



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน
ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

Design and Development of Problem Solving Competency-based
Board Games for Middle School Stem Education

โดย

ดร.พลรพี ทูมมาพันธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ อัสสพันธ์

ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย (Spearhead) ด้านสังคม แผนงานคนไทย 4.0

สนับสนุนโดย
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ตุลาคม 2563

เลขที่สัญญา 256225-07

รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน

ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โดย

คณะนักวิจัย

สังกัด

1. ดร.พลพี ทูมมาพันธ์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อัสสพันธุ์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ชุดโครงการ คนไทย 4.0

ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย (Spearhead) ด้านสังคม แผนงานคนไทย 4.0

สนับสนุนโดย

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้เป็นผลจากความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายทั้งที่กล่าวถึง ณ ที่นี้ หรือหากไม่ได้กล่าวถึง ผู้วิจัยก็ไม่ได้ละเลย หรือลืมแต่ประการใด แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านเนื้อหาที่ ผู้วิจัย ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาความต้องการในการพัฒนา สมรรถนะการแก้ปัญหา รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาเกม ที่ให้ ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และเอื้ออำนวยให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่สามารถเอ่ย นามในที่นี้ได้หมด ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพจน์ พุทธิวัฒน์ และ ดร.ศรัณวิชญ์ พรหมสาขา ณ สกลนคร ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจคุณภาพต้นแบบเกมที่ได้ให้คำแนะนำ ในการปรับปรุงพัฒนาบอร์ดเกมอย่างละเอียด

ขอขอบพระคุณครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษา 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์อรวิชญ์ ทองมาก อาจารย์ หนึ่งฤทัย คณานนท์ และอาจารย์เพ็ญญา หมีโต ที่ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมืออย่างมากในการให้ แนวคิดในการพัฒนาเกมและการประสานงานในการทดลองใช้เกมอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยเรื่องนี้สามารถ ดำเนินการได้สำเร็จด้วยความเอื้ออาทรของอาจารย์ทั้งสามท่านนี้

อีกกลุ่มหนึ่งที่ขาดไม่ได้เลยคือกลุ่มนักออกแบบเกม นักศึกษาทั้งเก้าคนทุ่มเทแรงกายแรงใจอย่างมาก ในการร่วมพัฒนาบอร์ดเกม รวมทั้งประสานงานและร่วมเก็บข้อมูลในการทดลองใช้อย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จได้เพราะพลังและความร่วมมือของนักศึกษากลุ่มนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณแผนงานคนไทย 4.0 สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้การสนับสนุน งบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้ และประสานงานการวิจัยอย่างดียิ่งเยี่ยม ทำให้การวิจัยมีความสะดวกในการ ดำเนินงานได้อยู่เสมอ

บทสรุปผู้บริหาร

การวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มุ่งพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา (Problem solving competency) ของผู้เรียน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาคนไทยให้เป็นคนไทย 4.0 สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในสมรรถนะในทักษะศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นกลุ่มทักษะที่ต้องนำมาใช้ในการจัดการกับปัญหา ประกอบด้วย '4C' ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) การสร้างสรรค์ (Creativity) การสื่อสาร (Communication) และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) (World Economic Forum, 2016) สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะที่สำคัญที่สุดในหลักสูตรฐานสมรรถนะของประเทศไทย ที่ให้ความหมายกับการใช้ความรู้หรือการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ (ทศนา แคมมณี, 2562) การพัฒนาสมรรถนะด้านการแก้ปัญหาจึงค่อนข้างเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี การพัฒนาสมรรถนะให้ได้ผลต้องใช้วิธีการและสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ

แม้ว่าสมรรถนะมีความสำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียน แต่หลักฐานหลายประการสะท้อนว่าสมรรถนะของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังมีน้อย ตัวอย่างเช่น ผลการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี จากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ดำเนินการโดย Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD ซึ่งสะท้อนสมรรถนะของผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยพบว่ามีคะแนน 426 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (489 คะแนน) (OECD, 2019) ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาสมรรถนะให้ได้ผลจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนและต้องใช้วิธีการและสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ และหากเป็นเช่นนี้ต่อไปทรัพยากรมนุษย์ของประเทศไทยอาจขาดสมรรถนะสำคัญ ส่งผลให้ประเทศชาติขาดความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว

เครื่องมือหนึ่งที่น่าสนใจในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในยุคปัจจุบัน คือ เกมการศึกษา (Educational game) ซึ่งช่วยให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้และพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มุ่งหวังไปพร้อมกับความสนุกสนานและเพลิดเพลิน บอร์ดเกม (Board game) เป็นเกมการศึกษาชนิดหนึ่งที่มีข้อดีคือสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนในบริบทชีวิตจริง และใช้งบประมาณในการลงทุนต่ำทั้งในด้านการพัฒนาและการขยายผล บอร์ดเกมจึงเป็นนวัตกรรมการศึกษาที่มีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนรู้และสมรรถนะของผู้เรียนในโรงเรียนและชุมชนโดยทั่วไป

