

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานด้วยการจัดการเรียนรู้
ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์รวมกับการใช้บอร์ดเกม
เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
Development of Energy Literacy Using Socio-Scientific Issues
Based-Learning Combined with Boardgames on Energy Resources
for 8th Grade Students

¹ฐิติกาญจน์ อาษายศ และ ²สุรีย์พร สว่างเมฆ

¹Thitikan Arsayot, and ²Sureeporn Sawangmek

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Faculty of Education, Naresuan University, Thailand

E-mail: thitikan.ar@gmail.com¹, sureepornka@nu.ac.th²

Received June 7, 2024; Revised July 19, 2024; Accepted August 30, 2024

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมกับการใช้บอร์ดเกมที่ช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน และ 2) ศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 14 คน โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ชนิด คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน รวมกับบอร์ดเกม 2) แบบบันทึกการสะท้อนผลจัดการเรียนรู้ 3) ใบกิจกรรมระหว่างเรียน และ 4) แบบประเมินความฉลาดรู้ด้านพลังงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ รวมกับการใช้บอร์ดเกมควรเลือกใช้ประเด็นสถานการณ์พลังงานที่ส่งผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม การใช้การ์ดตัวละครช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ในการรวบรวมข้อมูลโดยสืบเสาะความรู้ด้วยกระบวนการกลุ่ม หลังจากเล่นเกม นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงบทบาทที่ได้รับในเกมส่งผลต่อการดำเนิน

เหตุการณ์และผลที่ตามมา การสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ ครูควรสร้างความเข้าใจร่วมกับนักเรียนถึงประเด็นการตัดสินใจและแสดงเหตุผลในการตัดสินใจกับประเด็นทางสังคม 2. ผลการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ด้านความรู้ และด้านทัศนคติสูงขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติการ และความฉลาดรู้ ด้านพลังงาน ด้านพฤติกรรมหลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงานสำหรับนักเรียน

คำสำคัญ: ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน; ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์; บอร์ดเกม; ทฤษฎีการพลังงาน

Abstract

The purposes of this article were to 1) study the guidelines of learning management using the socio-scientific issues (SSI) approach with boardgames to enhance energy literacy about energy resources and 2) study the result of developing energy literacy from learning management using the socio-scientific issues (SSI) approach with boardgames to enhance energy literacy about energy resources for 8th-grade students. The research methodology was classroom action research. The participants were 14 8th-grade students enrolled during the second semester of the academic year 2023 from an expanded school in Uttaradit. The research instruments used in this study were (1) 3 lesson plans using the socio-scientific issue approach with 3 boardgames, (2) the learning management reflections, (3) the activity learning sheets, and (4) the assessment form about energy literacy. The collected data were analyzed using content analysis and percentage.

The results of this research revealed that the guideline of learning management using the socio-scientific issue (SSI) approach with boardgames was as follows: 1) situation issues, The choosing of energy situation issues should be affected by society and the environment; 2) using the character cards could stimulate students' interest in collecting information. by inquiry process through grouping; 3) reasoning about SSI, students had a discussion about their role after playing board games that affected the events and consequences in that simulation scenarios; and 4) synthesizing of concepts and practices, teachers should create the conceptions with students about decision-making issues and provide justifications for decisions on social issues. In addition, the students' energy literacy, knowledge, and attitude had progressed in every operation cycle after learning through the SSI approach with boardgames. The level of energy literacy and behavior was also higher than before learning through the SSI approach with boardgames. In conclusion, the learning management of the socio-scientific issue (SSI) approach

with boardgames has been shown to enhance students' energy literacy. The findings from this research will provide guidelines for learning management of the socio-scientific issue approach with boardgames to enhance energy literacy for secondary school students.

Keywords: Energy Literacy; Socio-scientific Issue; Boardgames; Energy Resources

บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตและการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของมนุษย์ ส่งผลให้ภาคพลังงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานจึงต้องการให้คนไทยตระหนักรู้ในเรื่องของพลังงาน เพื่อให้พลังงานมีเพียงพอต่อความต้องการในอนาคตต่อไป ด้วยสถานการณ์ดังกล่าว ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน (Energy Literacy) ซึ่งเป็นความเข้าใจถึงธรรมชาติ และบทบาทของพลังงานต่อชีวิตประจำวัน ตลอดจนสามารถนำความเข้าใจนั้นไปใช้ตอบคำถามและแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน (Cotton et al., 2015) จึงมีความสำคัญมากต่อการขับเคลื่อนและการใช้พลังงานทางเลือกของประเทศ (DeWaters et al., 2007)

จากการวิเคราะห์รายงานผล PISA 2018 พบว่า ผลคะแนนการประเมินที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทรัพยากรพลังงาน ในการประเมินความฉลาดรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนไทยมีผลคะแนนที่ตอบถูกเพียงร้อยละ 38.20 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561) สอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องทรัพยากรพลังงาน พบว่าคะแนนในส่วนสาระนี้ นักเรียนไทยทำได้ค่าคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 40.90 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทรัพยากรพลังงานของนักเรียนที่ตอบถูกมีเพียงร้อยละ 39.54 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานของระดับโรงเรียน ซึ่งมีนักเรียนตอบถูกเพียงร้อยละ 31.82 (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2566) นอกจากนั้นพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Akitsu and Ishihara (2019) ซึ่งให้เห็นว่าการศึกษาด้านพลังงานที่จำเป็นในประเทศไทยคือการช่วยให้นักเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางแก้ไขด้วยการคิดเชิงวิพากษ์ของตนเองบนพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพลังงานและสิ่งแวดล้อม

การเรียนการสอนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (Socio-scientific Issue) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ ที่นำเอาประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการวิเคราะห์และตัดสินใจโดยการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และหลักคุณธรรมจริยธรรมเป็นฐาน (Lipman, 2003) นอกจากนี้พบว่า การใช้นวัตกรรมบอร์ดเกมมาช่วยในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการตัดสินใจ ตระหนักถึงปัญหาในสังคม การมองเห็นโอกาสและความเป็นไปได้ในสถานการณ์ รวมถึงสร้างคนให้มีจิตสำนึกในการสร้างสรรค์สังคมนอกห้องเรียนที่สนุกและมีประโยชน์ต่อชุมชนอย่างแท้จริง

(วรารณ ลัมเปรมวัฒนา, 2560) สามารถเพิ่มพูนทักษะความสามารถในการคิดหาเหตุผล สามารถส่งเสริมการเรียนรู้โดยการคิดวิเคราะห์ คิดตัดสินใจ (สฤณี อาชวานันทกุล, 2559) ผู้เรียนจะได้เปลี่ยนบทบาทเป็นผู้เล่น ในสถานการณ์จำลองของเกมที่มีเหตุการณ์ให้เพื่อบรรลุภารกิจต่างๆ ภายใต้กฎกติกาของเกมต่างๆ โดยผู้เรียนที่ได้เล่นเอง จะเห็นผลลัพธ์การตัดสินใจของตนเองได้อย่างทันทีว่า สิ่งตัดสินใจทำลงไปส่งผลอย่างไร (รัชนิวรรณ ตั้งภักดี, 2565)

บทความวิจัยนี้จึงนำเสนอ การศึกษาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมเพื่อช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม มีความสามารถในการตัดสินใจ ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับสถานการณ์จริง ดำเนินถึงบริบทสังคมการเมือง เศรษฐกิจมีจิตสำนึกต่อสังคม สอดคล้องกับชีวิตจริงด้านพลังงานของผู้เรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันมีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการศึกษาหลายระดับ ตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน ใช้การค้นคว้า อภิปราย ให้เหตุผลและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา ส่งผลให้เกิดการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้สามารถจัดการกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลต่อตัวผู้เรียนเองได้ โดย (Sadler et al., 2017) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชื่นเชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ โดยขั้นนี้นักเรียนจะได้เผชิญกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2) ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้พื้นฐานทาง

วิทยาศาสตร์ 3) ชั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชั้นนี้ นักเรียนจะได้เข้าสู่กิจกรรมที่ได้วิเคราะห์ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในหลากหลายมุมมอง และ 4) ชั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ เป็นชั้นที่นักเรียนได้สังเคราะห์ความคิดหลักและแนวทางปฏิบัติที่ได้จากการกระบวนการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นออกมาโดยนักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นนั้น ๆ ซึ่งจะต้องสอดคล้องสัมพันธ์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บอร์ดเกม

บอร์ดเกมถูกใช้ในการเป็นสื่อวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ซึ่งการนำเกมมาใช้ในการกระบวนการจัดการเรียนรู้นั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย และสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ศิริพร ศรีจันทร์ และ คณะ, 2562) การใช้เกมเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ ถือเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียน มีความสนุกกับการเรียน ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่มีความน่าสนใจในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ความสำเร็จหรือรางวัลจากเกมเป็นตัวกระตุ้นให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เป็นการนำจิตวิทยา และแรงจูงใจจากเกมมาใช้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนรู้ (เสฐียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย, 2562) ในปัจจุบัน มีการใช้บอร์ดเกม หรือ เกมกระดานเพื่อการเรียนรู้มากขึ้น การใช้บอร์ดเกมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลทำให้ช่วยในการให้ฝึกสมอง เล่นเกมกระดานทำให้มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ช่วยให้คิดและตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น เกมกระดานช่วยให้มีสมาธิในการเรียนมากขึ้น (วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และ กันตภณ ธรรมวัฒนา, 2560)

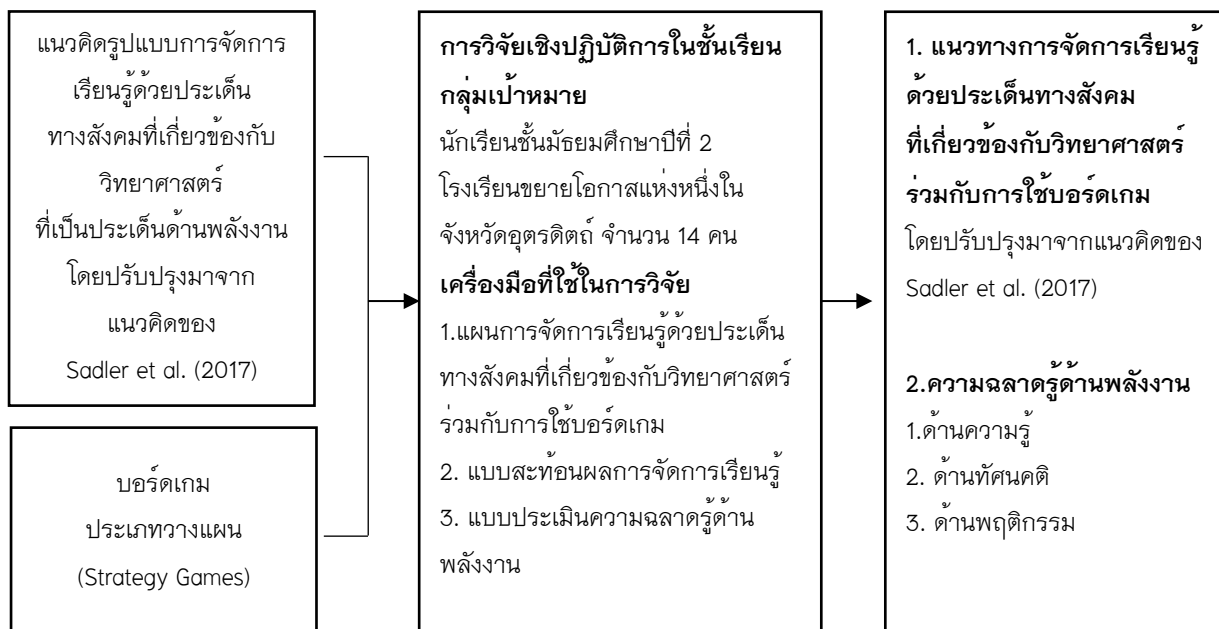
ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน

ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน (Energy Literacy) หมายถึง ความเข้าใจถึงธรรมชาติและบทบาทของพลังงานในชีวิตประจำวัน นำไปสู่การใช้ความรู้ ความเข้าใจเพื่อตอบคำถามและแก้ไขปัญหาด้านพลังงาน (U.S. Department of Energy, 2017) ความฉลาดรู้ด้านพลังงานเป็นขอบเขตของความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพลังงาน ควบคู่ไปกับความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของการผลิตและการใช้พลังงานที่มีต่อสิ่งแวดล้อม วิธีการใช้พลังงานในชีวิตประจำวันและการนำพฤติกรรมการประหยัดพลังงานมาใช้ ความฉลาดรู้ด้านพลังงานแบ่งเป็น 3 มิติ ได้แก่ด้านความรู้ ด้านทัศนคติ และด้านพฤติกรรม (DeWaters and Powers, 2011)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าบอร์ดเกมเป็นสื่อวัตกรรมการที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของเกม ช่วยให้ผู้เรียนคิดตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนได้สะท้อนความคิดของตนจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับบอร์ดเกมจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ผ่านการเล่นบอร์ดเกม

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เน้นข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นกรอบการวิจัย ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยตามแนวคิดของ Kemmis (1988) โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis (1988 อ้างถึงใน สิริณากิจเกื้อกูล, 2557) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่อง ดังนี้ 1. ขั้นวางแผน 2. ขั้นปฏิบัติ 3. ขั้นสังเกต และ 4. ขั้นสะท้อนผล โดยปฏิบัติทั้งสิ้นจำนวน 3 วงจร โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีสมาชิก 14 คน พื้นที่วิจัย คือ โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีทั้งหมด 4 ชนิด ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมระหว่างเรียน และประเมินความฉลาดรู้ด้านพลังงาน เครื่องมือทั้งหมดได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยมีการตรวจและให้ข้อเสนอแนะก่อนนำไปเก็บข้อมูล มีรายละเอียดแต่ละเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง โดยประเมินคุณภาพจากการตรวจให้คะแนนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน

3 ท่าน ตามแบบประมาณค่า 5 ระดับ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.24 แปลผลได้ว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งแต่ละแผนนำขั้นตอนของ Sadler และคณะ (2017) มาปรับประยุกต์ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ 2. ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3. ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับบอร์ดเกม 4. ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ โดยงานวิจัยนี้ ดำเนินการโดยในแผนที่ 1 เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องสถานการณ์โครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินเทพา ร่วมกับบอร์ดเกมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ชื่อบอร์ดเกม Awareness Rift – Coalition Clash เป็นบอร์ดเกมประเภทเจรจาและวางแผนในการชิงพื้นที่ของผู้เล่น 2 ฝ่ายคือ ฝ่ายของนายทุนสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหิน และฝ่ายของชาวบ้าน โดยทั้งสองฝ่ายต่างก็ต้องการที่จะสร้างสิ่งปลูกสร้างที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวมขึ้นมาในแบบของตน ดังภาพที่ 1



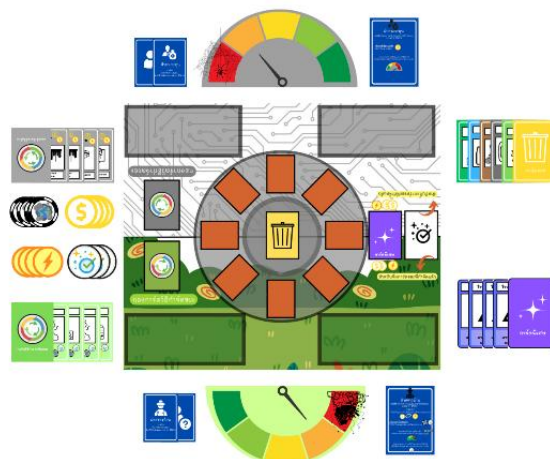
ภาพที่ 1 อุปกรณ์บอร์ดเกม Awareness Rift – Coalition Clash

แผนที่ 2 เรื่องพลังงานทดแทนจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เรื่องสถานการณ์การก่อสร้างกังหันลมผลิตไฟฟ้า อ.โคกสำโรง ร่วมกับบอร์ดเกมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ชื่อบอร์ดเกม Awareness Rift – Breeze Bound ซึ่งเป็นบอร์ดเกมการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและหาวิธีจัดการการเก็บทรัพยากรเพื่อชิงพื้นที่ให้บรรลุตามเป้าหมายของแต่ละฝ่ายคือฝ่ายของนายทุนสร้างโรงไฟฟ้ากังหันลม และฝ่ายของชาวบ้านที่ต้องการให้พื้นที่ดังกล่าวยังคงเป็นป่า โดยทั้งสองฝ่ายต่างต้องการสร้างสิ่งปลูกสร้างที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวมขึ้นมาในแบบของตน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 อุปกรณ์บอร์ดเกม Awareness Rift – Breeze Bound

