



การพัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
Development of Physics Board Game Using Reflective Cycle to Enhance
Upper Secondary Students' Strategic Thinking Ability

ปราณนต์ พิมพ์พันธุ์¹ และ พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์^{2**}
Pranon Pimphan¹ and Pornthep Chantraukrit^{2**}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้บอร์ดเกม งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) การสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับปัญหาและความต้องการจากครูฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาและความต้องการในการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำแนกข้อมูลแบบวิเคราะห์คำหลัก 2) การสร้างและพัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิด และ 3) การทดลองใช้บอร์ดเกมกับตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ หัวข้อ การเคลื่อนที่แนวตรง แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์และแบบรายงานการตัดสินใจระหว่างเล่นบอร์ดเกม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ควรมีลักษณะ 6 ประการ ได้แก่ การเล่นแบบกลุ่ม การจำลองสถานการณ์สมจริง การแทรกเหตุการณ์ฉุกเฉิน การมีทางเลือกหลากหลาย กติกาชัดเจน และระดับความยากเหมาะสมกับวัย และ 2) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ก่อนและหลังเรียน ทั้งในด้านพฤติกรรมและทางสถิติ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ครบทุกองค์ประกอบ

คำสำคัญ : บอร์ดเกมฟิสิกส์, การสะท้อนคิด, ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์, นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

¹ นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวិทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : 6580073227@student.chula.ac.th
Master student in Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University.
Email: 6580073227@student.chula.ac.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล : pornthep.ch@chula.ac.th
Assistant Professor (Ph.D.) in Division of Science Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University. Email: pornthep.ch@chula.ac.th

Abstract

This research aimed to 1) develop a physics board game using reflective cycle to enhance strategic thinking ability among upper secondary school students, and 2) compare students' strategic thinking ability before and after using the board game. This research employed a research and development (R&D) methodology and was conducted in three phases: 1) Conducting in-depth interviews with physics and science teachers to identify problems and needs. The research instrument included a problem-and-needs interview form. The data were analyzed using domain-based typological analysis. 2) Designing and developing a physics board game. The research instrument included the physics board game designed to incorporate the reflective thinking cycle. 3) Implementing the board game with a cluster random sample of 40 Grade 10 students from one classroom. The research instruments included lesson plans for the unit on linear motion, strategic thinking ability test, and decision-reporting form completed during gameplay. The data were analyzed using dependent samples *t*-test. The research findings were as follows: 1) The physics board game using reflective cycle should possess six key characteristics: collaborative gameplay, realistic simulation, the inclusion of unexpected events, multiple decision-making options, clear rules, and age-appropriate challenge levels. 2) A comparison of students' strategic thinking ability before and after the intervention, both in terms of behavior and statistical analysis, showed that the post-test mean score was significantly higher than the pre-test score at the .05 level of significance. Additionally, post-instruction, students demonstrated all components of strategic thinking behavior.

Keywords: physics boardgame, reflective thinking, strategic thinking ability, upper secondary students

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี สังคม และเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์กลายเป็นทักษะสำคัญที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต การเรียนรู้และการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะในด้านการศึกษา ครูและนักเรียนต้องสามารถปรับตัวและตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ (Köster et al., 2020; AlQershi, 2021) การคิดเชิงกลยุทธ์เป็นความสามารถในการทำ ความเข้าใจสถานการณ์อย่างเป็นระบบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใช้คาดการณ์ พร้อมทั้งสร้าง ปรับเปลี่ยน และเลือกแผนการในการแก้ปัญหาและปฏิบัติงาน เป็นความสามารถที่มีจุดเด่นในการสร้างและปรับเปลี่ยน กลยุทธ์ไปพร้อมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดย Köster et al. (2020) ระบุว่า เป้าหมายของ ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์คือ การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง ขณะที่ AlQershi (2021) ชี้ว่า ทักษะดังกล่าวช่วยกำหนดแนวทางการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อยู่ในบริบทโลกแบบบานี (BANI World) ซึ่งมีลักษณะของความเปราะบาง วิดกกังวล คาดเดาไม่ได้และความซับซ้อน ทำให้โลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Cascio, 2020) ด้วยเหตุนี้ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์จึงเป็นความสามารถสำคัญในการทำงานและการศึกษา โดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการวางแผนที่ยืดหยุ่นและบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Dalal et al., 2021)

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถอื่น ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการคิดเชิงระบบ สอดคล้อง Warren et al. (2014) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถทางการคิด พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์และความสามารถในการคิดเชิงระบบมีอิทธิพลต่อกันและสามารถพัฒนาร่วมกันได้ หากขาดความสามารถใดไป อีกหนึ่งความสามารถจะแสดงผลออกมาอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ยังมีความสัมพันธ์กับทักษะการแก้ปัญหา สอดคล้อง Yang and Kim (2022) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ พบว่า ความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้น หากผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดเชิงกลยุทธ์ควบคู่กัน เมื่อความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์สูงขึ้น ความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งความสามารถในการคิดเชิงระบบและทักษะการแก้ปัญหานี้เป็นสมรรถนะสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเป็นทักษะที่ผลการประเมินระดับนานาชาติอย่าง PISA (Programme for International Student Assessment) ชี้ให้เห็นว่านักเรียนไทยยังจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างมาก โดยเฉพาะในด้านการคิดวิเคราะห์และการเชื่อมโยงเนื้อหาในการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ และการประยุกต์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อน

การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียน เกี่ยวข้องกับการวางแผนอย่างเป็นระบบ การคาดการณ์ผลลัพธ์ และการประเมินสถานการณ์เพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางที่ดีที่สุด สามารถทำได้หลายวิธี อาทิ การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-based learning) การจำลองสถานการณ์ (Simulation) หรือการใช้กรณีศึกษา (Case study) อย่างไรก็ตาม บทความนี้มุ่งเน้นการใช้การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) โดยเฉพาะบอร์ดเกม เนื่องจากเป็นแนวทางที่โดดเด่นในการพัฒนาทักษะข้างต้นและมีข้อได้เปรียบที่สำคัญ บอร์ดเกมสามารถจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนและสอดคล้องกับชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี (ไซโต, 2552; Marone et al., 2016) ซึ่งเอื้อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการวางแผนระยะยาว การคาดการณ์การเคลื่อนไหวของกลุ่มหรือผลลัพธ์จากตัวแปรต่าง ๆ รวมถึงการประเมินความเสี่ยงและผลตอบแทนที่อาจเกิดขึ้นจากการตัดสินใจแต่ละครั้งได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ Hammond (2017) และ Garris et al. (2002) ยังเห็นว่าบอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์อย่างมีความหมาย ส่งเสริมแรงจูงใจ และทำให้การเรียนรู้มีความคงทนจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ Zheng and Gardner (2016) ยังชี้ว่า บอร์ดเกมสามารถส่งเสริมการคิดหลายมิติ ทั้งการคิดเชิงกลยุทธ์ การคิดเชิงระบบ และการแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานออกแบบบอร์ดเกมวิชาฟิสิกส์ของ Dziob (2020) และ ศรบรม กุลลาวัฒน์ และ สิริธร สิ้นจินดาวงศ์ (2566) ที่แสดงให้เห็นว่า การใช้บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหากลศาสตร์และการเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของบอร์ดเกมในการพัฒนาการคิดเชิงกลยุทธ์คือความยากในการเชื่อมโยงสถานการณ์จำลองกับเนื้อหาวิชาการที่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนอาจไม่สามารถแปลงประสบการณ์ในเกมไปสู่ความเข้าใจเชิงกลยุทธ์ที่แท้จริงได้ นักวิจัยหลายท่านจึงเสนอการผสานแนวคิดเกี่ยวกับวงจรการสะท้อนคิด (Reflective cycle) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ให้นักเรียนได้คิดพิจารณาข้อมูลจากสถานการณ์ที่พบและเชื่อมโยงผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ที่ตนมี (Gibbs, 1988; Moon, 2013) เพื่อช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างความเข้าใจใหม่จากประสบการณ์ในบอร์ดเกมอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถเชื่อมโยงกลยุทธ์ในเกมเข้ากับหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถต่อยอดไปสู่การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ได้นอกจากนั้นยังมีข้อมูลสนับสนุนจาก Jones and Papangelis (2020) ที่พบว่า การสะท้อนคิดสามารถลดข้อจำกัดของบอร์ดเกมการศึกษาและส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

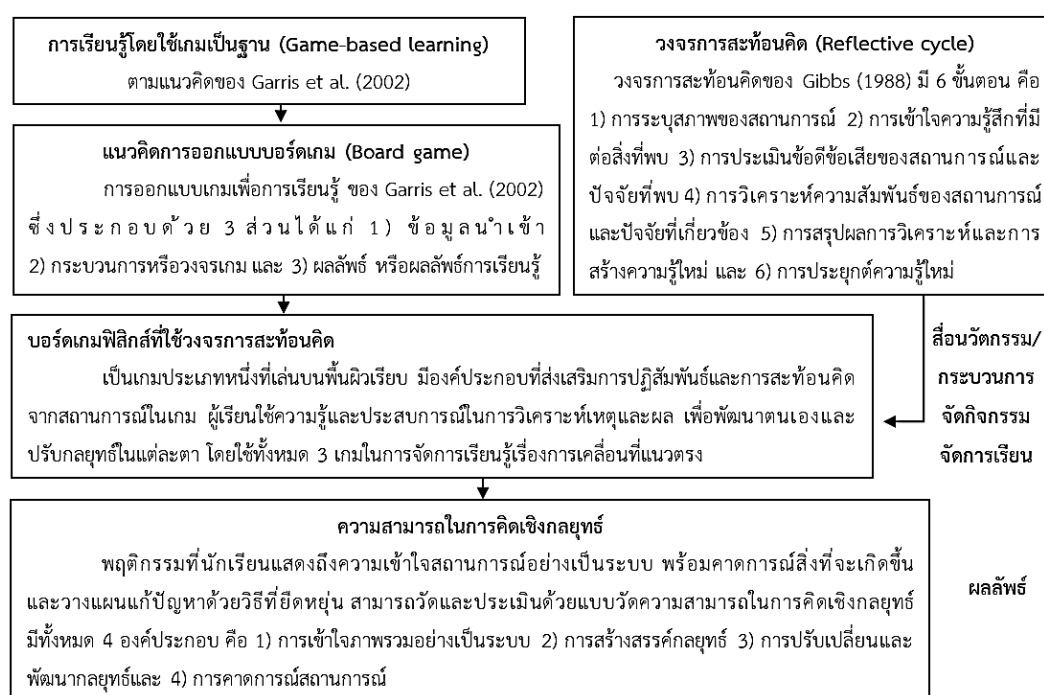
ข้อมูลจากการสืบค้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ พบว่า การฝึกแก้ปัญหาฟิสิกส์สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ได้ (Teodorescu, 2008) โดยเฉพาะในหัวข้อ “การเคลื่อนที่แนวตรง” ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการฝึก (Ropii et al., 2019) และบอร์ดเกมยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนและการฝึกแก้โจทย์ปัญหาในหัวข้อดังกล่าว (Frias and Roleda, 2018) อย่างไรก็ตาม เพื่อยกระดับทักษะการวางแผน การวิเคราะห์ และการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ ซึ่งเป็นแกนหลักของการคิดเชิงกลยุทธ์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น การจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ด้วยบอร์ดเกมจึงควรควบคู่ไปกับการส่งเสริมวงจรการสะท้อนคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เน้นให้นักเรียนพัฒนากลยุทธ์ในการแก้ปัญหา (Wu et al., 2012) พร้อมทั้งทบทวนและวิเคราะห์การปฏิบัติงานของตนเอง (Rodgers, 2002) อันเป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะและแนวทางการปฏิบัติงานครั้งถัดไปได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการออกแบบและจัดการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมในวิชาฟิสิกส์ หัวข้อ “การเคลื่อนที่แนวตรง” ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของกลศาสตร์ และเอื้อต่อการสร้างสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการการวางแผน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงตัวแปร เช่น เวลา การกระจัด ความเร็วและความเร่ง รวมถึงการประเมินทางเลือกเพื่อการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ได้อย่างชัดเจนและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้อย่างนี้จะเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการเล่นบอร์ดเกม พร้อมบูรณาการวงจรการสะท้อนคิดเพื่อเติมเต็มข้อจำกัดของบอร์ดเกมด้านการเชื่อมโยงสถานการณ์จำลองเข้ากับเนื้อหาวิชาการ และส่งเสริมให้

