



บทความวิชาการ

การจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นักพร สีเขียว^{1*} และน้ำเพชร นาสารี¹

¹ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

*Email: s.terdsak@hotmail.com

รับบทความ: 26 มกราคม 2565 แก้ไขบทความ: 24 พฤษภาคม 2565 ยอมรับตีพิมพ์: 3 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรก (Infusion) โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถสอดแทรกเนื้อหาอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน สามารถนำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนมีโอกาสได้สังเกต ทดลอง และสรุปผลเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และปรับประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง ดังนั้นในบทความนี้จึงได้นำเสนอตัวอย่างแนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ตามแนวทางของ Llewelly (2005) ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายผลความรู้ และ 5) ขั้นการประเมินผล ผ่านกิจกรรม “ไขเยี่ยวม้าทองคำ” โดยใช้คำถามต่อไปนี้ (1) ไขเยี่ยวม้าที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาดมีสีน้ำตาลและมีความเค็มแตกต่างกันออกไปหรือไม่ (2) ความเค็มนั้นถูกลำเลียงเข้าไปในไข่ได้อย่างไร (3) มีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ไข่เค็มไม่เท่ากัน (4) ถ้าต้องการให้ไขเยี่ยวม้ามีสีเหลืองทองสามารถทำได้อย่างไร ใช้หลักการใดบ้าง และ (5) จงอธิบายเทคนิคหรือวิธีการที่คุณใช้ จากรูปแบบของกิจกรรมเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสังเกต สืบค้น รวบรวมข้อมูล ทำงานร่วมกันเป็นทีม ปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและเชื่อมโยงสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้แล้วนำเสนอผลจากการเรียนรู้อย่างมีเหตุผลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และจากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจกระบวนการแพร่ของสารมากขึ้นจากการได้ลงมือปฏิบัติและค้นพบคำตอบด้วยตนเอง นอกจากนี้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ยังทำให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การทำงานร่วมกันเป็นทีม ซึ่งจะ เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอนในการนำแนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อพัฒนานักเรียนต่อไป

คำสำคัญ: การบูรณาการสอดแทรก การสืบเสาะหาความรู้ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ กระบวนการแพร่ ไขเยี่ยวม้าทองคำ

Infused integrated learning management by using an inquiry method entitled “cell transportation” for grade-7 students

Naphat Seekeaw^{1*} and Namphet Nasaree¹

¹*Master of Education in Science and Technology Learning Management, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University*

**Email: s.terdsak@hotmail.com*

Received <26 January 2022>; Revised <24 May 2022>; Accepted <3 June 2022>

Abstract

Infused integrated learning management by using inquiry method is a learning technique that entails interlacing related concepts by employing a learning approach to seek knowledge. It can be used effectively in a science subject. Students can observe, experiment, and form conclusions about scientific ideas, which they can then apply in real life. This article shows an example of infused integrated learning management by using an inquiry method entitled “cell transportation” for grade 7 students. The process of scientific inquiry in this classroom according to Llewelly (2005) consists of 1) engagement, 2) exploration, 3) explanation, 4) elaboration, and 5) evaluation through the “golden century eggs” activity. The questions are as follows: 1) Are the darkness and saltiness of each century eggs sold in markets different? (2) How does the saltiness get into the eggs? (3) Which factors influence the saltiness of the eggs? (4) How do you make the century eggs golden yellow? and (5) Explain what techniques you use. In this exercise, students will be able to participate in observation, research, information gathering, teamwork, and experimentation, allowing them to explain and link what they have learned and present the discoveries of their learning rationally based on empirical data. This learning activity will also help students gain a better understanding of the diffusion process by allowing them to complete the work and discover the answer on their own. In addition, the process of pursuing knowledge equips students with the abilities they will require in the 21st century. Some examples of the skills are communication skills, information and media literacy, and teamwork. This will be useful for teachers to implement an infused integrated learning management by using an inquiry method entitled “cell transportation” for grade 7 students that can be applied in teaching management in the classroom or can be applied under the Covid-19 situation to further develop students.