แผนที่ 3 เรื่องพลังงานทดแทนจากสิ่งเหลือใช้ของมนุษย์ ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เรื่องสถานการณ์การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าขยะ อ.พาน ร่วมกับบอร์ดเกมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ชื่อบอร์ดเกม Awareness Rift – Junk Junction ซึ่งเป็นบอร์ดเกมกลยุทธ์แบบทีม โดยมีผู้เล่น 2 ฝ่ายคือ ฝ่ายของนายทุนสร้างโรงไฟฟ้าขยะ และฝ่ายของชาวบ้าน ผู้เล่นจะได้รับบทเป็นหนึ่งในสองฝ่ายดังกล่าว เพื่อพิสูจน์ให้อีกฝ่ายได้รู้ว่าการกระทำของฝ่ายตนนั้นมีเหตุผลในการทำให้โรงไฟฟ้าขยะในชุมชนสมควรจะได้อยู่ต่อ หรือ ควรปิดตัวลง โดยแสดงออกผ่านวิธีการกำจัดขยะในแบบของตน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อุปกรณ์บอร์ดเกม Awareness Rift – Junk Junction

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน โดยมีประเด็นในการสะท้อนผลประกอบด้วย จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นตาม

ความเป็นจริง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้ใช้แบบบันทึกการสะท้อนผล คือผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต ซึ่งครูผู้ร่วมสังเกตคือ ครูผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ใบกิจกรรมระหว่างเรียน เป็นแบบเขียนตอบที่สะท้อนถึงความรู้ด้านพลังงาน ประกอบด้วยใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ได้แก่ ใบกิจกรรมเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และใบกิจกรรมการสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินเทพา ใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ได้แก่ ใบกิจกรรมพลังงานทดแทน(1) และใบกิจกรรมการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานลม อ.โคกสำโรง ใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ได้แก่ใบกิจกรรมพลังงานทดแทน (2) และใบกิจกรรมการสร้างโรงไฟฟ้าขยะ อ.พาน

3. แบบประเมินความฉลาดรู้ด้านพลังงานของนักเรียนเป็นข้อสอบอัตนัยแบบเขียนตอบอิสระ โดยอ้างอิงการวัดประเมินผลตามกรอบแนวคิดของ DeWaters and Powers (2013) จำนวน 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นสถานการณ์โรงไฟฟ้าแม่เมาะ ประเด็นสถานการณ์การดำเนินการสร้างโรงไฟฟ้ากังหันลม จ.มุกดาหาร และประเด็นสถานการณ์การคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าขยะ จ.ระยอง โดยมีลักษณะของความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทัศนคติ และด้านพฤติกรรม มีผลประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์รวมกับการใช้บอร์ดเกมใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลโดยใช้วิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation)

2) การวิเคราะห์และแปลผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) โดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย (Average) และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) และนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการวิจัย พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ

ครูนำเสนอประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม ในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบทเรียน โดยใช้คลิปวิดีโอข่าว ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ “เรื่องอึกด้านโรงไฟฟ้าถ่านหินเทพา” ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนเรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ หลังจากนั้นนักเรียนดูวิดีโอจบแล้ว ครูได้ใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในประเด็นเกี่ยวกับพลังงานของนักเรียน รวมถึงครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุของปัญหา ผู้ได้รับประโยชน์และผลกระทบจากสถานการณ์ดังกล่าว จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของครูผู้ร่วมสังเกต และผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอภิปรายถึงการได้รับประโยชน์และผลกระทบจากสถานการณ์ข่าวได้ครบถ้วน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดลำดับคำถาม และทบทวนประเด็นคำถามก่อนรับชมวิดีโอ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 รวมถึงครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลายและตั้งคำถามในส่วนที่นักเรียนเกิดความสงสัย พบว่านักเรียนสามารถระบุสาเหตุของปัญหาและเชื่อมโยงประเด็น ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงประเด็นและวิเคราะห์ถึงผู้ได้รับประโยชน์และผลกระทบจากสถานการณ์ดังกล่าวได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและร่วมกันสืบเสาะความรู้จากแหล่งต่างๆ เพื่อร่วมกันตอบคำถามด้านทรัพยากรพลังงานลงในใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนใช้เวลาในการแบ่งกลุ่มและครูใช้เวลาในการอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม นักเรียนจึงมีเวลาในการสืบเสาะความรู้ไม่เพียงพอ และนักเรียนบางกลุ่มไม่ระบุที่มาจากการสืบค้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยใช้การ์ดตัวละครผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากบอร์ดเกมซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจและสามารถลดระยะเวลา ที่ใช้แบ่งกลุ่มนักเรียนได้ นอกจากนี้ครูได้แนะนำวิธีการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและน่าเชื่อถือ รวมถึงการแนะนำให้นักเรียนแบ่งหัวข้อกันกับสมาชิกในกลุ่มในการสืบค้นข้อมูล และหลังจากสืบค้นแล้ว สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงข้อมูลที่สืบค้นมา ครูกำหนดระยะเวลาในการสืบค้นที่ชัดเจนโดยการขึ้นเวลาที่หน้าจอโทรทัศน์หน้าห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนบริหารเวลา ซึ่งได้ข้อสรุปผลการสะท้อนว่าการใช้การ์ดตัวละครผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากบอร์ดเกมช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนอีกทั้งยังสามารถลดระยะเวลาในการแบ่งกลุ่มการทำกิจกรรมของนักเรียนได้ และการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มของนักเรียนรวมถึงการที่ครูกำหนดระยะเวลาที่ชัดเจนในการทำกิจกรรมช่วยให้กิจกรรมดำเนินการในเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับบอร์ดเกม

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมผ่านการเล่นบอร์ดเกมเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และเข้าใจประเด็นปัญหาสถานการณ์พลังงานหลากหลายมุมมอง โดยครูอธิบายวิธีการเล่นก่อนให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกม โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้บอร์ดเกม Awareness Rift – Coalition Clash สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้บอร์ดเกม Awareness Rift – Breeze