นักเรียนได้ฝึกฝนการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และปรับปรุงกลยุทธ์อย่างต่อเนื่องจากการได้รับข้อมูลย้อนกลับในเกม โดยมีเป้าหมายหลักในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนในบริบทการเรียนรู้ฟิสิกส์จากแนวคิดข้างต้นนำไปสู่กรอบแนวคิดในการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิด

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (Research & Development) แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการนำบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยในระยะที่ 1 มุ่งศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการในการนำบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรสะท้อนคิดมาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) กับผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informants)

1. ผู้ให้ข้อมูลหลัก

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักถูกกำหนดขนาดตามแนวทางของ Dworkin (2012) ซึ่งแนะนำจำนวนผู้ให้ข้อมูลเชิงคุณภาพอยู่ระหว่าง 5–50 คน โดยผู้วิจัยได้กำหนดขนาดจำนวน 6 ท่าน โดยมีเงื่อนไข คือ ผู้ให้ข้อมูลหลักต้องเป็นครูวิชาฟิสิกส์และครูวิทยาศาสตร์แขนงอื่นที่จัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งที่เคยใช้และไม่เคยใช้บอร์ดเกมในการสอน โดยทุกคนต้องมีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 3 ปี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาและความต้องการในการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 ฉบับ แบ่งการสัมภาษณ์เป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลหลัก และส่วนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลหลัก ซึ่งมีประเด็นคำถามปลายเปิดเพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลหลักจำนวน 13 ประเด็น และมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับจุดประสงค์เฉลี่ยรวมของทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.90 หรือสามารถนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลได้จริง ตามเกณฑ์ของ Pandey and Pandey (2021)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยเริ่มจากการประสานขออนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัดของครูผู้ให้ข้อมูล จากนั้นสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่จัดทำขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

3.1 จัดทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนำส่งต้นสังกัดของครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2 ติดต่อประสานงานต้นสังกัดของครูผู้สอนและโรงเรียนของผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อรวบรวมข้อมูลผ่านทางอีเมล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ได้มาจากการสัมภาษณ์เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์สภาพปัญหาและความต้องการในการนำบอร์ดเกมฟิสิกส์เพื่อใช้ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ โดยวิเคราะห์แบบจำแนกข้อมูล (Typological

analysis) ตามแนวทางของ Mohajan (2018) เพื่อจัดหมวดหมู่ของข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จากการจัดหมวดหมู่มาสังเคราะห์เป็นลักษณะสำคัญที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้สร้างบอร์ดเกมหรือวางแผนจัดการเรียนการสอน ซึ่งจำแนกข้อมูลแบบวิเคราะห์คำหลัก (Domain analysis) เป็น 5 กลุ่ม คือ 1) สภาพปัญหาด้านการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ 2) ความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ 3) ลักษณะของบอร์ดเกม 4) ลักษณะของเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้สอน และ 5) พฤติกรรมนักเรียน จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ไปใช้กำหนดลักษณะสำคัญของบอร์ดฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด

3.2 ระยะที่ 2 (D1) การสร้างและพัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยระยะที่ 2 มุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิด ขั้นตอนการสร้างและพัฒนา มีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัญหาและความต้องการจากระยะที่ 1 โดยเชื่อมโยงข้อมูลดังกล่าวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกมและวิชาฟิสิกส์เพื่อกำหนดลักษณะของบอร์ดเกมที่เหมาะสม

2. ออกแบบต้นแบบบอร์ดเกมตามแนวคิด Game-based learning ของ Garris et al. (2002) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ข้อมูลนำเข้า 2) กระบวนการของเกม และ 3) ผลลัพธ์การเรียนรู้ พร้อมผสานแนวคิดวงจรการสะท้อนคิด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุสภาพของสถานการณ์ 2) การเข้าใจความรู้สึกที่มีต่อสถานการณ์ 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสถานการณ์และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 4) การประเมินข้อดีข้อเสียของสถานการณ์และปัจจัยที่พบ 5) การสรุปผลการวิเคราะห์และสร้างแนวคิดใหม่ และ 6) การประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ โดยมีรายละเอียดการจัดการเรียนการสอนดังนี้

- 2.1 การจัดการเรียนการสอนเรื่อง โจทย์ปัญหาปริมาณทางฟิสิกส์ในการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ เกมที่ 1 The first civilization เกี่ยวกับการสำรวจพื้นที่และสร้างเมืองในยุคเริ่มสร้างอารยธรรม ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาณทางฟิสิกส์ในการเคลื่อนที่แนวตรง เพื่อสำรวจและเก็บเกี่ยวทรัพยากร

- 2.2 การจัดการเรียนการสอนเรื่อง โจทย์ปัญหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ เกมที่ 2 Age of colonization โหมดกราฟ เป็นบอร์ดเกมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ด้วยการเดินเรือเพื่อสร้างอาณานิคมในยุคสำรวจโลก ใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงในการคำนวณเพื่อเดินทางไปยังเมืองท่าต่าง ๆ

