูปร่างโมเลกุลของสารเคมีได้ถูกต้องและลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนลงได้ นอกจากนี้เทคโนโลยีเสมือนจริงยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสร้างผลงานในการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน และทำให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 แอพลิเคชันเทคโนโลยีเสมือนจริงที่นิยมใช้คือ ออรัสมา (aurasma) ซึ่งเหมาะสมต่อการพัฒนาสื่อที่ใช้กับโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะทั้งระบบปฏิบัติการไอโอเอสและแอนดรอยด์ (Techakosit, 2015) ทั้งนี้ออรัสมามีคุณสมบัติพิเศษในการเป็นตัวกลางสำหรับเชื่อมโยงระหว่างโลกจริงและโลกเสมือนเข้าด้วยกัน ด้วยการแสดงผลในรูปสื่อปฏิสัมพันธ์ ควบคุมผ่านหน้าจอในลักษณะภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง (Sripha, 2013) ที่ผ่านมามีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในบริบทของสื่อการเรียนรู้ ยังมีเป็นส่วนน้อยที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างสรรค์ความรู้

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาเป็นสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อให้นักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานจึงเป็นเรื่องใหม่และเป็นที่น่าสนใจในปัจจุบัน ทั้งนี้ Techakosit and Piriyasurawong (2015) ได้เสนอกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้เสาะแสวงหาความรู้และสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานโดยเน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยปรับมา

จากกระบวนการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) กำหนด (define) ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ โดยครูเริ่มจากสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เมื่อนักเรียนมีเป้าหมายที่ชัดเจนแล้วให้นักเรียนจับกลุ่ม โดยให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวางแผนเพื่อสร้างชิ้นงานให้บรรลุเป้าหมาย 2) สำรวจ ตรวจสอบ (explore) สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสืบเสาะแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย หรือทำการสำรวจตรวจสอบทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือประเด็นที่สงสัย รวมถึงศึกษาเครื่องมือและแอพลิเคชันสำหรับการสร้างสื่อในเทคโนโลยีเสมือนจริง 3) สร้างชิ้นงาน (produce) สมาชิกในกลุ่มสร้างชิ้นงานเพื่อแสดงความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ หรือทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์ และใช้แอพลิเคชันสำหรับการสร้างสื่อในเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นช่องทางในการนำเสนอชิ้นงานของนักเรียน 4) นำเสนอ (present) เป็นการนำเสนอชิ้นงานที่ได้จากการสืบเสาะแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย การสำรวจตรวจสอบ หรือทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานด้วยภาพเครื่องหมาย (marker) แล้วให้นักเรียนอภิปรายผลการเรียนรู้ของกลุ่ม และ 5) ประเมินผล (assessment) เป็นขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมของนักเรียน ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 และประเมินการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างเซลล์

จากรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือกระทำ นำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นโดยอาศัยสื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสม กิจกรรมเช่นนี้ถึงเป็นภาระงานที่แปลกใหม่และท้าทายศักยภาพเป็นอย่างมาก นักเรียนอาจเกิดความไม่คุ้นเคยกับการเรียนรู้ด้วยวิธีการใหม่ จากงานวิจัยของ Bimbola and Daniel (2010) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงาน พบว่า มีนักเรียนจำนวนมากมีความคุ้นเคยและตอบสนองต่อการเรียนด้วยวิธีแบบบรรยายมากกว่า นักเรียนมักจะกล่าวถึงการเรียนรู้ที่ครูเน้นการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานว่า เป็นภาระที่มากขึ้น ใช้เวลาในการเข้าใจเนื้อหานานกว่าการรับฟังโดยตรงจากครูผู้สอน อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวจะส่งผลดีต่อนักเรียนที่มีทัศนคติที่ดีเช่นกัน นอกจากนี้เมื่อนักเรียนที่มีทัศนคติที่ต่อการเรียนรู้ จะส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี และผลงานที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นจะมีคุณภาพดีด้วย (Chueamek et al., 2016) Toraman and Demir (2016) พบว่า การมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ตามแนวทางการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงาน ทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขและสนุกกับการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีด้วย

ในฐานะที่คณะผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาชีววิทยา 1 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงตระหนักถึงความสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องโครงสร้างเซลล์ด้วยการเรียนรู้ผ่านการสร้างชิ้นงาน ที่นักเรียนและสมาชิกในกลุ่มของตนช่วยกันสร้างวีดิทัศน์

เพื่ออธิบายการทำงานของออร์แกเนลล์และโครงสร้างต่าง ๆ ของเซลล์ เชื่อมโยงกับภาพโครงสร้างเซลล์ที่สร้างขึ้นเอง แล้วแสดงผลผ่านแอพลิเคชันออรัสมาบนหน้าจอโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนต่อยอดในแนวคิดอื่น ๆ และศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น

วัตถุประสงค์

1. พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนรู้ด้วยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

2. ศึกษาทัศนคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่เลือกเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2559 จำนวน 219 คน การเลือกกลุ่มที่ศึกษาเป็นการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ คือ เรื่องโครงสร้างเซลล์ ตามรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 1 กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในงานวิจัยนี้ศึกษา 3 แนวคิดหลัก คือ 1) ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ 2) ออร์แกเนลล์ในไซโทพลาซึม และ 3) นิวเคลียส

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย อยู่ในช่วงเดือนมิถุนายน – ธันวาคม 2559

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรม คือ แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยเรื่องโครงสร้างเซลล์ จำนวน 6 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ ของ Techakosit and Piriyasurawong (2015) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) กำหนด (2) สำรวจตรวจสอบ (3) สร้างชิ้นงาน (4) นำเสนอ และ (5) ประเมินผล คณะผู้วิจัยได้ประชุมร่วมกันเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 1 ท่าน และครูสาขาชีววิทยาที่คุ้นเคยการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา องค์ประกอบของแผน และความเหมาะสมของวิธีการจัดการเรียนรู้ (ตาราง 1)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่องโครงสร้างของเซลล์ เป็นข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 9 ข้อ โดยให้นักเรียนอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์