Bound สำหรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพลังงานทดแทนจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้บอร์ดเกม Awareness Rift – Junk Junction สำหรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พลังงานทดแทนจากสิ่งเหลือใช้ของมนุษย์ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนใช้เวลาในการเล่นบอร์ดเกมมากกว่าที่กำหนด เนื่องจากในช่วงที่ครูอธิบายวิธีการเล่น นักเรียนบางส่วนสนใจอุปกรณ์ของบอร์ดเกมมากกว่าฟังครูอธิบายวิธีการเล่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงปรับวิธีอธิบายและให้นักเรียนคุ้นชินกับอุปกรณ์บอร์ดเกม ก่อนการอธิบาย และจัดทำคู่มือเกมที่กระชับขึ้นเพื่อให้เข้าถึงความเข้าใจของนักเรียน และเมื่อทำกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมเสร็จ นักเรียนทำใบกิจกรรมต่อจากขั้นที่ 2 ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่ได้จากการเล่น ผลการแพ้ชนะ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลการกระทำของตัวละครในบอร์ดเกมว่าส่งผลอย่างไรต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมบ้าง

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ

ครูให้นักเรียนวิเคราะห์การได้รับผลประโยชน์และผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในด้านต่างๆจากสถานการณ์ที่กำหนด ได้แก่ สถานการณ์การสร้างโรงไฟฟ้าถ่านหินเทพาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 สถานการณ์การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานลม อ.โคกสำโรงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และสถานการณ์การสร้างโรงไฟฟ้าขยะ อ.พาน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนได้วิเคราะห์และสะท้อนความคิดของตนเองจากประสบการณ์การทำกิจกรรมที่ผ่านมา ลงในใบกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนรายงานพฤติกรรมด้านพลังงานของตนเอง ลงในแบบรายงานพฤติกรรมหลังเรียน ครูเน้นย้ำให้นักเรียนรายงานพฤติกรรมตามความเป็นจริง ผู้วิจัยพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางส่วนไม่สามารถตัดสินใจและบางส่วนแสดงการตัดสินใจแต่ไม่แสดงเหตุผล รวมถึงระยะเวลาในการบันทึกใบกิจกรรมที่ไม่เพียงพอ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยได้เน้นย้ำในจุดที่นักเรียนต้องเลือกตัดสินใจว่าประเด็นสถานการณ์ที่ครูยกมานั้นเป็นประเด็นที่ยังเป็นข้อถกเถียงในสังคม การตัดสินใจของนักเรียนไม่มีผลถูกผิดเพียงแต่นักเรียนต้องตัดสินใจและอธิบายเหตุผลในการตัดสินใจตามความรู้ที่เคยสืบทอดไปและตามประสบการณ์ที่นักเรียนได้ในช่วงการทำกิจกรรม

ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการวิจัย พบว่า ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางแสดงร้อยละของผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านพลังงานขององค์ประกอบด้านความรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

องค์ประกอบ ของ ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน	ร้อยละของคะแนน			
	วงจรที่ 1 ร้อยละ	วงจรที่ 2 ร้อยละ	วงจรที่ 3 ร้อยละ	หลังการจัดการเรียนรู้ ร้อยละ
1. ด้านความรู้				
ความรู้ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ แหล่งพลังงานและทรัพยากร	70.25	71.41	80	89.25
ความเข้าใจถึงผลกระทบต่อการพัฒนาและ การใช้ทรัพยากรพลังงานที่มีต่อสังคมและ สิ่งแวดล้อม	53.91	73.5	74.42	87.71
ค่าเฉลี่ยรวมรวม	62.08	72.46	77.21	88.48

จากตารางที่ 1 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ด้านความรู้พบว่าคะแนนร้อยละ
หลังเรียนของนักเรียนมากกว่าของวงจรปฏิบัติการที่ 3 มากกว่าร้อยละ 11.27

ตารางที่ 2 ตารางแสดงร้อยละของผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านพลังงานขององค์ประกอบด้านทัศนคติระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน

องค์ประกอบ ของ ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน	ร้อยละของคะแนน			
	วงจรที่ 1 ร้อยละ	วงจรที่ 2 ร้อยละ	วงจรที่ 3 ร้อยละ	หลังการจัดการเรียนรู้ ร้อยละ
2. ทัศนคติ				
การประเมินความรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาและการใช้ทรัพยากรพลังงาน	69.00	78.67	83.33	84.20
ความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาพลังงาน กระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน และ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	64	74.29	76.57	77.22
ค่าเฉลี่ยรวมรวม	66.5	76.48	79.95	80.71

จากตารางที่ 2 ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานขององค์ประกอบด้านทัศนคติ
มีค่าเฉลี่ยรวมสูงขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติการ และค่าเฉลี่ยรวมวงจรปฏิบัติการที่ 3 สอดคล้องไปในทิศทาง
เดียวกันกับผลประเมินหลังการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3 ตารางแสดงร้อยละของผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านพลังงานขององค์ประกอบด้านพฤติกรรมก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่องทรัพยากรพลังงาน

องค์ประกอบของ ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน	ร้อยละของคะแนน	
	ก่อนการจัดการเรียนรู้ ร้อยละ	หลังการจัดการเรียนรู้ ร้อยละ
3. พฤติกรรม	58	76.29

จากตารางที่ 3 ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานขององค์ประกอบด้านพฤติกรรมมีคะแนนร้อยละสูงขึ้นจากก่อนเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 58 เป็นคะแนนร้อยละ 76.29