Keywords: Infused integration, inquiry method, cell transportation, diffusion, golden century eggs

บทนำ

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วจึงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิถีชีวิตของมนุษย์ การรับข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ที่แพร่กระจายไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีอิทธิพลต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม การเมืองการปกครอง และการศึกษา นักเรียนซึ่งเป็นเยาวชนที่อยู่ท่ามกลางสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้ จะต้องมีความรู้เท่าทันกระแสของการเปลี่ยนแปลง และครูในบทบาทที่ทำหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอน ต้องพัฒนานักเรียนให้มีทักษะที่เหมาะสมกับยุคสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Office of the Education Council, 2017; Noppakornsettakul, 2018) ดังที่ Panich (2012) กล่าวว่าครูต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการสอนแบบเดิม ๆ ที่คอยป้อนความรู้ให้กับนักเรียนเพียงอย่างเดียว ไปเป็นครูที่เป็นผู้ฝึก (Coach) หรือผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้ (Learning facilitator) ครูต้องเปลี่ยนเป้าหมายการเรียนรู้ของนักเรียนจากเน้นเรียนวิชาเพื่อได้ความรู้ไปสู่การพัฒนาทักษะที่สำคัญต่อชีวิตในยุคใหม่หรือยุคศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องให้นักเรียนได้เรียนและฝึกทักษะที่หลากหลายผ่านการเรียนการสอนโดยการลงมือทำ (Learning by doing) หรือเรียนแบบ Active Learning โดยครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและซึมซับทักษะต่าง ๆ ผ่านกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้น วิธีการนี้เป็นวิธีการที่จะช่วยปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และก่อให้เกิดทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต กระบวนการนี้สามารถจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วย ทำให้สามารถเข้าถึงความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและประสบการณ์ต่าง ๆ ของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการที่สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ได้ให้ความสำคัญกับนักเรียนและการจัดการเรียนรู้โดยเน้นการสอนแบบบูรณาการ ซึ่งการสอนแบบบูรณาการนั้นต้องเน้นให้ความสำคัญทั้งด้านความรู้ คุณภาพ และการบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละรายวิชา ดังนั้นสถานศึกษา ครู และบุคลากรทางการศึกษาจึงควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ดังจะเห็นได้จากข้อบัญญัติตามมาตรา 23 การจัดการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และ การศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการ ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา (Tachoochat and Biasiri, 2020)

การจัดการเรียนรู้ควรมีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีและกระบวนการที่หลากหลาย ซึ่งครูผู้สอนต้องคำนึงถึงระดับความรู้ความสามารถ สติปัญญา ความสนใจ วิธีการเรียนรู้ รวมถึงพัฒนาการทางด้านร่างกายของนักเรียน และอื่น ๆ ที่จำเป็น ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ควรใช้รูปแบบและวิธีการที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องผสมผสานกันเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ต่าง ๆ หลายแขนง ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ในรายวิชาเดียวกัน หรือต่างรายวิชากัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างเป็นระบบและเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถนำความรู้ ทักษะ และ เจตคติไปสร้างงาน แก้ปัญหาและใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง (Umudee, 2016) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการช่วยให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียนไปและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงควรเน้นการบูรณาการและหากจะให้ผลดียิ่งขึ้นควรจัดทำหลักสูตรบูรณาการหรือหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วย (Dechakhap, 2014) การจัดการเรียนรู้บูรณาการมีหลากหลายรูปแบบ รูปแบบที่ครูผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์และปรับใช้ในชั้นเรียนได้ง่ายคือ การจัดการเรียนการสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Instruction) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนจะวางแผนและกำหนดหัวข้อเรื่องโดยสอดแทรกเนื้อหาสาระอื่น ๆ ให้เข้ากับหัวข้อเรื่องหรือสาระที่กำหนดขึ้นมา ทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหาความรู้เพิ่มเติมจากเนื้อหาสาระที่กำหนด (Suthasinobon, 2002 : Udom, 2005) การสอนบูรณาการแบบสอดแทรกสามารถทำได้โดย 1. เลือกหัวข้อเรื่องโดยเน้นให้สอดคล้องกับชีวิตจริง 2. พัฒนาหัวข้อเรื่องให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และความรู้ที่ต้องการจะให้เกิดกับนักเรียนสอดคล้องกับเวลาในการสอน 3. ระบุทรัพยากรที่ต้องการโดยคำนึงถึงสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่น หาง่ายและประหยัด 4. พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและดำเนินกิจกรรมตามที่วางไว้ 5. ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน (Chinnawong อ้างอิงใน Suthasinobon, 2002)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีกิจกรรมที่กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิด จนสามารถค้นคว้าหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และอำนวยความสะดวกให้นักเรียน (Taweboot, 2017) ซึ่งมี 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย ความสนใจของนักเรียน หรือครูผู้สอนเป็นตัวกระตุ้นหรือเสนอประเด็นที่จะศึกษาขึ้นมาก่อน 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องมีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ

ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อสรุปความรู้ร่วมกัน 4) ขั้นการขยายผลความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่อให้ นักเรียนสามารถคิดพิจารณา ใคร่ครวญอย่างมีเหตุผล เพื่อตัดสินใจและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน 5) ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมและแบบทดสอบ เพื่อประเมินผลว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด (BSCS, 2006) จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แสดงให้เห็นว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะ กระบวนการต่าง ๆ Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, (2017) Wongsriphuk (2020) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือพบว่ากิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน รับผิดชอบต่องาน และสามารถพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มได้ Polnak, et al. (2020) พบว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ Tingsa et al. (2018) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีมาก Sopa (2018) พบว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและเกม สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ Taweboot (2017) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น Noiwong (2021) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดสำหรับนักเรียน หลักสูตรวิทยาศาตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ มีจิตวิทยาศาสตร์ ทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ เป็นกระบวนการที่สำคัญและสามารถพบได้ในชีวิตประจำวันโดยทั่วไป สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้บรรจุเนื้อหาเรื่องการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตัวชี้วัด ม.1/5 อธิบายกระบวนการแพร่และการออสโมซิสจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และยกตัวอย่างการแพร่และออสโมซิสในชีวิตประจำวัน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) ในตัวชี้วัดนี้เนื้อหาที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การแช่ผักในน้ำ การทำไข่เค็ม การทำไข่เยี่ยวม้า เป็นต้น ไข่เยี่ยวม้าเป็นผลิตภัณฑ์จากการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง โดยชาวจีนโบราณนำไปแช่ต้มมาเก็บรักษาโดยวิธีการดองเค็มในสภาวะที่เป็นด่าง (Vanmontree, 2016) วัตถุประสงค์ที่ทำให้เกิดสภาวะด่าง เช่น ชี๊เถ็ก ปูนขาว โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต มาเตรียมให้เป็นสารละลายต่างผสมกับน้ำชาและเกลือ แล้วนำไปต้มหรือพอกไว้ ประมาณ 30-60 วัน สารที่เป็นด่างหรือน้ำด่างจะค่อย ๆ ซึมผ่านรูพรุนเล็ก ๆ ของเปลือกไข่เข้าไปข้างใน ทำให้ไข่ขาวและไข่แดงเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยโปรตีนในไข่ขาวและไข่แดงจะเกิดการเปลี่ยนสภาพ กลายเป็นของแข็งคล้าย ๆ วุ้น และการเติมน้ำชาจะทำให้ไข่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Sujarit et al., 2014) ซึ่งสามารถบูรณาการสอดแทรกสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ สาระที่ 2 การอาชีพ มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจ มีทักษะที่จำเป็น มีประสบการณ์ เห็นแนวทางในงานอาชีพ ใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาอาชีพ มีคุณธรรม และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ ตัวชี้วัด ม.1/2 มีเจตคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพและตัวชี้วัด ม.1/3 เห็นความสำคัญของการสร้างอาชีพได้ (Office of the Basic Education Commission, 2008)

จากความสำคัญข้างต้น ผู้เขียนจึงมุ่งนำเสนอแนวการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบด้วยการปฏิบัติด้วยตนเอง ด้วยประเด็นคำถามที่ว่า “ไข่เยี่ยวม้าที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาดมีสีน้ำตาลและมีความเค็มแตกต่างกันออกไปหรือไม่ และความเค็มนั้นถูกลำเลียงเข้าไปในไข่ได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้ไข่เค็มไม่เท่ากัน แล้วถ้านักเรียนจะทำให้ไข่เยี่ยวม้ามีสีเหลืองทองนักเรียนจะได้อย่างไร”

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่กิจกรรมการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประโยชน์ที่ได้รับ

ครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนา นักเรียนทั้งในห้องเรียนหรือภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และนำไปต่อยอดในการวิจัยในชั้นเรียนต่อไปได้

แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

แนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาจัดกิจกรรม 3 ชั่วโมง โดยวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ดังแสดงในภาพที่ 1 และสามารถศึกษาใบกิจกรรมได้ โดยสแกน QR Code ในภาพที่ 1 มุมล่างขวา



ภาพที่ 1 วัสดุและอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรก โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์

ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน ตามแนวทางของ Llewelly (2005) ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นที่ครูต้องสร้างความสนใจ หรืออยากรู้ อยากเห็นให้กับนักเรียนด้วยการให้นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง การแพร่ของต่างทับทิม แล้วกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - จากวิดีโอที่นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง
 - หลังจากที่ใส่ต่างทับทิมลงไปทำไมเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง
 - ต่างทับทิมมีการเคลื่อนที่จากบริเวณใดไปยังบริเวณใด

จากนั้นครูเปิดรูปภาพไข่เยี่ยวม้าให้นักเรียนสังเกตเห็นแล้วครูกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามและกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ร่วมกันดังนี้



ภาพที่ 2 ไข่เยี่ยวม้า

- สิ่ง que เห็นในภาพที่ 2 เรียกว่าอะไร (ไข่เยี่ยวม้า)
- นักเรียนเคยรับประทานไข่เยี่ยวม้าหรือไม่ (เคย/ไม่เคย)
- ไข่เยี่ยวม้ามีรสชาติอย่างไร (รสเค็ม)
- นักเรียนคิดว่ารสเค็มในไข่เยี่ยวม้าเกิดขึ้นได้อย่างไร (นักเรียนตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)
- ไข่เยี่ยวม้าที่นักเรียนเห็นมีสีอะไรบ้าง (นักเรียนตอบตามสีที่นักเรียนสังเกตเห็น)
- นักเรียนอยากให้ไข่เยี่ยวม้ามีสีอะไรบ้าง (นักเรียนตอบสีต่าง ๆ)
- ถ้าต้องการให้ไข่เยี่ยวม้ามีสีเหลืองทองสามารถทำได้อย่างไร จะใช้หลักการใดในการอธิบายการทำให้ไข่เยี่ยวม้ามีสีเหลืองทอง (นักเรียนเสนอแนวทางต่าง ๆ)

จากนั้นครูเชื่อมโยงความสงสัยว่าความเค็มและสีของไข่เยี่ยวม้าที่เกิดขึ้น รวมทั้งวิธีการการทำไข่เยี่ยวม้าว่าทำอย่างไร และทำอะไรให้เป็นสีเหลืองทอง ผู้การทำกิจกรรมไข่เยี่ยวม้าทองคำ

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เป็นขั้นที่ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจและค้นหาคำตอบร่วมกันเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น สืบค้น สังเกต ทดลอง หรือสร้างแบบจำลอง เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาอธิบายปรากฏการณ์ที่สนใจ โดยครูคอยสังเกต ให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่นักเรียน ซึ่งในกิจกรรมนี้ครูเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้เรียบร้อยแล้ว โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับการลำเลียงของสารเข้าและออกจากเซลล์ แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้พร้อมกับแหล่งข้อมูลที่สืบค้นแล้วบันทึกลงในใบบันทึกผลการสืบค้น หลังจากนั้นร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- กระบวนการแพร่หมายถึงอะไร (การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อย)
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างการแพร่ของสาร (นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน โดยแนวคำตอบ มีดังนี้ การแพร่ของสี การแพร่ของเกลือในการทำไข่เค็ม การเติมน้ำตาลลงในกาแฟ การฟุ้งกระจายของกลิ่น น้ำหอม การฉีดพ่นยากันยุง การเชื่อมผลไม้ หรือแม้แต่การจุ่มบูชาพระ เป็นต้น)