ตาราง 1 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างเซลล์ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนและลักษณะกิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรมและเวลาที่ใช้
1. กำหนด (define) ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ โดยครูเริ่มจากสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เมื่อนักเรียนมีเป้าหมายที่ชัดเจนแล้วให้นักเรียนจับกลุ่ม โดยให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวางแผนเพื่อสร้างชิ้นงานให้บรรลุเป้าหมาย	ครูถามคำถามเกี่ยวกับหน้าที่ของเซลล์และออร์แกเนลล์ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง การถามคำถามจะส่งผลต่อความตระหนักของวิธีการเรียนแบบเก่าที่นักเรียนเป็นผู้รับความรู้จากครูซึ่งทำให้ไม่เข้าใจและไม่สามารถจดจำ จากนั้นครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการสร้างวีดิทัศน์อธิบายหน้าที่ของออร์แกเนลล์แล้วนำเสนอผ่านแอพลิเคชันออรัสมา โดยให้นักเรียนจับกลุ่มและฟังการอธิบายขั้นตอนในการทำงานดังนี้ 1) ศึกษาการทำงานของออรัสมา 2) สร้างภาพเครื่องหมายเป็นรูปโครงสร้างเซลล์และออร์แกเนลล์ 3) ทำกระดานเรื่องราวเพื่อใช้ในการสร้างวีดิทัศน์อธิบายหน้าที่ของออร์แกเนลล์ 4) บันทึกวีดิทัศน์ ความยาวไม่เกิน 1:30 นาที 5) สร้างสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านออรัสมา 6) นำเสนอผลงานโดยการให้เพื่อนติดตามเจ้าของผลงานในออรัสมาก่อนแล้วจึงสามารถใช้โทรศัพท์อัจฉริยะส่องไปที่ภาพเครื่องหมายเป็นรูปโครงสร้างเซลล์และออร์แกเนลล์เพื่อรับชมวีดิทัศน์อธิบายหน้าที่ของออร์แกเนลล์ชนิดนั้น (ใช้เวลา 20 นาที)
2. สำรวจ ตรวจสอบ (explore) สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสืบเสาะแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย หรือสำรวจตรวจสอบ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือประเด็นที่สงสัย รวมถึงศึกษาเครื่องมือและแอพลิเคชันสำหรับการสร้างสื่อในเทคโนโลยีเสมือนจริง	นักเรียนร่วมกันศึกษาเครื่องมือและแอพลิเคชันออรัสมาสำหรับการสร้างสื่อในเทคโนโลยีเสมือนจริง แล้วแบ่งหน้าที่ในการสืบค้นข้อมูลความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น แบบเรียน ตำรา เว็บไซต์ เพื่อออกแบบและวางแผนการวาดรูปโครงสร้างและออร์แกเนลล์ของเซลล์สำหรับทำเป็นภาพเครื่องหมาย วางแผนการทำกระดานเรื่องราวเพื่อใช้ในการสร้างวีดิทัศน์อธิบายหน้าที่ของออร์แกเนลล์ ในขั้นตอนนี้ครูมีบทบาทในการช่วยตรวจสอบความถูกต้องโดยการเดินสังเกตการทำงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (ใช้เวลา 80 นาที)
3. สร้างชิ้นงาน (produce) สมาชิกในกลุ่มสร้างชิ้นงานเพื่อแสดงความรู้ที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ หรือทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์ และใช้แอพลิเคชันสำหรับการสร้างสื่อในเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นช่องทางในการนำเสนอชิ้นงานของนักเรียน	สมาชิกในกลุ่มลงมือวาดภาพเซลล์ ออร์แกเนลล์ และระบายสีเพื่อสร้างเป็นเครื่องหมาย และบันทึกวีดิทัศน์ จากนั้นใช้แอพลิเคชันออรัสมาสำหรับการสร้างสื่อในเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นช่องทางในการนำเสนอชิ้นงานของนักเรียน (ใช้เวลา 100 นาที)
4. นำเสนอ (present) ชิ้นงานที่ได้จากการสืบเสาะแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย การสำรวจตรวจสอบ หรือทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานด้วยภาพเครื่องหมาย (marker) แล้วให้นักเรียนอภิปรายผลการเรียนรู้ของกลุ่ม	เป็นการนำเสนอชิ้นงานที่ได้จากการสืบเสาะแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย การสำรวจตรวจสอบ หรือทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานด้วยภาพเครื่องหมาย แล้วให้นักเรียนอภิปรายผลการเรียนรู้ของกลุ่ม (ใช้เวลา 50 นาที)

ตาราง 1 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างเซลล์ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ขั้นตอนและลักษณะกิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรมและเวลาที่ใช้
5. ประเมินผล (assessment) เป็นขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมของนักเรียนตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 และประเมินการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างเซลล์	เป็นขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเขียนอนุทินสะท้อนเพื่อวัดทัศนคติที่มีต่อการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมของนักเรียนตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 และประเมินการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างเซลล์ (ใช้เวลา 50 นาที)

โดยแบ่งตามโครงสร้างหลัก ได้แก่ ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส แบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และครูผู้มีประสบการณ์สอนชีววิทยานานกว่า 10 ปี 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้าง หลังจากการปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำแบบวัดแนวคิดไปทดลองใช้ (tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดียวกันจำนวน 25 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจด้านภาษา การสื่อความหมายของข้อคำถาม รวมทั้งเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัด เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทั้งหมดแล้วจึงนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

2.2 แบบบันทึกหลังสอนของครู เป็นเครื่องมือที่ครูใช้สะท้อนความรู้สึกเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน ในประเด็นที่เกี่ยวกับ ผลการจัดกิจกรรม ปัญหาอุปสรรคและวิธีการแก้ปัญหา ความรู้ใหม่ที่ได้จากการจัดกิจกรรม

2.3 แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน หรืออนุทิน เป็นเครื่องมือที่คณะผู้วิจัยใช้เก็บข้อมูลทัศนคติของนักเรียน โดยให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรม พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาที่เรียนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

1. นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ ก่อนเรียน และนำผลการประเมินมาจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5–6 คน โดยคละเพศและระดับผลการเรียน