แม้ว่าเกมจะได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น แต่เกมส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ในทางการศึกษายังมีข้อจำกัดหลัก ๆ อย่างน้อย 2 ประการ ประการแรกคือเกมที่นำมาใช้มักเป็นเกมสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา (Course content) มากกว่าสร้างสมรรถนะ ทำให้โอกาสในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านเกมมีน้อย ประการที่สองคือการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ยังขาดการประเมินที่ชัดเจน ทำให้ไม่

สามารถประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้โดยใช้เกม และส่งผลให้การเรียนรู้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ประการสุดท้าย เกมโดยทั่วไปไม่ได้ออกแบบมาเพื่อให้เด็กทุกคนเรียนรู้และเล่นด้วยกัน ในบริบทของการเรียนรวม (Inclusive setting) ที่มีเด็กที่มีความต้องการพิเศษอยู่ในห้องเรียนเดียวกันกับเด็กปกติ ทำให้เด็กที่มีความต้องการพิเศษถูกละเลยและไม่ได้รับโอกาสในการเรียนรู้เท่าที่ควร

จากข้อจำกัดดังกล่าว การวิจัยเรื่องนี้มุ่งออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยพัฒนานวัตกรรมเกมที่เพิ่มเติม ช่องว่าง 3 ส่วน ได้แก่ 1) จุดเน้นของเนื้อหา/กระบวนการของเกมคือสมรรถนะการแก้ปัญหา 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้และการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และ 3) เกมการศึกษาได้รับการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design) ให้เด็กปกติและเด็กทั่วไปสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้ จึงเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์อย่างยิ่ง

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ได้แก่

1) เพื่อศึกษาความต้องการของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2) เพื่อพัฒนากรอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ

3) เพื่อศึกษาผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การดำเนินการใช้วิธีการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) ประกอบด้วย 2 ระยะสำคัญได้แก่ การวิจัยเริ่มต้นและการพัฒนาเกม การวิจัยเริ่มต้นประกอบด้วย การทบทวนองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน การศึกษาความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา 11 คน การพัฒนาเกมประกอบด้วย การวิจัยเป็นวงจรรซ้ำๆ ที่มีการศึกษาลักษณะของเกมที่เหมาะสมจากผู้เกี่ยวข้องจำนวน 15 คน การพัฒนากรอบการออกแบบเกม การจัดทำต้นแบบร่วมกันระหว่างทีมออกแบบเกม ประกอบด้วยทีมนักวิจัยและผู้ช่วยวิจัย ที่เป็นนักออกแบบเกมที่เป็นนักศึกษา จำนวน 9 คน ร่วมกับครูผู้สอนสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน และการศึกษาความเหมาะสมของต้นแบบเกมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเกม 3 คน และการประเมินรวบยอดเพื่อศึกษาผลการใช้เกมประกอบด้วย การทดลองใช้ในสถานการณ์จัดตั้งกับนักเรียนรวมจำนวน 6 ครั้ง ใน 3 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียน 180 คน และในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้รวมจำนวน 3 ครั้ง ใน 3 ห้องเรียน ของ 2 โรงเรียน รวมนักเรียน 90 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสำหรับกลุ่มครูและกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ 2 แบบ แบบสังเกตพฤติกรรมการเล่นของนักเรียนระหว่างการเล่น เกม ประเด็นการสนทนากลุ่มสำหรับถอดประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสำหรับครูผู้ทดลองใช้เกม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและแก่นสาระ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการเล่น เกม (dependent t-test)

ผลการวิจัยทำให้ได้เกมที่ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา คู่มือการใช้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรที่เกี่ยวข้องในระดับชั้น คำอธิบายวิธีการเล่น และแนวทางการประเมิน จำนวน 3 เกม ครอบคลุมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ประกอบด้วยเกม Yes/No Organ สอนเรื่องระบบย่อยอาหารและขับถ่ายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกม Control Wave สอนเรื่องคลื่นกลและเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 P.W. Mastery พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

ผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า คะแนนพฤติกรรมการแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเล่นเกมน้อยกว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนทักษะการแก้ปัญหาและคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นไม่แตกต่างจากก่อนการเล่นเกมนั้น 3 เกม ช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ผ่านการลงมือแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้เรื่องกระบวนการแก้ปัญหาและช่วยเสริมสร้างพฤติกรรมแก้ปัญหา ครูผู้สอนสามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้จริงในช่วงต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้