จากนั้นครูเชื่อมโยงสอดแทรกการทำไข่เยี่ยวม้ากับเรื่องกระบวนการแพร่ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลการทำไข่เยี่ยวม้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลการทำไข่เยี่ยวม้า โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ หลังจากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมที่ครูแจกให้ หลังจากนั้นร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่ากิจกรรมไข่เยี่ยวม้าทองคำทำเพื่ออะไร มีจุดประสงค์อะไร (1. เพื่อสังเกต และอธิบายการแพร่ของเกลือและสีของดอกคำฝอยในไข่เยี่ยวม้าได้ 2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของไข่เยี่ยวม้าที่มีการเติมเกลือและดอกคำฝอยได้ 3. เพื่อให้รู้วิธีการและสามารถทำไข่เยี่ยวม้าทองคำได้)
- วัสดุ – อุปกรณ์มีอะไรบ้าง (ไข่เป็ด ดอกคำฝอย เกลือป่น ปูนขาว เบกกิ้งโซดา น้ำเปล่า เครื่องชั่ง ผ้าขาวบาง บีกเกอร์ เครื่องให้ความร้อน (Hot plate) ขามผสม ช้อน ขวดโหลแก้ว)
- นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของกิจกรรมนี้ว่าอย่างไร (1. ถ้าความเข้มข้นของเกลือมีผลต่อการแพร่ดังนั้นไข่เยี่ยวม้าที่แช่ในสารละลายที่มีความเค็มมากกว่าจะทำให้ไข่เยี่ยวม้ามีรสชาติเค็มมากกว่า 2. ถ้าความเข้มข้นของสีของดอกคำฝอยมีผลต่อการแพร่ดังนั้นไข่เยี่ยวม้าที่แช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของสีของดอกคำฝอยมากจะทำให้ไข่เยี่ยวม้ามีสีเหลือง)
- ตัวแปรต้นของกิจกรรมการทดลองนี้คืออะไร (ความเข้มข้นของเกลือ และ ความเข้มข้นสีของดอกคำฝอย)
- ตัวแปรตามของกิจกรรมการทดลองนี้คืออะไร (การแพร่ของเกลือและสีของดอกคำฝอย)
- ตัวแปรที่ต้องควบคุมของกิจกรรมการทดลองนี้คืออะไร (ปริมาณน้ำ เบกกิ้งโซดา ปูนขาว จำนวนไข่เป็ด น้ำหนักของไข่เป็ด ระยะเวลาในการแช่)

- จงอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน (สูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) เตรียมสารละลาย น้ำเกลือโดยละลายเกลือ 100 กรัม ในน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนจนละลาย หลังจากนั้นเติมปูนขาว 150 กรัม และเบกกิ้งโซดา 150 กรัม นำไปต้มไฟอ่อน เป็นเวลา 15 นาที แล้วเทลงในขวดโหลแก้ว พักทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำไขเปิดที่ล้างด้วยน้ำอุ่นและเช็ดให้สะอาดแล้วนำจุ่มลงในขวดโหลแก้ว แล้วปิดฝาให้สนิท เป็นระยะเวลา 25 วัน สูตรที่ 2 (สูตรทดลอง โดยเพิ่มปริมาณเกลือ) ทำคล้าย ๆ กับสูตรที่ 1 แต่ น้ำที่ใช้แช่ไขให้ใส่เกลือ 150 กรัม จากนั้นนำไขเปิดที่ล้างด้วยน้ำอุ่นและเช็ดให้สะอาดแล้วนำจุ่มลงในขวดโหลแก้ว แล้วปิดฝาให้สนิท เป็นระยะเวลา 25 วัน สูตรที่ 3 (สูตรทดลอง โดยเติมสีของดอกคำฝอย) ทำคล้าย ๆ กับสูตรที่ 1 แต่ น้ำที่ใช้แช่ไขให้ใช้น้ำต้มดอกคำฝอยโดยใช้ดอกคำฝอย 50 กรัม จากนั้นนำไขเปิดที่ล้างด้วยน้ำอุ่นและเช็ดให้สะอาดแล้วนำจุ่มลงในขวดโหลแก้ว แล้วปิดฝาให้สนิท เป็นระยะเวลา 25 วัน สูตรที่ 4 (สูตรทดลอง โดยเติมสีของดอกคำฝอย) ทำคล้าย ๆ กับสูตรที่ 1 แต่ใช้ดอกคำฝอย 10 กรัม จากนั้นนำไขเปิดที่ล้างด้วยน้ำอุ่นและเช็ดให้สะอาดแล้วนำจุ่มลงในขวดโหลแก้ว แล้วปิดฝาให้สนิท เป็นระยะเวลา 25 วัน เมื่อครบ 25 วันให้นำไขเย็บมาที่ได้นำมาล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้ง ฝาไขเย็บมาแล้วสังเกตสี และความเค็ม แล้วบันทึกผลการทดลอง)
- ถ้านักเรียนจำเป็นต้องทำการทดลองที่บ้านนักเรียน เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 นักเรียนจะเลือกใช้อุปกรณ์ใดทดแทนได้บ้าง (น้ำเปล่าขวด 1,500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด ทดแทนการใช้บีกเกอร์หรือกระบอกตวง ใช้เตาแก๊สแทนการใช้เครื่องให้ความร้อน (Hot plate) ใช้เกลือป่นถุงเล็กขนาด 70 กรัม โดยในสูตรที่ 1 และ 3 ใช้เกลือป่นถุงเล็กประมาณ 2 ถุง สูตรที่ 2 ใช้เกลือป่นถุงเล็กประมาณ 3 ถุง ใช้ใบชาหรือพืชที่ให้สีเหลืองหรือสีส้มทดแทนการใช้ดอกคำฝอย ในกรณีที่ไม่มีเครื่องชั่ง ปูนขาวและเบกกิ้งโซดา ให้ใช้การตวงเป็นช้อนโต๊ะแทนการชั่ง โดยใส่ในสูตรทั้ง 3 สูตรเท่ากัน ใส่ 15 ช้อนโต๊ะ เป็นต้น)
- นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้รับไว้ในใบกิจกรรม พร้อมบันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลอง

ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมและข้อระวังในการใช้ เครื่องให้ความร้อน (hot plate) และอุปกรณ์ต่าง ๆ จากนั้นให้นักเรียน ดำเนินการทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในใบกิจกรรม โดยในระหว่างการทำกิจกรรมครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของ นักเรียนเพื่อให้คำแนะนำหากเกิดข้อผิดพลาดในขณะทำกิจกรรม รวมทั้งนำข้อมูลที่ควรจะต้องปรับปรุงและแก้ไขมาใช้ ประกอบในการอภิปรายหลังทำกิจกรรม

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ด้วยคำพูดของตนเองจากหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยเหตุผล สามารถเปรียบเทียบ วิเคราะห์ แปรผล และลงข้อสรุปได้ ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้ค้นพบว่า การแพร่ของสาร คือ การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความ เข้มข้นของสารมากไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อย ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายและ ยกตัวอย่างกระบวนการแพร่ที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งนักเรียนได้ทำกิจกรรมไขเย็บมาทองคำ โดยในการ ทดลองมีการเปรียบเทียบความเข้มข้นของเกลือ และสีของดอกคำฝอยที่ใช้ หลังจากที่ทำการทดลองนักเรียน ได้ค้นพบและสามารถอธิบายได้ว่า (1) ความเข้มข้นของเกลือที่ต่างกันทำให้ไขเย็บมามีระดับความเค็มต่างกัน ความ เข้มข้นของเกลือภายนอกไขมีมากกว่าภายในไขจึงทำให้เกิดการแพร่ของเกลือจากภายนอกไขเข้าไปภายในไข และ (2) ความเข้มข้นของสีของดอกคำฝอยที่ต่างกันทำให้ไขเย็บมามีสีต่างกัน ความเข้มข้นของสีของดอกคำฝอยจากภายนอก ไขมีมากกว่าภายในไขจึงทำให้เกิดการแพร่ของสีดอกคำฝอยจากภายนอกไขเข้าไปภายในไข
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้ เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จากกิจกรรมนี้ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่สรุปได้จากกิจกรรมไปเชื่อมโยงกับ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือได้ นอกจากนี้ครูอาจใช้ คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ เช่น
 - จากกิจกรรมไขเย็บมาทองคำ นักเรียนจะนำไปปรับประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง (นำหลักการ กระบวนการแพร่ของสารไปปรับใช้ในการถนอมอาหารชนิดอื่น เช่น การทำไข่เค็ม การหมัก การดอง อาหาร)
 - ถ้าต้องการให้ไขเย็บมามีสีอื่นสามารถทำได้อย่างไร (สามารถทำได้โดยการใช้พืชที่ให้สีชนิดอื่น เช่น สีเขียว จากใบเตย สีม่วงจากอัญชัน สีแดงจากดอกกระเจี๊ยบ สีส้มจากมะตูม เป็นต้น)

- ไข่เยี่ยวม้าที่ทำเสร็จแล้วสามารถนำไปใช้ต่อยอดอย่างไรได้บ้าง (สามารถนำไปจำหน่าย หรือนำไปใช้ในการประกอบอาหารหลาย ๆ เมนู)
- ถ้าไม่มีปูนขาว นักเรียนสามารถเลือกใช้สิ่งใดมาทดแทนปูนขาวได้บ้าง (ใช้เปลือกหอยต่าง ๆ เช่น เปลือกหอยตลับ (Sujarit et al., 2014) เปลือกหอยแครง เปลือกหอยแมลงภู่ เป็นต้น)

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นขั้นการประเมินความรู้ ทักษะของนักเรียนโดยการสังเกตจากพฤติกรรมการเรียนรู้ การตอบคำถาม การอธิบายที่ให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโน้ตหรือทักษะต่าง ๆ โดยครูสามารถประเมินความรู้ ทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนได้จาก การสังเกต การตอบคำถามในชั้นเรียน การตอบจดบันทึกในใบกิจกรรม การอภิปรายตอบข้อซักถามต่าง ๆ รวมถึงการแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ

แนวทางการวัดและการประเมิน

จากตัวชี้วัด ม.1/5 อธิบายกระบวนการแพร่และการออสโมซิสจากหลักฐานเชิงประจักษ์ และยกตัวอย่างการแพร่และออสโมซิสในชีวิตประจำวัน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017) และวิธีการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ สามารถออกแบบเทคนิคหรือวิธีการวัดและการประเมินนักเรียนให้สอดคล้องกับเทคนิคการประเมินผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Sirum et al., 2020) ได้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวทางการวัดและการประเมิน (Chanamee, 2014)

สิ่งที่ต้องการประเมิน	วิธีการวัด	พฤติกรรมที่สังเกตได้	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้				
- อธิบายความหมายและยกตัวอย่างกระบวนการแพร่ได้	ตรวจใบบันทึกกิจกรรม	- นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของกระบวนการแพร่และยกตัวอย่างได้ถูกต้อง	- ใบบันทึกกิจกรรม	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ				
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สังเกตพฤติกรรมจากการทำกิจกรรม	- นักเรียนสามารถใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกต ระบุความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น สามารถปฏิบัติการทดลองและเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ แปลผลและสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ระดับดีขึ้นไป
- การทำงานร่วมกันเป็นทีม		- นักเรียนร่วมกันวางแผนการทดลองและแบ่งหน้าที่กันทำงาน	- แบบประเมินทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม	
- การสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ		- นักเรียนสืบค้นข้อมูลและเลือกใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และนำเสนอข้อมูลที่สืบค้น	- แบบประเมินทักษะการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ	
ด้านจิตวิทยาศาสตร์				
- ความรอบคอบ	สังเกตพฤติกรรมจากการทำกิจกรรม	- นักเรียนทดลองตามขั้นตอนและจดบันทึกผลที่ได้จากการทดลองอย่างละเอียดรอบคอบ รวบรวมหลักฐานหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอต่อการตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่าง ๆ ไม่ตัดสินใจง่าย โดยไม่พิจารณาข้อมูล	- แบบสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป
- ความอยากรู้อยากเห็น		- นักเรียนมีความกระตือรือร้น สนใจในการทดลองเพื่อหาเหตุผลของปัญหา พร้อมทั้งจะค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ มีการซักถามคำถามต่าง ๆ อยากรู้ข้อมูลและค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม		
- การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น		- นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ๆ ในกลุ่ม รับฟังการวิพากษ์วิจารณ์หรือข้อโต้แย้ง ข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของเพื่อนในกลุ่ม		