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ จำนวนทั้งสิ้น 6 คาบเรียน (300 นาที) โดยหลังจากการจัดกิจกรรมแต่ละคาบครูจะจดบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้น รวมทั้งปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยจะบันทึกไว้ในแบบบันทึกหลังสอนของครู

3. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมแล้ว คณะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ หลังเรียน และแจกบันทึกการ

เรียนรู้ให้นักเรียนเขียนส่งเป็นการบ้าน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง โครงสร้างของเซลล์ ทำได้โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยอ่านคำตอบในแบบวัดแนวคิดแล้วจับกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามแนวคิดที่ปรับปรุงมาจาก Haidar (1997) ที่แบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม คือ 1) แนวคิดวิทยาศาสตร์ (scientific conception: SC) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งหมดทุกองค์ประกอบ 2) แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (partial conception: PC) หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบเป็นไปตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่ได้กล่าวถึง 3) แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน (partial conception and specific misconception: PC&SM) หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบเป็นไปตามแนวคิดวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบไม่ถูกต้องหรือมีความคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ 4) แนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (complete misconception: CM) หมายถึง คำตอบที่มีแนวคิดไม่ถูกต้องหรือคาดเคลื่อนไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และ 5) ไม่มีแนวคิด (no response: NR) หมายถึง คำตอบของนักเรียนอธิบายไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม หรือไม่ตอบคำถาม

จากนั้นหาความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) โดยร่วมกันลงความเห็นและวิเคราะห์แนวคิดร่วมกันโดยสุ่มแบบวัดแนวคิดประมาณร้อยละ 10 ของจำนวนทั้งหมด หากมีความเห็นไม่ตรงกันจะร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุป เพื่อนำข้อสรุปทั้งหมดไปใช้เป็นแนวในการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นคณะผู้วิจัยหาความถี่และร้อยละของคำตอบของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด

การวิเคราะห์ข้อมูลจาก แบบบันทึกหลังสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) โดยสร้างความน่าเชื่อถือโดยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) จากการอ่านและสรุปสิ่งที่ได้จากการบันทึก แล้วสรุปประเด็นสำคัญ (themes) เกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

ในด้านจริยธรรมการวิจัย ได้ขออนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนและถามความสมัครใจในการเก็บและเผยแพร่ข้อมูลจากนักเรียนรวมถึงอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ให้นักเรียนทราบ โดยนักเรียนสามารถขอยกเลิกการให้ข้อมูลการวิจัยได้ตลอดเวลา สำหรับการนำเสนอผลการวิจัยผู้วิจัยจะไม่ระบุชื่อจริงของนักเรียน แต่ใช้รหัสเป็นนามสมมติ เช่น S01G5 หมายถึงนักเรียนคนที่ 1 กลุ่มที่ 5

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการส่งเสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างเซลล์ โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดแนวคิดเรื่อง โครงสร้างเซลล์ ของนักเรียนจำนวน 219 คน (ตาราง 2) พบว่า นักเรียนที่มี

แนวคิดวิทยาศาสตร์ (SC) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกเรื่อง โดยก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิด (NR) ในเรื่องโครงสร้างของเซลล์ ซึ่งเรื่องที่นักเรียนไม่มีแนวคิดมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ไมโครฟิลาเมนต์ จำนวน 125 คน (ร้อยละ 96.90) อินเทอร์มีเดียท์ฟิลาเมนต์ จำนวน 124 คน (ร้อยละ 96.12) และนิวคลีโอลัส จำนวน 123 คน (ร้อยละ 95.35) หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสร้างวีดิทัศน์ เรื่อง โครงสร้างเซลล์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SC) เรื่องนี้เพิ่มขึ้นในทุกแนวคิดโดยเฉพาะเรื่อง ไรโบโซม จำนวน 89 คน (ร้อยละ 68.99) นิวเคลียส จำนวน 86 คน (ร้อยละ 66.67) และผนังเซลล์ จำนวน 76 คน (ร้อยละ 58.91) อย่างไรก็ตาม ยังพบนักเรียนจำนวนหนึ่งที่ไม่มีแนวคิด (NR) ในเรื่องไมโครฟิลาเมนต์ อินเทอร์มีเดียท์ฟิลาเมนต์ และไมโครทิวบูล จำนวน 57 คน (ร้อยละ 44.19) เท่ากันทั้ง 3 แนวคิด

ตาราง 2 จำนวน (ร้อยละ) ของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิดเรื่องโครงสร้างของเซลล์ (N=219)

แนวคิด	สอบ	จำนวน (ร้อยละ) ของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด				
		SC	PC	PC&SM	CM	NR
ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์						
เยื่อหุ้มเซลล์	ก่อน	7 (5.43)	57 (44.19)	8 (6.20)	27 (20.93)	30 (23.26)
	หลัง	61 (47.29)	49 (37.98)	7 (5.43)	5 (3.88)	7 (5.43)
ผนังเซลล์	ก่อน	12 (9.30)	52 (40.31)	11 (8.53)	25 (19.38)	29 (22.48)
	หลัง	76 (58.91)	28 (21.71)	18 (13.95)	4 (3.10)	3 (2.33)
ออร์แกเนลล์ในไซโทพลาซึม						
เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม	ก่อน	1 (0.78)	8 (6.20)	1 (0.78)	3 (2.33)	116 (89.92)
ชนิดเรียบ	หลัง	60 (46.51)	26 (20.16)	4 (3.10)	21 (16.28)	18 (13.95)
เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม	ก่อน	1 (0.78)	2 (1.55)	1 (0.78)	6 (4.65)	119 (92.25)
ชนิดขรุขระ	หลัง	40 (31.01)	40 (31.01)	7 (5.43)	18 (13.95)	24 (18.60)
ไรโบโซม	ก่อน	4 (3.10)	9 (6.98)	3 (2.33)	7 (5.43)	106 (82.17)
	หลัง	89 (68.99)	5 (3.88)	0 (0.00)	12 (9.30)	23 (17.83)
กอลจิคอมเพล็กซ์	ก่อน	0 (0.00)	6 (4.65)	0 (0.00)	9 (6.98)	114 (88.37)
	หลัง	56 (43.41)	31 (24.03)	6 (4.65)	16 (12.40)	20 (15.50)
ไลโซโซม	ก่อน	0 (0.00)	8 (6.20)	0 (0.00)	6 (4.65)	115 (89.15)
	หลัง	64 (49.61)	21 (16.28)	2 (1.55)	6 (4.65)	29 (22.48)
แวคิวโอล	ก่อน	1 (0.78)	15 (11.63)	1 (0.78)	11 (8.53)	101 (78.29)
	หลัง	52 (40.31)	38 (29.46)	7 (5.43)	12 (9.30)	20 (15.50)
ไมโทคอนเดรีย	ก่อน	9 (6.98)	6 (4.65)	1 (0.78)	5 (3.88)	108 (83.72)
	หลัง	70 (54.26)	6 (4.65)	4 (3.10)	19 (14.73)	29 (23.26)
คลอโรพลาสต์	ก่อน	9 (6.98)	35 (27.13)	11 (8.53)	21 (16.28)	53 (41.09)
	หลัง	69 (53.49)	22 (17.05)	12 (9.30)	17 (13.18)	9 (6.98)