อภิปรายผลการวิจัย

แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงานของผู้เรียน สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ พบว่า การใช้สื่อวีดิทัศน์ในการนำเสนอประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคม ในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบทเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจและเชื่อมโยงประเด็นและวิเคราะห์ถึงผู้ได้รับประโยชน์และผลกระทบได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุศมาพร กันทะวัง (2562) ที่พบว่า การใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่สอดคล้องกับบทเรียนใกล้ตัวนักเรียน และยังมีแนวทางการแก้ไขที่ตายตัว ซึ่งการนำเสนอประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมผ่านสื่อวีดิทัศน์ส่งผลให้นักเรียนมองเห็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมชัดเจนมากขึ้น สามารถอภิปรายและเชื่อมโยงประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเข้ากับบทเรียนได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sadler et al. (2017) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาในห้องเรียนเข้ากับชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การสืบเสาะความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อตอบคำถามความรู้ด้านทรัพยากรพลังงาน โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม การแบ่งหน้าที่และสมาชิกในกลุ่มร่วมกัน อภิปรายถึงข้อมูลที่สืบค้นมาช่วยให้การสืบเสาะความรู้ดำเนินการในเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิดา เสียงดัง และ สุทธิกัญจน์ ทิพย์เกสร (2564) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการทำงานร่วมกัน ซึ่งเกิดจากการร่วมมือกัน การร่วมกันคิด แก้ปัญหา และหาแนวทางการทำงานร่วมกันจนเกิดความสำเร็จในกระบวนการทำงาน การใช้การ์ดตัวละครจากบอร์ดเกมช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนสอดคล้องกับ เสถียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย (2562) ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เกมเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ ถือเป็น การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนุกกับการเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับบอร์ดเกมในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมผ่านการเล่นเกมเพื่อให้เด็กนักเรียนได้วิเคราะห์และเข้าใจประเด็นปัญหาสถานการณ์พลังงานหลากหลายมุมมอง ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลการกระทำของตัวละครที่นักเรียนได้รับบทบาทในบอร์ดเกม ว่าส่งผลอย่างไรต่อสถานการณ์พลังงานในเกม รวมทั้งส่งผลอย่างไรต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tsai et al. (2019) พบว่า นักเรียนในโรงเรียนมัธยมมีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ และแสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย ผลการศึกษานี้ทำให้สรุปได้ว่าบอร์ดเกมเพื่อการสอนทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และเป็นข้อดีในการติดตามกระบวนการตัดสินใจของนักเรียนในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการเล่นเกม

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนวิเคราะห์การได้รับผลประโยชน์และผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในด้านต่างๆจากสถานการณ์ด้านพลังงาน 3 สถานการณ์ ได้แก่ โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้าพลังงานลม และโรงไฟฟ้าขยะ นักเรียนต้องแสดงการตัดสินใจโดยให้เหตุผลด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Salvato and Testa (2012) ที่พบว่า ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนให้เหตุผลที่เหมาะสมในการตัดสินใจ สามารถใช้ความรู้ค้นคว้าหาคำตอบและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้

ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงานด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม เรื่องทรัพยากรพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จากการวิเคราะห์ผลการตรวจให้คะแนนความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ในส่วนขององค์ประกอบด้านความรู้ พบว่าความรู้ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแหล่งพลังงานและทรัพยากร มีค่าคะแนนร้อยละเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยใช้สื่อวีดิทัศน์สถานการณ์ข่าวเป็นประเด็นปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อสังคมสอดคล้องกับบทเรียนช่วยให้นักเรียนสนใจ จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันสืบเสาะความรู้จากแหล่งต่างๆ ผ่านการทำงานกลุ่ม การตรวจสอบข้อมูลที่สืบค้นมาแล้วร่วมกันอภิปรายสอดคล้องกับ พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี (2559) ที่กล่าวว่า การสอนตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมนั้นสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้และเป็นจุดเริ่มต้นของการสืบค้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และสอดคล้องกับ พงษ์จิตร นานบุญมี และคณะ (2562) ที่กล่าวว่า การได้มาซึ่งองค์ความรู้ของนักเรียนนั้นมาจากการสืบค้น การอภิปรายหรือแบ่งปันความเข้าใจที่มีร่วมกัน วิเคราะห์ อภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ด้านความรู้ในประเด็นความเข้าใจถึงผลกระทบต่อการพัฒนาและการใช้ทรัพยากรพลังงานที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่าคะแนนร้อยละ หลังเรียนของนักเรียนมากกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 3 มากกว่าถึงร้อยละ 13.29 เนื่องจากผู้วิจัยได้

ใช้กิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันสืบเสาะความรู้ผ่านการทำงานกลุ่ม และการร่วมกันอภิปราย ร่วมกับ กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการเล่นบอร์ดเกม ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จึงส่งผลให้คะแนนในส่วนหลังการเรียนมีค่าสูงชันอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับ ชีระวุฒิ ศรีมั่งคละ (2564) ซึ่งให้ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ บอร์ดเกมเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้กล่าวว่าคือ เมื่อเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกมนักเรียนจะมีโนคติ คิดหลักเดียวกันแต่จะเข้าใจส่วนย่อยแตกต่างกัน การเล่นเกมซ้ำ ๆ การเล่นเพื่อเรียนรู้ระบบของ สิ่งนั้นซ้ำ ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ใหม่อยู่เสมอในเกมเดิม โดยอาจเห็นข้อเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบ เป็นการสร้างความรู้ที่คงทนมากขึ้น จึงเพียงพอต่อการนำไปสู่เป้าหมายของการเรียนรู้เพื่อการ เปลี่ยนแปลงและสอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และ กันตภณ ธรรมวัฒนา (2560) ที่พบผลของการใช้บอร์ดเกมในด้านการศึกษาและสติปัญญาช่วยให้ฝึกสมอง ช่วยให้คิดและ ตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น