สรุป

การจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ เป็นกิจกรรมที่มีการสอดแทรกเนื้อหาการทำไข่เยี่ยวม้าในรายวิชาการงานอาชีพ ในขั้นสำรวจและค้นหา และในขั้นขยายความรู้ กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ค้นหาคำตอบด้วยการปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกิจกรรมไข่เยี่ยวม้าทองคำ การทำกิจกรรมนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสังเกต สืบค้น รวบรวมข้อมูล ทำงานร่วมกันเป็นทีม ปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายและเชื่อมโยงสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้แล้ว นำเสนอผลจากการเรียนรู้อย่างมีเหตุผลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ จากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจ กระบวนการแพร่ของสารมากขึ้นจากการได้ลงมือปฏิบัติและค้นพบคำตอบด้วยตนเอง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ยังทำให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ การทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากนี้การทำไข่เยี่ยวม้ายังทำให้นักเรียนมีทักษะ ประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประกอบอาชีพได้ ซึ่งในบทความนี้ได้ นำเสนอแนวทางการประเมินความรู้ ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ในศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอนในการนำแนวทางการจัดการเรียนรู้บูรณาการสอดแทรกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ นอกจากนี้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนยังสามารถนำไปปรับหรือประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ ได้เช่น การสอดแทรกการทำผลไม้หมักในเรื่องการออสโมซิส การสอดแทรกเนื้อหากรด – เบส กับการเสียดสภาพของโปรตีนในไข่เยี่ยวม้า เป็นต้น หรือสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อพัฒนาผู้เรียนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- BSCS. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. Retrieved 15 February 2022, from https://media.bscs.org/bscsmw/5es/bscs_5e_full_report.pdf.
- Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education. (2008). Manual for Learning standard and indicators of occupations and technology according to the basic education core curriculum, B.E. 2551 (A.D. 2008) (in Thai). Retrieved 13 December 2021, from: <https://drive.google.com/file/d/0B9t56k6dmUe5em9mOEFXaU5vRjg/view?resourcekey=0-8UYYTngHO6XEYwKLSYa5tQ>.
- Chanamee, C. (2014). The multi-level analysis of factors related to scientific mind of senior high school students under the secondary educational service area office, area 36 (in Thai). **Master's Thesis**. Chiangmai: Chiangmai University.
- Chinnawong, W. (2001). Integrated teaching and learning management (in Thai). **Academic Journal**, 4(10), 27-33.
- Dechakrup, P. (2014). **Learning management in 21st century**. Bangkok: Chulalongkorn University Printery.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). Manual for basic science subject (revised edition 2017) according to the basic education core curriculum, B.E. 2551 (A.D.2008) for junior high school student (in Thai). Retrieved 13 December 2021, from **SciMath**: <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8923-2018-10-01-01-59-16>.
- Llewelly, D. (2005). **Teaching high school science trough inquiry**. California: Wadsworth.
- Noiwong, W. (2021). Learning activity in topic of super absorbent polymers for senior high school students of bilingual program (in Thai). **Journal of Science & Science Education**, 4(1), 118-129.
- Noppakornsettakul, S. (2018). 21st Century teaching skills of teachers in secondary school at Rayong Province under the Secondary Educational Service Area Office 18 (in Thai). **Master's thesis**. Chonburi: Burapha University.
- Office of the Education Council. (2017). **National Education Plan 2017–2036** (in Thai). Bangkok: Prickwan Graphic.
- Panich, V. (2012). **Learning development pathway of student in 21st century** (in Thai). Bangkok: Sodsri Saritwong Foundation.

- Polnak, P., Chauvatcharin, N. and Sirisawat, C. (2020). The study of ability in analytical thinking, biology learning achievement and attitudes toward biology of 11th grade students using the inquiry cycle (5E) instructional model with storyline (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 22(4), 160-170.
- Sirum, U., Chaiso, P., Ekwarangkul, P. and Ugsonkid, S. (2020). Strategies of assessment for learning for learners in the 21st century (in Thai). **Sripatum Review of Humanities and Social Sciences**, 20(1), 193-206.
- Sopa, P. (2018). The development of critical thinking through inquiry cycles (5es) and games entitled human and animal body systems, in learning area of science for matthayomsuksa 2 (in Thai). **Master's Thesis**. Sakon Nakorn: Sakon Nakorn Rajabhat University.
- Sujarit, C., Sawain, A., Rittirut, W. and Kapun, K. (2014). The Production of Chinese Preserved Egg using Lime from Enamel Venus Shell (in Thai). **Proceeding of International Conference on Sustainable Community Development**, 396-401.
- Suthasinobon, A. (2002). Integration learning. **Academic Journal**. 5 (12): 20-26.
- Tachoochat, M. and Biasiri, S. (2020). The result of interdisciplinary integrated learning management on nature and environment topic for grade 1 students (in Thai). **Proceeding of NEU National Conference**, 243 – 251.
- Taweboot, C. (2017). Development of critical thinking ability using inquiry method and graphic organizers entitled “photosynthesis” for Mathayomsuksa 5 students. (in Thai). **Master's Thesis**. Sakon Nakorn: Sakon Nakorn Rajabhat University.
- Tingsa, C., Jaigla, A., Tamuang, S. and Supasorn, S. (2018). Twelfth Grade students' achievement and problem-solving ability on properties and reactions of organic compounds from learning by using inquiry incorporated with problem-based learning (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 97-108.
- Udom, P. (2005). Integrated Instruction (in Thai). **Journal of Thaksin**, 8(2), 66-75.
- Umudee, N. (2016). Effect of integration of Islamic and science learning on science achievement, science process skills and instructional satisfaction of grade 9 Students (in Thai). **Master's thesis**. Songkhla: Songkhla University.
- Vanmontree, B. (2016). Evaluation of internal change of century egg under hydrostatic conditions (in Thai). **Master's Thesis**. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology.
- Wongsriphuak, V. (2020). The development of group working skills for grade IV students in the learning unit of “good citizen duty actions” through Inquiry-based learning with cooperative learning (in Thai). **Kasetsart Educational Review**, 35(2), 181-191.