ตาราง 2 จำนวน (ร้อยละ) ของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิดเรื่องโครงสร้างของเซลล์ (ต่อ)

แนวคิด	สอบ	จำนวน (ร้อยละ) ของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด				
		SC	PC	PC&SM	CM	NR
เซนทริโอล	ก่อน	1 (0.78)	3 (2.33)	1 (0.78)	2 (1.55)	122 (94.57)
	หลัง	47 (36.43)	24 (18.60)	2 (1.55)	14 (10.85)	42 (32.56)
ไซโทสเกเลตอน	ก่อน	4 (3.10)	6 (4.65)	0 (0.00)	1 (0.78)	118 (91.47)
	หลัง	64(49.61)	17 (13.18)	1 (0.78)	7 (5.43)	40 (31.01)
- ไมโครฟิลาเมนต์	ก่อน	0 (0.00)	1 (0.78)	1 (0.78)	2 (1.55)	125 (96.90)
	หลัง	41 (31.78)	15 (11.63)	0 (0.00)	16 (12.40)	57 (44.19)
- อินเทอร์มีเดียท์	ก่อน	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.78)	4 (3.10)	124 (96.12)
ฟิลาเมนท์	หลัง	36 (27.91)	15 (11.63)	0 (0.00)	21 (16.28)	57 (44.19)
- ไมโครทิวบูล	ก่อน	0 (0.00)	2 (1.55)	0 (0.00)	5 (3.88)	122 (94.57)
	หลัง	34 (26.36)	20 (15.50)	0 (0.00)	18 (13.95)	57 (44.19)
นิวเคลียส	ก่อน	4 (3.10)	33 (25.58)	0 (0.00)	7 (5.43)	85 (65.89)
	หลัง	86 (66.67)	22 (17.05)	1 (0.78)	4 (3.10)	16 (12.40)
เยื่อหุ้มนิวเคลียส	ก่อน	0 (0.00)	25 (19.38)	1 (0.78)	10 (7.75)	93 (72.09)
	หลัง	58 (44.96)	49 (37.98)	3 (2.33)	1 (0.78)	16 (13.95)
นิวคลีโอลัส	ก่อน	1 (0.78)	1 (0.78)	0 (0.00)	4 (3.10)	123 (95.35)
	หลัง	45 (34.88)	19 (14.73)	1 (0.78)	30 (23.26)	34 (26.36)
โครมาทิน	ก่อน	1 (0.78)	11 (8.53)	0 (0.00)	9 (6.98)	108 (83.72)
	หลัง	44 (34.11)	31 (24.03)	5 (3.88)	13 (10.08)	36 (27.91)

หมายเหตุ SC = แนวคิดวิทยาศาสตร์ PC = แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ PC&SM = แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน CM = แนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และ NR = ไม่มีแนวคิด

เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละแนวคิดในช่วงหลังเรียนพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวคิดแตกต่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

แนวคิดหลังเรียน เรื่อง ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ พบว่านักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SC) มากที่สุดในเรื่อง ผนังเซลล์ จำนวน 76 คน (ร้อยละ 58.91) และเยื่อหุ้มเซลล์ จำนวน 61 คน (ร้อยละ 47.29) โดยนักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่และโครงสร้างได้ของผนังเซลล์ และเยื่อหุ้มเซลล์ได้อย่างถูกต้อง รองลงมาคือแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) เรื่องเยื่อหุ้มเซลล์ จำนวน 49 คน (ร้อยละ 37.98) โดยส่วนใหญ่นักเรียนตอบว่าเยื่อหุ้มเซลล์มีหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน เป็นชั้นไขมัน 2 ชั้น แต่ยังไม่สามารถอธิบายองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ได้ครบถ้วน ตัวอย่างเช่น “*เป็นเยื่อเลือกผ่าน ควบคุมการผ่านของสารเข้าและออกจากเซลล์*” (S16G3, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน) นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนจำนวน 18 คน (ร้อยละ13.95) ที่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน (PC&SM) ในเรื่องผนังเซลล์ โดยนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ว่า “*....มีหน้าที่ในการป้องกันให้ความแข็งแรง และมีโครงสร้างเป็นเซลลูโลส*” แต่อาจเข้าใจคลาดเคลื่อนในบางเรื่อง เช่น

"ผนังเซลล์พบเฉพาะในพืชเท่านั้น" (S11G4, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน)