- 2.3 การจัดการเรียนการสอนเรื่อง โจทย์ปัญหาสมการการเคลื่อนที่แนวตรง โดยใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ เกมที่ 2 Age of colonization โหมดสมการ ซึ่งเป็นบอร์ดเกมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ด้วยการเดินเรือเพื่อสร้างอาณานิคมในยุคสำรวจโลก โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการการเคลื่อนที่แนวตรงในการคำนวณเพื่อเดินเรือ

2.4 การจัดการเรียนการสอนเรื่อง โจทย์ปัญหาการตกแบบเสรี โดยใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ เกมที่ 3 Space suppliers เกี่ยวกับการเดินทางด้วยยานอวกาศเพื่อเก็บเกี่ยวทรัพยากรและค้าขาย โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ด้วยการตกแบบเสรี

3. ปรับปรุงแก้ไขกรอบแนวคิดและต้นแบบบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4. นำต้นแบบบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ได้รับการนำเสนอและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้เกมเพื่อจัดการเรียนรู้และด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ 5 ระดับ (Likert scale) ตามเกณฑ์ของมัลลิกา บุณนาค (2551) กำหนดค่าคุณภาพที่ยอมรับได้ไม่ต่ำกว่า 3.51 ผลการประเมินพบว่า บอร์ดเกมทั้ง 3 เกม ได้แก่ 1) The First Civilization ได้คะแนนเฉลี่ย 4.64 2) Age of Colonization ได้คะแนนเฉลี่ย 4.56 และ 3) Space Suppliers ได้คะแนนเฉลี่ย 4.56 ซึ่งทุกเกม มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และพร้อมใช้งานจริง

5. สร้างบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด เชิงกลยุทธ์ ตามต้นแบบบอร์ดเกมที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6. ทดสอบนาร่อง 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ทดสอบปัญหาด้านภาษาและกลไกการเล่น ทดลองกับ นักเรียน 1 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และครั้งที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพการเล่นแบบกลุ่ม ทดลองกับนักเรียน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน รวม 12 คน ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีสังเกตและจดบันทึกขณะใช้งานบอร์ดเกม

7. วิเคราะห์และจำแนกข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนาร่อง จากนั้นปรับปรุงแก้ไขบอร์ดเกมฟิสิกส์ ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด ตามข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบนาร่อง

3.3 ระยะที่ 3 (R2D2) การศึกษาผลของการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิดเพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยระยะนี้มุ่งศึกษาผลของการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ โดยใช้รูปแบบวิธีการวิจัยทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental research) ซึ่งเป็นการทดลองรูปแบบแบบวัด คะแนนความสามารถก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน (pretest-posttest design)

1. ประชากรและตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 160 คน จาก 4 ห้องเรียน ในโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสุพรรณบุรี

1.2 ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 40 คน จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) โดยเลือก 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 4 ห้อง คิดเป็น

ร้อยละ 25 ของประชากร ซึ่งเหมาะสมตามเกณฑ์ของ Gay et al. (2012) ที่แนะนำการกำหนดขนาดตัวอย่างกรณีประชากรมีขนาดไม่เกิน 500 คน โดยใช้สูตรส่วนการกำหนดขนาดตัวอย่างในสัดส่วนร้อยละ 10-30

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ 4 ฉบับ ในหัวข้อ การเคลื่อนที่แนวตรง ประกอบด้วย ฉบับที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาปริมาณทางฟิสิกส์ในการเคลื่อนที่แนวตรง ฉบับที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหากราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรง ฉบับที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการการเคลื่อนที่แนวตรง และฉบับที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาการตกแบบเสรี แต่ละฉบับมีคะแนนคุณภาพเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 4.00 4.13 และ 4.25 ตามลำดับ ซึ่งทุกฉบับอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และพร้อมใช้งานจริงตามเกณฑ์ของมัลลิกา บุณนาค (2551)

2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ (ก่อนและหลังเรียน) มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับจุดประสงค์เฉลี่ยเท่ากับ 0.94 และ 0.98 ตามลำดับ ซึ่งแบบวัดทั้ง 2 ฉบับ มีดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับจุดประสงค์เฉลี่ยมากกว่า 0.5 หรืออยู่ในระดับที่ยอมรับและสามารถนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลได้จริงตามเกณฑ์ของ Pandey and Pandey (2021)

2.3 แบบรายงานการตัดสินใจระหว่างเล่นบอร์ดเกม 3 ฉบับ สำหรับเกม The first civilization, Age of colonization และ Space suppliers มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับจุดประสงค์เฉลี่ยเท่ากับ 0.94 0.98 และ 0.93 ตามลำดับ ซึ่งทุกฉบับมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยมากกว่า 0.5 ทุกฉบับหรือสามารถใช้เก็บข้อมูลได้จริงตามเกณฑ์ของ Pandey and Pandey (2021)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษาเปรียบเทียบผลของความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนและหลังจากมีการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรสะท้อนคิด มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิจัยแล้วจึงให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ เป็นเวลา 30 นาที ก่อนใช้บอร์ดเกม

3.2 กำหนดข้อตกลงระหว่างเล่นเกม ชี้แจงกติกา ระยะเวลาในการเล่น จากนั้นให้นักเรียนเล่นบอร์ดเกม เป็นระยะเวลาประมาณ 1 เดือน จำนวน 4 ครั้ง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเล่นในคาบเรียน ครั้งละ 2-3 รอบ ในการเล่นแต่ละครั้งจะให้นักเรียนบันทึกแบบรายงานการตัดสินใจระหว่างเล่นบอร์ดเกมควบคู่กัน

3.3 ภายหลังจากการใช้บอร์ดเกมครบตามกำหนดแล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ เป็นเวลา 30 นาที หลังใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้วงจรการสะท้อนคิด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ผสมผสานวงจรการสะท้อนคิด ซึ่งประเมินด้วยแบบวัด ผู้วิจัยจัดทำและวิเคราะห์เชิงสถิติ