ดังนั้นการดำเนินงานวิจัยนี้ทำให้ได้เกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ 3 เกม ที่ได้รับการพัฒนาโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน สามารถนำไปใช้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในบริบทการเรียนรวมได้ทั้งสามเกม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการส่งเสริมพฤติกรรมแก้ปัญหา เกมเหล่านี้สามารถต่อยอดขยายผลต่อไปได้หลากหลาย

กลุ่มเป้าหมายและประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการประกอบด้วยกลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สามารถใช้เกมในการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม ครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สามารถใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาให้พัฒนาสมรรถนะของนักเรียนปกติและนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ และชุมชนทั่วไปสามารถใช้เกมเหล่านี้เป็นสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้ของชุมชนได้

การนำไปใช้ประโยชน์ เกมที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็น box set ที่มีคำแนะนำการใช้และเครื่องมือประเมินประกอบการใช้ เป็นทั้งเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้และการประเมิน สามารถนำไปกระจายให้แก่โรงเรียนใช้เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาสมรรถนะของเยาวชนทุกคนในบริบทของสังคมสำหรับทุกคนได้ โดยครูสามารถเลือกและนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในสาระที่เกี่ยวข้องในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้เลย นอกจากนี้ด้วยความที่เป็นเกมการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะมากกว่าเนื้อหาจึงเอื้อต่อการนำไปใช้ในบริบทการศึกษาตามอัธยาศัย นักเรียนสามารถนำไปเล่นเพื่อการเรียนรู้นอกเวลาเรียนได้ ชุมชนสามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และสนทนาทั้งในครอบครัวและศูนย์การเรียนรู้ชุมชนได้

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ในเชิงนโยบายนั้น การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็น เนื่องจากเป็นสมรรถนะสำคัญสำหรับคนไทยในยุค 4.0 ผู้กำหนดนโยบายและหน่วยงานควรกำหนดนโยบายและจัดสรรงบประมาณและทรัพยากรที่เพียงพอในการจัดการเรียนรู้ เช่น จำนวนชุดของบอร์ดเกม เป็นต้น

ในเชิงวิชาการ การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านการใช้แนวคิดหลายประการในระยะเวลาที่จำกัด ทำให้ต้องเร่งดำเนินงาน ควรมีการทดลองใช้และปรับปรุงพัฒนาบอร์ดเกมอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งสมรรถนะมีธรรมชาติของการใช้เวลาในการพัฒนา เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลาของการวิจัยทำให้มีเวลาในการทดลองใช้เกมน้อย และนักเรียนมีเวลาและจำนวนครั้งที่จำกัดในการเล่น หากต้องการให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะอย่างเด่นชัด จำเป็นต้องใช้เวลามากขึ้น ซึ่งควรดำเนินการวิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมที่พัฒนาขึ้นในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นเพื่อให้เด็กนักเรียนมีเวลาในการฝึกฝนและพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหามากขึ้น

ในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เนื่องจากเกมที่พัฒนาขึ้นมุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเหล่านี้ควรให้ความสำคัญกับสมรรถนะการแก้ปัญหาด้วย โดยการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาควรใช้วิธีการที่หลากหลาย โดยเฉพาะการสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมและการถอดบทเรียนประสบการณ์การเรียนรู้หลังการเล่นเกม นอกจากนี้เกมที่พัฒนาขึ้นพยายามให้เด็กที่มีความต้องการพิเศษเล่นร่วมกับเด็กปกติได้ ซึ่งพบว่ามีความเป็นไปได้ในเด็กบางกลุ่ม เช่น เด็กสมาธิสั้นและเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ แต่เด็กที่มีความต้องการพิเศษบางประการ เช่น ด้านการมองเห็นหรือการได้ยิน ยังมีข้อจำกัดอยู่ ครูผู้สอนอาจจำเป็นต้องให้การสนับสนุนช่วยเหลือในระหว่างการเล่นเกมมากขึ้น

การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้
สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
พลรพี ทูมมาพันธ์ และ สุรวิทย์ อัสสพันธ์

บทคัดย่อ

การใช้เกมเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษายังมีช่องว่าง
ในการพัฒนา เนื่องจากมักเน้นเนื้อหาวิชามากกว่าสมรรถนะการแก้ปัญหา ขาดการบูรณาการการจัดการเรียนรู้
และการประเมินการเรียนรู้ และยังขาดการออกแบบให้เด็กปกติกับเด็กที่มีความต้องการพิเศษเล่นด้วยกันได้
อย่างเหมาะสม การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ได้แก่

1) เพื่อศึกษาความต้องการของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา
ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2) เพื่อพัฒนารอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของ
ผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ

3) เพื่อศึกษาผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการ
จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การดำเนินการใช้วิธีการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research: DBR) ประกอบด้วย 2 ระยะ
สำคัญได้แก่ การวิจัยเริ่มต้นและการพัฒนาเกม