แนวคิดหลังเรียน เรื่อง ออร์แกเนลล์ในไซโทพลาซึม พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SC) มากที่สุดอันดับแรกในเรื่อง ไรโบโซม จำนวน 89 คน (ร้อยละ 68.99) โดยนักเรียนสามารถอธิบายว่าไรโบโซมเป็นออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้มทำหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีน รองลงมาคือ ไมโทคอนเดรีย จำนวน 70 คน (ร้อยละ 54.26) โดยนักเรียนสามารถอธิบายว่าไมโทคอนเดรียเป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิต ATP ในส่วนของแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) พบมากที่สุดในเรื่อง เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดเรียบ จำนวน 40 คน (ร้อยละ 31.01) โดยนักเรียนมักตอบเกี่ยวกับหน้าที่ว่าเป็นออร์แกเนลล์ที่ช่วยกำจัดสารพิษ หรือทำหน้าที่สังเคราะห์สารจำพวกฮอร์โมนเพศ อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น เช่น *"ช่วยกำจัดสารพิษในเซลล์พบมากในตับ"* (S04G5, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน) *"สร้างฮอร์โมนเพศพบมากที่ต่อมหมวกไต รังไข่และอัณฑะ"* (S06G1, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน) นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนจำนวน 21คน (ร้อยละ16.28) ที่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (CM) ในเรื่องเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดขรุขระ คลอโรพลาสต์ และอินเทอร์มีเดียท์ฟิลาเมนท์ โดยนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน ซึ่งนักเรียนมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหน้าที่ของออร์แกเนลล์แต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น *"เอนโดพลาสมิก เรติคูลัมชนิดขรุขระมีหน้าที่ย่อยโปรตีน"* (S22G4, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน) *"คลอโรพลาสต์เป็นสารสีเขียวที่พบในเซลล์พืชเท่านั้น"* (S11G1, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน) *"อินเทอร์มีเดียท์ฟิลาเมนท์ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของออร์แกเนลล์ภายในเซลล์"* (S10G5, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน)

แนวคิดหลังเรียน เรื่อง นิวเคลียส พบว่า นักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SC) มากที่สุดอันดับแรกในเรื่อง นิวเคลียส จำนวน 86 คน (ร้อยละ 66.67) โดยนักเรียนสามารถอธิบายว่านิวเคลียสเป็นตัวควบคุมการแบ่งเซลล์และลักษณะทางพันธุกรรมและกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์ รองลงมาคือ เยื่อหุ้มนิวเคลียส จำนวน 58 คน (ร้อยละ 44.96) โดยนักเรียนสามารถอธิบายว่าเยื่อหุ้มนิวเคลียสเป็นเยื่อหุ้ม 2 ชั้น มีรูเล็ก ๆ ทะลุผ่านเยื่อได้ เป็นทางเข้าออกของสารระหว่างนิวเคลียสกับไซโทพลาซึม ในส่วนของแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) พบมากที่สุดในเรื่อง เยื่อหุ้มนิวเคลียส จำนวน 49 คน (ร้อยละ 37.98) โดยนักเรียนมักตอบคำตอบแบบไม่ครบถ้วนแต่ก็ไม่มีความเข้าใจผิด ตัวอย่างคำตอบ เช่น *"เป็นเยื่อหุ้ม 2 ชั้นมีรูทะลุให้สารผ่านเข้าออกได้"* (S06G4, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน) นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักเรียนจำนวน 30 คน (ร้อยละ 23.26) ที่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (CM) ในเรื่องนิวคลีโอลัสตัวอย่าง เช่น *"นิวคลีโอลัสมีหน้าที่สังเคราะห์โปรตีน"* (S03G3, แบบวัดแนวคิดหลังเรียน)

จากผลการวิจัยที่พบว่าการเรียนรู้ด้วยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างเซลล์ ของนักเรียนได้นั้น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับ Techakosit and Piriyasurawong (2015) คือ การใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนด สำรวจตรวจสอบ สร้างชิ้นงาน นำเสนอ และประเมินผล ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาเนื้อหาวิชาความรู้มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Promso et al. (2015) ที่พบว่าการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนทำให้สามารถอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้นและลดความเข้าใจคลาดเคลื่อนของนักเรียนลงได้

จากการวิเคราะห์เนื้อหาในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และจับกลุ่มคำตอบที่เป็นประเด็นสำคัญ เพื่อนับความถี่ของกลุ่มคำตอบและหาค่าร้อยละ (ตาราง 3) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้จากการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยนักเรียนจำนวน 117 คน (ร้อยละ 90.69) คิดเห็นว่าการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้การเรียนการสอนในห้องเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น นักเรียนจำนวน 115 คน (ร้อยละ 89.14) มีความตระหนักในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการเรียนรู้ และนักเรียนจำนวน 107 คน (ร้อยละ 82.94) คิดเห็นว่าการทำกิจกรรมช่วยทำให้ได้ความรู้มากกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างไรก็ตามการเรียนด้วยวิธีการนี้ก็ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่เป็นด้านลบเกิดขึ้นเช่นกัน โดยพบว่านักเรียนจำนวน 45 คน (ร้อยละ 34.88) คิดเห็นว่าการอ่านหนังสือและฟังอาจารย์อธิบายทำให้เรียนเข้าใจมากกว่า นักเรียนจำนวน 31 คน (ร้อยละ 24.03) คิดเห็นว่าอาจารย์ควรสอนเนื้อหาให้เข้าใจก่อนเริ่มสร้างชิ้นงาน และนักเรียนจำนวน 16 คน (ร้อยละ 12.40) คิดเห็นว่าชิ้นงานที่ทำเป็นภาระงานที่เพิ่มความยุ่งยากให้นักเรียน

จากการวิเคราะห์เนื้อหาในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกับแบบบันทึกหลังสอนของครู โดยแยกพิจารณาในแต่ละประเด็นสำคัญที่นักเรียนได้แสดงถึงทัศนคติด้านบวกที่มี

ตาราง 3 ความถี่และร้อยละของกลุ่มคำตอบที่เป็นประเด็นสำคัญที่แสดงถึงทัศนคติของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง (N = 129)

ทัศนคติของนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
1. การเรียนการสอนในห้องเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น	117	90.69
2. เกิดความตระหนักในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการเรียนรู้	115	89.14
3. การทำกิจกรรมช่วยทำให้ได้ความรู้มากกว่าการเรียนแบบปกติ	107	82.94
4. ได้ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบและการทำงานเป็นทีม	96	74.41
5. การอ่านหนังสือและฟังอาจารย์อธิบายทำให้เรียนเข้าใจมากกว่า	45	34.88
6. ควรสอนเนื้อหาให้เข้าใจก่อนเริ่มสร้างชิ้นงาน	31	24.03
7. ชิ้นงานเป็นภาระที่เพิ่มมากขึ้น	16	12.40
8. การแบ่งงานกันทำในกลุ่มทำให้ได้ความรู้ไม่ครบถ้วน	9	6.97