ความฉลาดรู้ด้านพลังงานในส่วนขององค์ประกอบด้านทัศนคติ พบว่า ความตระหนัก เกี่ยวกับปัญหาพลังงาน กระบวนการผลิตและการใช้พลังงาน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการ ประเมินความรับผิดชอบต่อที่เกี่ยวกับการพัฒนาและการใช้ทรัพยากรพลังงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน มีค่าคะแนนร้อยละเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้เชื่อมโยงสถานการณ์พลังงานในช่วงต้นซึ่งเป็นประเด็นทาง สังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ให้นักเรียนเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจนำเข้าสู่ในการเล่นบอร์ดเกม โดยมีสถานการณ์ในบอร์ดเกมสอดคล้องกับประเด็นนั้นๆและนักเรียนสวมบทบาทเป็นตัวละครในเกมที่ ต้องดำเนินการตามสถานการณ์ ทำให้นักเรียนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในเกมสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนินท์ วงศ์กุลกิจ (2562) พบว่า บอร์ดเกมเป็นแนวทางช่วยพัฒนาผู้เรียนมีความสามารถในการ ตัดสินใจ ตระหนักถึงปัญหาในสังคม อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะชีวิต รวมถึงสร้างคนให้ มีจิตสำนึกในการสร้างสรรค์สังคมนอกห้องเรียน และงานวิจัยของ กนกเทพ เมืองสง (2563) ที่ให้ข้อมูล ว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งที่พัฒนา ผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีความรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีคุณธรรมจริยธรรมเช่นเดียวกับ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับการใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนว่าการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เน้นการให้เหตุผลบนหลักของ คุณธรรมจริยธรรม ช่วยส่งเสริมทักษะต่าง ๆ เช่นการตัดสินใจ การลงความเห็น การอภิปรายอย่างเป็น เหตุเป็นผล การตั้งคำถามและการตอบคำถาม สามารถพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และ ความสามารถด้านการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ส่งเสริมการเรียนรู้

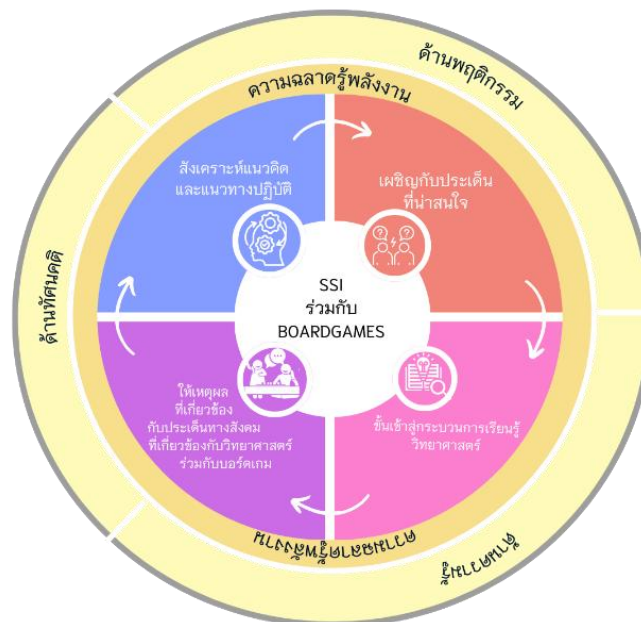
องค์ประกอบด้านพฤติกรรมของความฉลาดรู้ด้านพลังงานเมื่อพิจารณาร้อยละของคะแนน ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้และหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่าสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากหลังการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกม นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์การได้รับผลประโยชน์ และผลกระทบในด้าน ต่าง ๆ จากสถานการณ์ด้านพลังงาน จึงทำให้นักเรียนสามารถรายงานพฤติกรรมด้านพลังงานของ ตนเองได้ดีกว่าในการทำแบบประเมินพฤติกรรมก่อนเรียน สอดคล้องกับกับ ชีระวุฒิ ศรีมั่งคละ (2564)

ซึ่งให้ข้อมูลว่านักเรียนเรียนรู้ผ่านเล่นเกมแล้วสามารถวิเคราะห์บทเรียนในเกมเชื่อมโยงสู่การตระหนักในบทเรียนนั้น โดยใช้แนวคิดเชิงวิพากษ์เพื่อสร้างการเรียนรู้ จากฐานของบอร์ดเกมที่เล่นและนำไปสู่พฤติกรรมต่างๆ ที่จำเป็นและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tsai et al. (2019) ที่ทำการศึกษการใช้บอร์ดเกมเพื่อสอนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เรื่องการอนุรักษ์ทางชีวภาพและการพัฒนาเศรษฐกิจในไต้หวัน

สรุปได้ว่า บอร์ดเกมเพื่อการสอนทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์สามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และเป็นข้อดีในการติดตามกระบวนการตัดสินใจของนักเรียนในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ผ่านการเล่นเกม

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ Sadler et al. (2017) ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงาน 3 ด้าน ตามกรอบแนวคิดของ DeWaters & Powers (2013) เพื่อให้เหมาะกับบริบทของนักเรียน



ภาพที่ 4 แสดงแผนภาพแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้น

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจเป็นขั้นที่ครูนำเสนอประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้คลิปวิดีโอข่าว ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งเป็นประเด็นที่สอดคล้องกับบทเรียน และนักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายว่าประเด็นดังกล่าวส่งผลดีและผลกระทบอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 2 ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและร่วมกันสืบเสาะความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อร่วมกันตอบคำถามด้านทรัพยากรพลังงานลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับบอร์ดเกม เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมผ่านการเล่นบอร์ดเกมเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และเข้าใจประเด็นปัญหาสถานการณ์พลังงานหลากหลายและเมื่อทำกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมเสร็จ ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่ได้จากการเล่น ผลการแพ้ชนะ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลการกระทำของตัวละครในบอร์ดเกมว่าส่งผลอย่างไรต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมบ้าง

ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนวิเคราะห์การได้รับผลประโยชน์และผลกระทบของประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมในด้านต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้นักเรียนวิเคราะห์และสะท้อนความคิดของตนเองจากประสบการณ์การทำกิจกรรมในห้องเรียนที่ผ่านมา ลงในใบกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนรายงานพฤติกรรมด้านพลังงานของตนเองลงในแบบรายงานพฤติกรรมหลังเรียน

สรุป

แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเผชิญกับประเด็นที่น่าสนใจ 2) ขั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3) ขั้นให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับบอร์ดเกม และ 4) ขั้นสังเคราะห์แนวคิดและแนวทางปฏิบัติ ผลหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่า ความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ด้านความรู้ ด้านทัศนคติ และด้านพฤติกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละที่สูงขึ้นซึ่งทำให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนที่มีความสอดคล้องกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านพลังงาน ทั้ง 3 ด้าน สำหรับครู รวมถึงผู้สนใจนำรูปแบบแนวทางไปใช้เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ให้แก่ผู้เรียนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมที่ช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพลังงาน เรื่อง ทรัพยากรพลังงาน ควรเลือกใช้สถานการณ์

พลังงานที่กำลังเป็นประเด็นที่น่าสนใจในปัจจุบัน และครูผู้สอนอธิบายวิธีการเล่นเกมให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนและคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการเขียนแสดงเหตุผลในการตัดสินใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ที่พบว่านักเรียนต้องเขียนบรรยายเหตุผลในการตัดสินใจจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

เนื่องจากความฉลาดรู้ด้านพฤติกรรมของนักเรียนสูงขึ้นหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงควรศึกษาความคงทนของพฤติกรรมด้านพลังงานของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- ชนิดา เลียงดั่ง และ สุทธิกัญจน์ ทิพย์เกษร. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มต่อทักษะการทำงานร่วมกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 1. *วารสารปัญญา*, 28(3), 15–29. สืบค้นจาก <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/panya-thjo/article/view/251200>
- ชนินท์ ว่องกุศลกิจ. (2562). *ถอดบทเรียนโครงการออกแบบเกม ออกแบบสังคม*. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- ธีระวุฒิ ศรีมงคล (2564). *ความสำคัญของบอร์ดเกมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้*. สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2567, จาก https://www.gotoknow.org/posts/696293#google_vignette
- บุศมาพร กันทะวัง, สุรีย์พร สว่างเมฆ และ ปราณี นางงาม. (2562). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้พันธุศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(1), 192–203. สืบค้นจาก https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/183123
- พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี และ อลิศรา ชูชาติ (2559). ผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 11(2), 336–350. สืบค้นจาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/84156>
- พจนจิตร์ นาบุญมี และคณะ. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 13(2), 193–205.

รัชนิวรรณ ตั้งภักดี. (2565). การพัฒนารูปแบบการสร้างบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาในประเทศไทย.

วารสาร ศึกษาศาสตร์ มสธ, 15(2), 117–132. สืบค้นจาก https://so05.tci-thaijo.org/index.php/edjour_stou/article/view/257826

วรารณณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และ กันตภณ ธรรมวัฒนา. (2560). พฤติกรรมในการเล่นเกมนกระดานและองค์ประกอบ ของปัจจัยทางด้านผลกระทบจากการเล่นเกมของวัยรุ่น ในเขตกรุงเทพมหานคร.

วารสารวิจัยสังคม, 40(2), 107–132. สืบค้นจาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/socialresearchjournal/article/view/90922>

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21.

สมุทรปราการ: บอัสการพิมพ์.

ศิริพร ศรีจันทร์. (2562). การสร้างและใช้เกม เพื่อการเรียนรู้แบบ Active Learning สู่ชั้นเรียน :

สร้างห้องเรียนยุคใหม่ให้เปี่ยมไปด้วยความสุข. EDUCA. สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2567, จาก <https://www.educathai.com/events/2019/44>

สฤณี อาชวานันทกุล. (2559). BOARD / GAME / UNIVERSE จักรวาลกระดานเดียว. กรุงเทพฯ: แชลมอน.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทิศทางการสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.

เสถียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย. (2562). Game-based learning ทางเลือกสำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์ยุคใหม่. นิตยสาร สสวท., 47(216), 25–30. สืบค้นจาก <https://emagazine.ipst.ac.th/216/#26>

Akitsu, Y., & Ishihara, K. N. (2019). Energy literacy assessment: a comparative study of lower secondary school students in Thailand and Japan. *International Journal of Educational Methodology*, 5(2), 183–201. <https://doi.org/10.12973/ijem.5.2.183>

Cotton, D. R. E., Miller, W., Winter, J., Bailey, I. & Sterling, S. (2015). Developing students' energy literacy in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(4), 456–473. DOI:10.1108/IJSHE-12-2013-0166

DeWaters, J., & Powers, S. (2013). Establishing measurement criteria for an energy literacy questionnaire. *The Journal of Environmental Education*, 44(1), 38–55. DOI:10.1080/00958964.2012.711378

Lipman, M. (2003). *Thinking in education*. Cambridge: Cambridge University.

Sadler & T. D. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 75–87. DOI:10.18404/ijemst.55999

Tsai, J. C., Chen, S. Y., Chang, C. Y., & Liu, S. Y. (2020). Element enterprise tycoon: Playing board games to learn chemistry in daily life. *Education Sciences*. 10(3), 48–58.

DOI:10.3390/educsci10030048

U.S. Department of Energy. (2017). *Energy literacy*. Retrieved September 2, 2023, from <https://www.energy.gov/energysaver/energy-literacy-essential-principles-energy-education>