โดยเริ่มจากการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (ค่าความเชื่อมั่น, $p\text{-value} > .05$) จะเลือกใช้การทดสอบ $t\text{-test}$ แบบกลุ่มไม่เป็นอิสระ (Dependent samples $t\text{-test}$) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังเรียน แต่หากข้อมูลมีการแจกแจงที่แตกต่างจากเส้นโค้งปกติ ($p < .05$) จะเลือกใช้การทดสอบ Wilcoxon signed ranks test แทน โดยมีเกณฑ์การแปลผลทางสถิติ คือ หากค่า $p > .05$ หมายถึงคะแนนก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และหากค่า $p < .05$ หมายถึงคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

4.2 การวิเคราะห์แนวคิดหรือความคิดเห็นของนักเรียนที่สะท้อนพฤติกรรมบ่งชี้ตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ ซึ่งได้รับจากแบบรายงานการตัดสินใจระหว่างเล่นบอร์ดเกม ทั้ง 3 เกม คือ The first civilization, Age of colonization, Space suppliers ถูกนำมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยเริ่มต้นจากการถอดความและจัดกลุ่มแนวคิดหรือความคิดเห็นที่คล้ายกัน จากนั้นจึงจำแนกประเด็นตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ คือ การเข้าใจภาพรวมอย่างเป็นระบบ การสร้างสรรค์กลยุทธ์ การปรับเปลี่ยนและพัฒนากลยุทธ์ และการคาดการณ์สถานการณ์

ลำดับถัดไปคือการเชื่อมโยงพฤติกรรมจากบอร์ดเกมกับการคิดเชิงกลยุทธ์ ดำเนินการโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เพื่อระบุและเทียบเคียงคำอธิบายการตัดสินใจหรือการกระทำของนักเรียนในเกมกับนิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบของการคิดเชิงกลยุทธ์ เช่น พฤติกรรมการตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินหมากที่คำนึงถึงผลกระทบต่อทรัพยากรในหลายตาข้างหน้า อาจถูกเชื่อมโยงกับการวางแผนและคาดการณ์สถานการณ์ หรือการเปลี่ยนแปลงกลยุทธ์อย่างรวดเร็วเมื่อคู่ต่อสู้เปลี่ยนแปลง อาจถูกเชื่อมโยงกับการปรับกลยุทธ์ ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้นี้จะนำไปใช้อภิปรายผลเพื่อทำความเข้าใจพัฒนาการคิดเชิงพฤติกรรมของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมที่ผสมผสานวงจรการสะท้อนคิดได้อย่างลึกซึ้ง

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและพัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการในการนำบอร์ดเกมฟิสิกส์มาใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาและผู้สอนวิชาฟิสิกส์ จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อสังเคราะห์และระบุคุณลักษณะสำคัญ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการสร้างบอร์ดเกมตามวัตถุประสงค์การวิจัย จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว พบว่า บอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดควรมีลักษณะสำคัญ 6 ประการ ได้แก่

1) มีกลไกในการเล่นในรูปแบบกลุ่ม 2) มีการจำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง 3) มีปัญหาหรือเหตุการณ์ฉุกเฉินแทรกอยู่ในสถานการณ์ที่พบ 4) มีสถานการณ์และทางเลือกที่หลากหลายให้กับผู้เล่น 5) มีกติกาที่ชัดเจน และ 6) มีความยากที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

เมื่อได้ลักษณะสำคัญของบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดแล้ว จึงนำลักษณะสำคัญดังกล่าวมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนหัวข้อการเคลื่อนที่แนวตรง โดยผู้วิจัยได้บูรณาการวงจรการสะท้อนคิดของ Gibbs (1988) เข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านการให้นักเรียนได้หยุดทบทวน วิเคราะห์การตัดสินใจและผลลัพธ์จากการเล่นเกมในแต่ละช่วง พร้อมทั้งเชื่อมโยงพฤติกรรมเชิงกลยุทธ์ที่ใช้ในเกมเข้ากับหลักการทางฟิสิกส์ที่กำลังศึกษาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับ Frias and Roleda (2018) ที่กล่าวว่า บอร์ดเกมเพื่อการเรียนรู้เป็นสื่อการสอนที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาที่มีความซับซ้อน นอกจากนั้นยังสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงลึก รวมถึงความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ควบคู่กับการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ โดยผู้วิจัยสร้างบอร์ดเกมออกมาทั้งสิ้น 3 เกม คือ

1. The first civilization เป็นบอร์ดเกมเกี่ยวกับการเคลื่อนที่เพื่อสำรวจพื้นที่ของผู้คนในยุคสร้างวัฒนธรรม เพื่อสำรวจและเก็บเกี่ยวทรัพยากรในพื้นที่ต่าง ๆ จากนั้นจึงนำทรัพยากรที่ได้มาใช้ในการสร้างเมืองของตน บอร์ดเกมนี้ใช้ในการสอนหัวข้อปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรง

2. Age of colonization เป็นบอร์ดเกมเกี่ยวกับการเดินเรือในยุคสำรวจโลก โดยต้องเคลื่อนที่ไปตามเมืองท่าต่าง ๆ ในแผนที่ จากนั้นจึงแข่งขันกันสร้างอาณานิคม แบ่งโหมดการเล่นเป็น 2 โหมดคือ โหมดกราฟและโหมดสมการ ทั้ง 2 โหมดจะมีความแตกต่างกันในด้านวิธีการควบคุมการเคลื่อนที่ บอร์ดเกมนี้ใช้สอนในหัวข้อกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่แนวตรงและหัวข้อสมการการเคลื่อนที่แนวตรง

3. Space suppliers เป็นบอร์ดเกมเกี่ยวกับการสำรวจดาวเคราะห์และทำธุรกิจในอวกาศของผู้คนในอนาคต ซึ่งต้องใช้ความรู้ในการขึ้นบินและลงจอดของยานอวกาศบนดาวเคราะห์ที่แตกต่างกัน เพื่อเก็บเกี่ยวทรัพยากรและนำทรัพยากรที่ได้มาแข่งขันกันผ่านการทำธุรกิจ ใช้ในการสอนหัวข้อสมการการเคลื่อนที่แนวตั้ง

2. ผลของการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์

ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจากการทดลองเบื้องต้น โดยใช้แผนการทดลองแบบวัดกลุ่มก่อนและหลัง จากตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้อง จำนวน 40 คน เมื่อเก็บข้อมูลเชิงปริมาณแล้ว ผู้วิจัยจัดกระทำข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบผลการนำบอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดไปทดลองใช้

และผู้วิจัยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตและการบันทึกความคิดเห็นด้วยตัวนักเรียนในแบบรายงานการตัดสินใจระหว่างเล่นเกมเพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน

เมื่อพิจารณาสถิติการบรรยายของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างหลังเรียนมีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างก่อนเรียน เท่ากับ 13.10 โดยคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 49.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 13.3 คะแนนสูงสุด เท่ากับ 75.0 คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 25.0 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบเบ้ขวาหรือนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ($Sk = 0.239$) และมีความโด่งต่ำกว่าความโด่งของการแจกแจงแบบปกติหรือมีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่าปกติ ($Ku = -0.367$) แปลความหมายได้ว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ใกล้ค่าเฉลี่ยมีน้อยหรือนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มได้คะแนนกระจายออกจากกัน

คะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างหลังเรียน เท่ากับ 62.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 11.1 คะแนนสูงสุด เท่ากับ 81.3 คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 37.5 การแจกแจงของคะแนนมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบเบ้ขวาหรือนักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ($Sk = 0.114$) และมีความโด่งต่ำกว่าความโด่งของการแจกแจงแบบปกติหรือมีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่าปกติ ($Ku = -0.677$) แปลความหมายได้ว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ใกล้ค่าเฉลี่ยมีน้อยหรือนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มได้คะแนนกระจายออกจากกัน (ตาราง 1)

ตาราง 1

คะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์โดยรวมก่อนและหลังใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด

คะแนนความสามารถ ในการคิดเชิงกลยุทธ์	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Sk</i>	<i>Ku</i>
ก่อนเรียน	49.4	13.3	75.0	25.0	0.239	-0.367
หลังเรียน	62.5	11.1	81.3	37.5	0.114	-0.677

$n = 40$ และ พิสัยของคะแนน คือ 0–100 คะแนน

หลังจากวิเคราะห์สถิติบรรยายของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ ผู้วิจัยเปรียบเทียบผลการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ โดยใช้สถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกันหรือเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์โดยใช้บอร์ดเกม

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ก่อนและหลังใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ พบว่า ความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์โดยเฉลี่ยเท่ากับ 13.1 ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน เท่ากับ 15.8 การกระจายตัวของความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ไม่ต่างจากเส้นโค้งปกติ ($p = 0.168$) ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($W = 0.950$)

เมื่อการกระจายตัวของความแตกต่างคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ไม่ต่างจากเส้นโค้งปกติ การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ก่อนและหลังใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ จึงต้องทดสอบด้วยวิธี t -test จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -5.25$; $p < 0.001$) มีความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรสะท้อนคิด ส่งเสริมให้ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 2)

ตาราง 2

การกระจายตัวของความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ก่อนและหลังใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรสะท้อนคิด

คะแนนความสามารถ ในการคิดเชิงกลยุทธ์	M	SD	Shapiro - Wilk	
			W	p
หลังเรียน - ก่อนเรียน	13.1	15.8	0.950	0.168

$n = 40$

จากการวิเคราะห์เชิงสถิติตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านการปรับเปลี่ยนและพัฒนากลยุทธ์และด้านการคาดการณ์สถานการณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านการเข้าใจภาพรวมอย่างเป็นระบบและด้านการสร้างสรรค์กลยุทธ์สูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากแบบรายงานการตัดสินใจขณะเล่นบอร์ดเกมทั้ง 3 เกม ยืนยันว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมของความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ สะท้อนว่าบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและประยุกต์ใช้ความคิดเชิงกลยุทธ์เพื่อการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยวงจรสะท้อนคิดมีความสำคัญในการลดข้อจำกัดของบอร์ดเกม และเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ได้อย่างรอบด้าน

อภิปรายผล

1. อภิปรายผลการสร้างและพัฒนาบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่ใช้ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์

ผลการวิจัยชี้ว่าความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์โดยรวมของนักเรียนพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลจากการผสมผสานของบอร์ดเกมที่ออกแบบมาให้มีสถานการณ์จำลองใกล้เคียงชีวิตจริง มีปัญหา चुกฉินและทางเลือกหลากหลาย สอดคล้องกับแนวคิดของ Schell (2008) เข้ากับการบูรณาการวงจรการสะท้อนคิดของ Gibbs (1988) อย่างเป็นระบบในกิจกรรมการเรียนรู้ วงจรนี้เป็นกลไกสำคัญให้นักเรียนเปลี่ยนประสบการณ์จากเกมเป็นการเรียนรู้ที่จับต้องได้ โดยเฉพาะการทบทวน วิเคราะห์และตัดสินใจ ช่วยลดข้อจำกัดของบอร์ดเกมในการเชื่อมโยงสถานการณ์จำลองกับเนื้อหาวิชาการ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกลยุทธ์ในเกมเข้ากับหลักการทางฟิสิกส์ พร้อมกับเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ได้อย่างลึกซึ้ง

เมื่อพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของบอร์ดเกม พบว่า กลไกการเล่นแบบกลุ่มส่งเสริมการวางแผนร่วมกันและการใช้ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่วนสถานการณ์ที่สมจริงและเหตุการณ์ไม่คาดคิดช่วยพัฒนาทักษะวิเคราะห์อย่างลึกซึ้ง (Hammond, 2017) ขณะที่กติกาชัดเจนและความยากที่เหมาะสมช่วยสร้างแรงจูงใจภายในและการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน (Garris et al., 2002) และทางเลือกที่หลากหลายเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบกลยุทธ์ที่ตนได้สร้างมาอย่างอิสระ ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการปรับเปลี่ยนและพัฒนากลยุทธ์และการคาดการณ์สถานการณ์มีพัฒนาการเชิงสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แม้องค์ประกอบด้านการเข้าใจภาพรวมและการสร้างสรรค์กลยุทธ์จะยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การแสดงออกเชิงพฤติกรรมที่พบจากแบบรายงานการตัดสินใจสะท้อนถึงการการพัฒนาในทุกองค์ประกอบแล้ว