ต่อการจัดการเรียนรู้พบว่าแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

การเรียนการสอนในห้องเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนเปลี่ยนรูปแบบจากเดิมที่นักเรียนเป็นผู้รับความรู้ กลายเป็นนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ผ่านเทคโนโลยีที่ทันสมัย จากข้อมูลในแบบบันทึกหลังสอนที่ระบุว่า นักเรียนส่วนใหญ่ในห้องเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะสืบค้นข้อมูลทั้งการวาดรูปออร์แกเนลล์และการศึกษาหน้าที่ของออร์แกเนลล์เพื่อเตรียมทำกระดานเรื่องราวสำหรับใช้บันทึกวีดิทัศน์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มักตื่นเต้นกับแอพลิเคชันออรัสมาเพราะเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน ดังระบุไว้ในตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ *"การเรียนที่ผ่านมาอาจารย์จะวาดรูปบนกระดานและอธิบายหน้าห้อง แต่การเรียนแบบใหม่นี้หนูได้วาดรูปเอง ได้อธิบายให้เพื่อน ๆ ฟัง ได้อัดวีดีโออธิบายหน้าที่ของออร์แกเนลล์ นอกจากนี้ การใช้ AR ช่วยให้ศึกษางานของเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ได้ด้วย"* (S21G5, แบบบันทึกหลังเรียน) *"ผมชอบที่ได้ออกแบบชิ้นงานด้วยตนเอง ผมต้องศึกษาข้อมูลจากหลาย ๆ เว็บเพื่อหาข้อมูลมาสร้างมาร์คเกอร์ มันสนุกมากและไม่น่าเบื่อเลย"* (S25G2, แบบบันทึกหลังเรียน) *"ผมตื่นเต้นที่ได้รู้จักออรัสมา มันเป็นวิธีการนำเสนองานที่น่าสนใจ ดูทันสมัยและแปลกใหม่มาก ๆ ครับ"* (S22G3, แบบบันทึกหลังเรียน)

นักเรียนมีความตระหนักในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการเรียนรู้ เนื่องจากการสร้างชิ้นงานด้วยโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะร่วมกับการนำเสนอผลงานผ่านแอพลิเคชันออรัสมา เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่ใหม่สำหรับนักเรียน จากข้อมูลในแบบบันทึกหลังสอนที่ระบุว่า มีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่เคยคิดว่าจะโอกาสใช้โทรศัพท์ มือถืออัจฉริยะสร้างชิ้นงานในวิชาชีววิทยาและไม่รู้จักออรัสมา หรือดาวน์โหลดแอพลิเคชันชนิดนี้ลงในโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะของตนเอง ดังระบุไว้ในตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ *"ดิฉันเคยแต่บันทึกวีดิทัศน์แล้วอัพโหลดขึ้นเว็บยูทูปส่งอาจารย์ แต่การนำเสนอวีดิทัศน์ผ่าน แอพลิเคชันออรัสมาเป็นครั้งแรกและรู้สึกว่าเป็นเรื่องที่แปลกใหม่และไม่เคยคาดคิดมาก่อนว่าจะมีวิธีการแบบนี้"* (S07G2, แบบบันทึกหลังเรียน) *"ส่วนใหญ่ผมใช้โทรศัพท์อัจฉริยะดาวน์โหลดเกม ไม่คิดว่าอาจารย์จะนำมาใช้ให้ทำชิ้นงานส่ง"* (S05G3, แบบบันทึกหลังเรียน) *"แอพลิเคชันออรัสมาสามารถนำไปใช้เพื่อทบทวนความรู้จากการส่องชิ้นงานของเพื่อน ๆ โดยไม่ต้องอ่าน*หนังสือเอง" (S11G5, แบบบันทึกหลังเรียน)

การทำกิจกรรมช่วยทำให้ได้ความรู้มากกว่าการเรียนแบบปกติ นักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อการทำกิจกรรมเพราะพวกเขาได้ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง ทั้งเนื้อหาและรูปโครงสร้างของออร์แกเนลล์ชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาเขียนบทก่อนนำไปบันทึกเป็นวีดิทัศน์ การนำเสนอข้อมูลกับเพื่อนในกลุ่มและอาจารย์ รวมถึงการบันทึกวีดิทัศน์หลาย ๆ ครั้ง เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้นำเสนอจริง กิจกรรมเหล่านี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดได้มากขึ้น ดังระบุไว้ในตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ *"การสืบค้นเนื้อหาและการตัดต่อวีดิทัศน์แก้ไขหลาย ๆ รอบทำให้การทบทวนความรู้ก่อนสอบเป็นเรื่องง่ายรู้เลยว่ามีความแม่นยำในบทเรียนมากขึ้น"* (S05G5, แบบบันทึกหลังเรียน) *"การทำกิจกรรมเป็นการหาความรู้ด้วยตนเอง ต้องหาข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งเพื่อความถูกต้องในการวาดรูปเซลล์ การ*

พากย์เสียงเพื่ออธิบายการทำงานของออร์แกเนลล์ ทำให้ได้รับความรู้หลากหลายรูปแบบไปด้วย" (S16G4, แบบบันทึกหลังเรียน) *"ผมเรียนรู้การใช้แอพลิเคชั้นออรัสมาจากเพื่อน และทำความเข้าใจเรื่องเอนโดพลาสมิกเรติคิวลัมจากการที่เพื่อนอธิบายให้ฟัง ผมชอบวิธีการเรียนด้วยวิธีนี้ครับ"* (S18G1, แบบบันทึกหลังเรียน)

นักเรียนได้ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบและการทำงานเป็นทีม จากการสังเกตชั้นเรียน และการเขียนสะท้อนความรู้สึกของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันว่า การทำการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ช่วยให้พวกเขาได้ฝึกทักษะการทำงาน เรียนรู้การแบ่งหน้าที่ในการรับผิดชอบงาน เรียนรู้การทำงานร่วมกับเพื่อนที่มีทักษะและความถนัดที่ต่างกัน เรียนรู้ที่จะให้อภัยความผิดพลาดของเพื่อน รวมถึงการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ดังระบุไว้ในตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ *"ฉันเข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลมากขึ้น และฉันก็เรียนรู้ที่จะพูดโน้นน้าวให้เพื่อน ๆ ช่วยกันทำงานจนสำเร็จ"* (S26G2, แบบบันทึกหลังเรียน

จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนมากมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ด้วยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง โครงสร้างเซลล์ สอดคล้องกับ Techakosit (2015) ที่กล่าวว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้สร้างผลงานในการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงาน และทำให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee (2012) ที่พบว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะจะช่วยส่งเสริมให้เกิดความพึงพอใจ และสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีในห้องเรียน นอกจากนี้ Promso et al. (2015) พบว่าการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะทำให้นักเรียนมีทัศนคติดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาเคมี และ Xerou et al. (2016) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกิดทัศนคติที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้การทำงานของนักเรียนเป็นไปอย่างสร้างสรรค์ และมีการแบ่งปันความรู้เรื่องเทคโนโลยีใหม่ ๆ

นอกจากนี้ยังพบประเด็นสำคัญที่นักเรียนได้แสดงถึงทัศนคติด้านลบที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรายละเอียดดังนี้

นักเรียนบางส่วนมีความคุ้นเคยกับการเรียนแบบปกติ โดยแสดงความคิดเห็นว่า การอ่านหนังสือและฟังอาจารย์อธิบายทำให้เรียนเข้าใจมากกว่า จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน พบว่า มีนักเรียนจำนวนหนึ่งที่เข้าพูดกับครูผู้สอนตรง ๆ ว่า อยากให้อาจารย์อธิบาย หรือบอกจด หรือให้ขีดเส้นเน้นใจความสำคัญในแบบเรียนไม่ต้องทำกิจกรรม เพราะทำให้พวกตนเข้าใจบทเรียนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับการเขียนสะท้อนความรู้สึกหลังเรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้ "*ผมอยากให้อาจารย์สอนตามหนังสือไม่ต้องทำกิจกรรมเพราะอย่างไรก็ต้องกลับไปอ่านทบทวนอยู่ดี*" (S04G3, แบบบันทึกหลังเรียน) "*ไม่มีการเรียนการสอนเรื่องนี้ ทำให้ไม่เข้าใจเนื้อหา อยากให้อาจารย์ช่วยสรุปเนื้อหาให้ด้วยคะ*" (S28G2, แบบบันทึกหลังเรียน) อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนบางคนยินดีจะทำกิจกรรมและยอมรับว่าชอบทำกิจกรรมกับเพื่อน ๆ แต่ก็มีความรู้สึกว่าอยากให้อาจารย์สอนเนื้อหาเรื่องเซลล์ให้เข้าใจก่อนจึงค่อยให้สร้างชิ้นงาน นอกจากนี้นักเรียนบางคนก็มอง

ว่าการทำกิจกรรมเช่นนี้เป็นชิ้นงานที่ทำเกิดภาระงานที่เพิ่มมากขึ้น และมีการสะท้อนความรู้สึกที่ว่า การแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจนทำให้นักเรียนได้รับความรู้ไม่ครบถ้วน ดังตัวอย่างการเขียนสะท้อนความรู้สึกหลังเรียนต่อไปนี้ "*ใครได้ทำในส่วนที่เป็นเนื้อหาและพากย์เสียงบันทึกวีดิทัศน์คนนั้นก็ได้ความรู้มากกว่า*" (S01G5, แบบบันทึกหลังเรียน) "*มือถือของฉันตกรุ่น เพื่อนเลยให้ฉันเขียนบทและพากย์เสีย แต่มันกลายเป็นเรื่องดีเพราะฉันรู้สึกว่าได้ความรู้เรื่องเซลล์มากกว่าคนอื่น ๆ ในกลุ่ม*" (S16G3, แบบบันทึกหลังเรียน)

จากผลการวิจัยที่พบทัศนคติด้านลบต่อการจัดการเรียนรู้เป็นเรื่องปกติที่มักจะพบได้เสมอกับนักเรียนที่ยังมีความคุ้นเคยกับการเรียนด้วยวิธีแบบบรรยาย โดยที่นักเรียนมักจะชอบการเรียนรู้จากการถ่ายทอดโดยตรงจากครูผู้สอน และมีความรู้สึกว่าการสร้างชิ้นงานเป็นภาระที่มากขึ้นของพวกตน (Bimbola and Daniel, 2010) และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมห้องเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนบางคนที่แสดงออกถึงด้านลบต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า เป็นเพราะปัจจัยบางประการภายในกลุ่ม เช่น การแบ่งงานเป็นหน้าที่ ไม่ได้แบ่งกันตามชนิดของออร์แกเนลล์ และการไม่ได้นำเสนอผลงานภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้อย่างครบถ้วน ทั้งนี้นักเรียนที่เรียนรู้ตามกระบวนการ จะไม่ประสบปัญหาเช่นนี้ นอกจากนี้การใช้โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะอาจมีข้อจำกัดจริงอย่างที่นักเรียนกล่าวถึง แต่อย่างไรก็ตามใน 1 กลุ่ม จะถูกกำหนดไว้แล้วตั้งแต่ต้นว่าต้องมีนักเรียนที่มีโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะแบบพร้อมใช้งาน 1 ถึง 2 เครื่อง

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างเซลล์ เมื่อเรียนรู้ด้วยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยพบว่าจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (SC) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกแนวคิด และในทางกลับกัน นักเรียนที่ไม่มีแนวคิด (NR) ในช่วงหลังเรียนก็ลดลงเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับช่วงก่อนเรียน ทั้งนี้แนวคิดที่ได้รับการพัฒนาอย่างเห็นได้ชัด หมายถึงมีจำนวนนักเรียนที่เข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์สูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ แนวคิดเรื่อง ไรโบโซม จำนวน 89 คน (ร้อยละ 68.99 นิวเคลียส จำนวน 86 คน (ร้อยละ 66.67) และผนังเซลล์ จำนวน 76 คน (ร้อยละ 58.91)

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยการสร้างสรรค์ความรู้จากการสร้างวีดิทัศน์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงมีทัศนคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในด้านบวกและด้านลบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จะมีทัศนคติที่เป็นบวกต่อการจัดกิจกรรม ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้สรุปประเด็นสำคัญ 4 ประเด็นดังนี้ 1) การเรียนในห้องเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น (จำนวน 117 คน, ร้อยละ 90.69) 2)นักเรียนเกิดความตระหนักในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการเรียนรู้ (จำนวน 115 คน, ร้อยละ 89.14) 3) การทำกิจกรรมช่วยทำให้ได้ความรู้มากกว่าการเรียนแบบปกติ (จำนวน 107 คน, ร้อยละ 82.94) และ 4) ได้ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบและการทำงานเป็นทีม (จำนวน 96 คน, ร้อยละ 74.41) แต่การเรียนด้วยวิธีการนี้ก็ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่เป็นด้านลบเกิดขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้สรุปประเด็นสำคัญ 4 ประเด็นดังนี้ 1) การอ่านหนังสือและฟัง

อาจารย์อธิบายทำให้เรียนเข้าใจมากกว่า (จำนวน 45 คน, ร้อยละ 34.88) 2) อาจารย์ควรสอนเนื้อหาให้เข้าใจก่อนเริ่มสร้างชิ้นงาน (จำนวน 31 คน, ร้อยละ 24.03) 3) ชิ้นงานที่ทำเป็นภาระงานที่เพิ่มความยุ่งยากให้นักเรียน (จำนวน 16 คน, ร้อยละ 12.40) และ 4) การแบ่งงานกันทำในกลุ่มทำให้ได้ความรู้ไม่ครบถ้วน (จำนวน 9 คน, เป็นร้อยละ 6.97)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

เสนอให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ตระหนักและให้ความสำคัญกับการนำทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานที่ผนวกเอาเทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นเครื่องมือให้นักเรียนได้สร้างความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานจากเทคโนโลยีที่ทันสมัย นอกจากนี้ขอเสนอให้ผู้บริหารโรงเรียนและครูผู้สอนในวิชาอื่น ๆ เห็นถึงคุณูปการของโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน และก่อให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการวิชานั้น ๆ

2. ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

ให้มีการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการส่งเสริม การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งใช้ในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาในวิชาชีววิทยาที่มีความเป็นนามธรรมสูง เช่น การหายใจระดับเซลล์ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์โปรตีน รวมทั้งวิธีการประเมินทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียนที่จะเกิดขึ้นหลังจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ผ่านการสร้างชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

Anugoonsawat, W., Ketsing, J., and Anuntasethkul, T. (2012). **Grade 11 Students' Conceptions of Cell and Cell Structure.** Proceedings of 50th Kasetsart University Annual Conference: Education, Economics and Business Administration, Humanities and Social Sciences. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Bimbola, O., and Daniel, O. (2010). Effect of constructivist-based teaching strategy on academic performance of students in integrated science at the junior Secondary school level. **Educational Research and Reviews** 5 (7): 347–353.

Chocchai, L. (2014). **The Development of 7th Grade Students' Conception about Cells by Model-Based Learning Activities.** Master's Thesis. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Chueamek, K., Phibanchon, S., and Srisanyong, S. (2016). The achievement of teaching in biology and student's attitude in the constructionism approach for 10th grade students. **Journal of Education Naresuan University** 18(4): 171–182 (in Thai)

Doomhom, J. (2010). **The Effect of Inquiry-Based Learning on Development of Concepts and Attitudes towards Learning on Cells and Cell Division of Grade**

10th Students. Master's Thesis. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Greene, H., and Crespi, C. (2012). The value of student created videos tn the college classroom – An exploratory study in marketing and accounting. **International Journal of Arts & Sciences** 5(1): 273–283.

Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conception of conservation of matter and related concepts. **Journal of Research in Science Teaching** 34(4): 181–197.

Khammani, T. (2011). **Science Teaching**. 12th ed. Bangkok: Dantsuta Printing. (in Thai)

Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. **TechTrends** 56(2): 13–21.

Ministry of Education (2008). **Core Curriculum for Basic Education Act 2551.** [Online]. Retrieved from http://lowersecondarymath.ipst.ac.th/wp-content/uploads/2015/PDF/Curriculum%202551.pdf, June 3, 2016. (in Thai)

Nuchropom, N. (2011). The development of creative learning skills through computer medias by using constructionism of Phathomsuksa 6 students, Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development. **Kasetsart Educational Review** 27(1): 13–25 (in Thai)

Office of the National Education Commission [ONEC]. (2002). **The National Education Act B.E.2542 and Amendments (the Second National Education Act B.E. 2545 (2002)**. Bangkok: International Relations and Cooperation Center for Educational Reform. (in Thai)

Promso, C., Saejueng, P., and Wuttisela, K. (2015). Study on normalized learning gains and concepts of molecular shape and polar covalent bond learning through augmented reality technology. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 6(1): 57–69. (in Thai)

Sripha, P. (2013). **Production of the New Teaching Materials by AURASMA**. [Online]. Retrieved from http://www.slideshare.net/cas, June 3, 2016. (in Thai)

Techakosit, S. (2015). Augmented reality technology in physics education. **Knowledge sharing with Science Teachers**. Bangkok: Siam Print. (in Thai)

Techakosit, S. and Piriyasurawong, P. (2015). Constructionist learning and teaching using augmented reality technology for science subject. **Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok** 6(1): 225–230 (in Thai)

Thunhikorn, B. (2010). **The Application of Information Technology in Learning.** 2nd ed. Bangkok: Agriculture Cooperatives of Thailand. (in Thai)

Toraman, C., and Demir, E. (2016). The effect of constructivism on attitudes towards lessons: A meta–analysis study. **Eurasian Journal of Educational Research** 62: 115–142.

Tunsiri, P. (2010). Augmented Reality. **BU Executive Journal** 30(2): 169–175. (in Thai)

Tyler, R. (2002). Learning for understanding in science: Constructivism/conceptual change model in science teacher education. **Sci-ence Education** 80: 317–341.

Xerou, E., Papadima-Sophocleous, S., and Parmaxi, A. (2016). A social constructionist approach to teaching and learning vocabulary for Italian for academic purposes. **EUROCALL 2016**: 485-489 [Online]. Retrieved from https://doi. org/10.14705/rpnet. 2016.eurocall2016.611, October 16, 2017.