บอร์ดเกมทั้ง 3 เกม ได้แก่ The first civilization, Age of colonization และ Space suppliers ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงและบูรณาการวงจรสะท้อนคิดในทุกขั้นตอนเล่นเกม สอดคล้องกับแนวคิดของ Gibbs (1988) และ Moon (2013) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง โดยเฉพาะบอร์ดเกม Age of colonization ที่มีทั้งโหมดกราฟและสมการ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสัญลักษณ์คณิตศาสตร์กับสถานการณ์จำลองในเกมได้ชัดเจน นอกจากนี้บอร์ดเกมทั้ง 3 เกมยังมีจุดเด่นในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาในบทเรียน เช่น ปริมาณการเคลื่อนที่แนวตรงในเกมที่ 1 กราฟและสมการการเคลื่อนที่แนวตรง ในเกมที่ 2 และการเคลื่อนที่แนวโค้ง ในเกมที่ 3 สอดคล้องกับ Frias and Roleda (2018) ที่กล่าวว่า บอร์ดเกมสามารถส่งเสริมการคิดเชิงลึกได้เมื่อออกแบบให้เหมาะสมกับเนื้อหาและบริบท

จากการอภิปรายข้างต้น สรุปได้ว่า การออกแบบบอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดควรคำนึงถึงเนื้อหาวิชา บริบทผู้เรียน และองค์ประกอบเกมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ผ่านการทำกิจกรรมหรือแก้ปัญหาพร้อมกับผู้อื่นอย่างอิสระและเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2. อภิปรายผลการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์

การทดสอบบอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด เป็นการทดลองรูปแบบแบบวัดคะแนนความสามารถก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน โดยมีตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรสะท้อนคิดส่งผลต่อพัฒนาการความสามารถในการการคิดเชิงกลยุทธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -5.25$; $p < .001$) โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจาก 49.4 เป็น 62.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 13.3 เป็น 11.1

แม้การแจกแจงคะแนนจะยังมีลักษณะเบ้ขวาและความโด่งต่ำกว่าปกติ ($Sk = 0.114$; $Ku = -0.677$) แต่ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่ชัดเจน โดยเฉพาะในนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ระดับกลางถึงสูง ทั้งนี้ ผลการทดสอบสอดคล้องกับแนวคิดของ Dalal et al. (2021) และ Köster et al. (2020) ที่ว่า ลักษณะของบอร์ดเกมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจ วางแผน และสะท้อนผลลัพธ์ผ่านแบบรายงานการตัดสินใจสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ได้ นอกจากนี้การทบทวนและสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการสะท้อนคิดทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง พร้อมกับเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ไปพร้อม ๆ กัน ตามแนวคิดของ Gibbs (1988)

นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลสนับสนุนผลการวิจัยของ Marone et al. (2016) และ Ropii et al. (2019) ที่พบว่า การเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมในวิชาฟิสิกส์สามารถส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการแก้โจทย์ปัญหาหรือการแก้ปัญหาขณะเรียนรู้ผ่านบอร์ดเกมการศึกษา โดยเฉพาะเมื่อบูรณาการการสะท้อนคิดเข้าไปในการจัดการเรียนการสอน สอดคล้องกับ Moon (2013) และ Jones & Papangelis (2020) ที่ว่า กิจกรรมการสะท้อนคิดช่วยลดข้อจำกัดของบอร์ดเกมการศึกษาในการเชื่อมโยงสถานการณ์จำลองกับเนื้อหาวิชาการและส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการอภิปรายข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรสะท้อนคิดสามารถเสริมสร้างความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพัฒนาในทุกองค์ประกอบ ทั้งการเข้าใจภาพรวมอย่างเป็นระบบ การสร้างกลยุทธ์ การปรับเปลี่ยนและพัฒนากลยุทธ์ และการคาดการณ์สถานการณ์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. จากผลวิจัยชี้ว่า ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์แสดงนัยสำคัญเพียงบางองค์ประกอบ แต่ข้อมูลเชิงคุณภาพยืนยันว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการคิดเชิงกลยุทธ์ได้ครบทั้ง 4 ด้านหลังเรียนรู้ ดังนั้นครูควรสังเกตและส่งเสริมพฤติกรรมเหล่านี้ต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านการเข้าใจภาพรวมและการสร้างสรรค์กลยุทธ์ ซึ่งอาจต้องการกิจกรรมสะท้อนคิดที่เน้นเฉพาะเจาะจง หรือระยะเวลาที่มากขึ้นเพื่อผลเชิงสถิติในอนาคต

2. นักวิจัยที่มุ่งพัฒนาสื่อหรือกิจกรรมส่งเสริมการคิดระดับสูง ควรใช้ผลวิจัยนี้เป็นต้นแบบ โดยคำนึงถึงคุณลักษณะสำคัญ เช่น สถานการณ์จำลองที่สมจริง เหตุการณ์ฉุกเฉิน ทางเลือกหลากหลาย และกติกาชัดเจน การออกแบบที่ส่งเสริมการตัดสินใจและการสะท้อนคิดอย่างเป็นระบบจะช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาการที่ซับซ้อนกับการเรียนรู้จากเกมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาการใช้บอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับเทคนิคการสอนอื่น เพื่อเสริมสร้างเจตคติที่ดีของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากข้อมูลเชิงคุณภาพบ่งชี้ว่าการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมฟิสิกส์ที่มีการจำลองสถานการณ์สมจริงเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ ซึ่งอาจส่งผลต่อเจตคติของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ จึงควรศึกษาความสัมพันธ์นี้เพื่อข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับบทบาทของบอร์ดเกมในการส่งเสริมการเรียนรู้

2. จากผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านบอร์ดเกมฟิสิกส์ร่วมกับวงจรการสะท้อนคิด สามารถแสดงพฤติกรรมการคิดเชิงกลยุทธ์ได้อย่างเป็นระบบ สะท้อนให้เห็นศักยภาพด้านการวางแผนเชิงระบบ (Systemic planning) ซึ่งควรได้รับการส่งเสริมต่อเนื่องในการเรียนฟิสิกส์ การวิจัยในอนาคตจึงควรมุ่งเน้นการออกแบบกิจกรรมที่ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการวางแผนเชิงระบบอย่างมีนัยสำคัญ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ไซโต, วาย. (2552). Senryaku supa shinkingu purofesshonaru [คิดอย่างมีกลยุทธ์]. สมาคมส่งเสริม

เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

มัลลิกา บุณนา. (2551). สถิติเพื่อการวิจัยและตัดสินใจ (พิมพ์ครั้งที่ 7). ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

ศรบรม กุลลาวัฒน์ และ สิริวัชร สิ้นจินดาวงศ์. (2566). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยเกมกระดาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก ที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ*. 24(2), 99-114.
<https://ejournals.swu.ac.th/index.php/jedu/article/view/15546/12737>

ภาษาอังกฤษ

- AlQershi, N. (2021). Strategic thinking, strategic planning, strategic innovation and the performance of SMEs: The mediating role of human capital. *Management Science Letters*, 11(3), 1003-1012. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2020.9.042>
- Cascio, J. (2020, April 30). *Facing the age of chaos*. Medium.
<https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d>
- Dalal, M., Carberry, A., & Archambault, L. (2021). Developing a ways of thinking framework for engineering education research. *Studies in Engineering Education*, 1(2), 108-125.
<https://doi.org/10.21061/see.38>
- Dworkin, S. L. (2012). Sample size policy for qualitative studies using in-depth interviews. *Archives of Sexual Behavior*, 41, 1319-1320.
<https://doi.org/10.1007/s10508-012-0016-6>
- Dziob, D. (2020). Board game in physics classes—A proposal for a new method of student assessment. *Research in Science Education*, 50(3), 845-862.
<https://doi.org/10.1007/s11165-018-9714-y>
- Frias, M. A. V., & Roleda, L. S. (2018). The efficacy of creative play approach in teaching modern physics. In De La Salle University (Ed.), *Knowledge building towards industry 4.0. De La Salle University research congress 2019* (pp. 1-6). De La Salle University.
<https://www.dlsu.edu.ph/wp-content/uploads/pdf/conferences/research-congress-proceedings/2019/lli-II-022.pdf>
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications*. Pearson.

- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
<https://doi.org/10.1177/1046878102238607>
- Gibbs, G. (1988). *Learning by doing: A guide to teaching and learning methods*. Oxford Centre for Staff and Learning Development.
<https://thoughtsmostlyaboutlearning.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/12/learning-by-doing-graham-gibbs.pdf>
- Hammond, K. (2017, September 28). *Advantages & disadvantages of simulation games*. It Still Works. <https://itstillworks.com/12599408/advantages-disadvantages-of-simulation-games>
- Jones, C., & Papangelis, K. (2020). Reflective practice: Lessons learnt by using board games as a design tool for location-based games. In P. Kyriakidis, D. Hadjimitsis, D. Skarlatos & A. Mansourian (Eds.), *Geospatial technologies for local and regional development* (pp. 185-198). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14745-7_16
- Köster, F., Shewbridge, C., & Krämer, C. (2020). *Promoting education decision makers' use of evidence in austria*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). <https://doi.org/10.1787/0ac0181e-en>
- Marone, V., Staples, C., & Greenberg, K. H. (2016). Learning how to learn by solving bizarre problems: a playful approach to developing creative and strategic thinking. *On the Horizon*, 24(1), 112-120. <https://doi.org/10.1108/OTH-08-2015-0040>
- Mohajan, H. K. (2018). Qualitative research methodology in social sciences and related subjects. *Journal of economic development, environment and people*, 7(1), 23-48.
<https://doi.org/10.26458/jedep.v7i1.571>
- Moon, J. A. (2013). *Reflection in learning and professional development: Theory and practice*. Routledge.
- Pandey, P., & Pandey, M. M. (2021). *Research methodology tools and techniques*. Bridge Center.
- Rodgers, C. (2002). Defining reflection: Another look at John Dewey and reflective thinking. *Teachers college record*, 104(4), 842-866. <https://doi.org/10.1111/1467-9620.00181>

- Ropii, N., Hardyanto, W., & Ellianawati, E. (2019). Guided inquiry scratch increase students' critical thinking skills on the linear motion concept: Can it be?. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(1), 63-68. <https://doi.org/10.21009/1.05107>
- Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC press.
- Teodorescu, P. P. (2008). *Mechanical systems, classical models volume II: Mechanics of discrete and continuous systems*. Springer Science & Business Media.
- Warren, A., Archambault, L., & Foley, R. W. (2014). Sustainability education framework for teachers: Developing sustainability literacy through futures, values, systems, and strategic thinking. *Journal of Sustainability Education*, 6(4), 23-28.
<http://susted.com/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/Warren-et-al.-JSE-May-2014-With-Hyperlinks.pdf>
- Wu, W. H., Hsiao, H. C., Wu, P. L., Lin, C. H., & Huang, S. H. (2012). Investigating the learning-theory foundations of game-based learning: a meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(3), 265-279. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00437.x>
- Yang, J., & Kim, K. H. (2022). Effect of the strategic thinking, problem solving skills, and grit on the disaster triage ability of emergency room nurses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 1-11.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19020987>
- Zheng, R., & Gardner, M. K. (2016). *Handbook of research on serious games for educational applications*. IGI Global.