1) การวิจัยเริ่มต้นประกอบด้วย การทบทวนองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้เพื่อ
ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน การศึกษาความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของ
ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา 11 คน และ

2) การพัฒนาเกมประกอบด้วย

ก) การศึกษาลักษณะของเกมที่เหมาะสมจากผู้เกี่ยวข้องจำนวน 15 คน

ข) การพัฒนารอบการออกแบบเกม

ค) การจัดทำต้นแบบร่วมกันระหว่างทีมออกแบบเกมประกอบด้วยทีมนักวิจัยและผู้ช่วยวิจัย
ที่เป็นนักออกแบบเกมที่เป็นนักศึกษา จำนวน 9 คน ร่วมกับครูผู้สอนสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
จำนวน 3 คน

ง) การศึกษาความเหมาะสมของต้นแบบเกมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเกม 3 คน และ

จ) การประเมินรব্যอดเพื่อศึกษาผลการใช้เกมประกอบด้วยการทดลองใช้ในสถานการณ์
จัดตั้งกับนักเรียนรวมจำนวน 6 ครั้ง ใน 3 โรงเรียน รวมจำนวนนักเรียน 180 คน และในสถานการณ์การ
จัดการเรียนรู้รวมจำนวน 3 ครั้ง ใน 3 ห้องเรียน ของ 2 โรงเรียน รวมนักเรียน 90 คน

การเก็บข้อมูลใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสำหรับกลุ่มครูและกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ 2 แบบ แบบ
สังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมนักเรียนระหว่างการเล่นเกม ประเด็นการสนทนากลุ่มสำหรับถอด
ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างสำหรับครูผู้ทดลองใช้เกม วิเคราะห์ข้อมูล

ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและแก่นสาระ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการเล่นเกม

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความต้องการของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ครูผู้สอนมีความต้องการด้านคู่มือหรือตัวอย่างกิจกรรม อุปกรณ์และสื่อการสอนที่สนับสนุนการทำกิจกรรมที่หลากหลาย การอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคนิคและเครื่องมือในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา รวมถึงพี่เลี้ยงช่วยในการติดตามและให้คำแนะนำในการจัดการเรียนการสอน รวมถึงให้โรงเรียนมีความต่อเนื่องในการจัดกระบวนการเรียนรู้

2. กรอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า กรอบการออกแบบเกมมีจุดเน้นในการพัฒนาให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างน้อย 2 ประการ ได้แก่ ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ตามเนื้อหาหรือกระบวนการในวิชาของกลุ่มสะเต็มศึกษา ซึ่งในประการที่สองนี้ในแต่ละเกมจะมีเป้าหมายที่แตกต่างกัน โครงเรื่องของเกมให้ผู้เล่นได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ผ่านเนื้อเรื่องและกลไกของเกม ไปพร้อมกับเรียนรู้เนื้อหาวิชาผ่านตัวเนื้อหาของเกม ลักษณะของเกมเปิดโอกาสให้เด็กที่มีความต้องการพิเศษเล่นร่วมกับเด็กปกติได้ และกิจกรรมการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ยังให้มีการประเมินผ่านเกมหรือถอดบทเรียนประสบการณ์การเรียนรู้ภายหลังการเล่นเกมที่ ส่วนต้นแบบบอร์ดเกม จำนวน 3 เกม ได้แก่ เกม Yes/No Organ สอนเรื่องระบบย่อยอาหารและขับถ่ายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกม Control Wave สอนเรื่องคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเกม P.W. Mastery พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

3. ผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า คะแนนพฤติกรรมการเล่นหลังกิจกรรมการเล่นเกมที่สามเกมเพิ่มขึ้นจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนทักษะการแก้ปัญหาและคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการเล่นหลังกิจกรรมการเล่นเกมที่สามเกมไม่แตกต่างจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกมทั้ง 3 เกม ช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ผ่านการลงมือแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้เรื่องกระบวนการแก้ปัญหาและช่วยเสริมสร้างพฤติกรรมการเล่นแก้ปัญหา ครูผู้สอนสามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้จริงในช่วงต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้

Abstract

The use of games for enhancing problem solving competencies currently reveals some important knowledge gaps: most games focus on a body of knowledge rather than the competency itself, the integration of the game with instructions and assessment is not well designed, and the universal design for the game is not emphasized. This research aimed to:

- 1) study STEM teachers' status, problems and needs in developing middle school students' problem-solving competencies,
- 2) develop board game design framework and prototypes for developing middle school students' problem-solving competencies, and
- 3) investigate effectiveness of board games on developing middle school students' problem-solving competencies in STEM instruction.

This research employed design-based research (DBR). The two major phases of the research included:

- 1) preliminary research including a literature review related to problem solving competencies, board game, and STEM learning and a study of 11 selected STEM teachers' needs in developing middle school students' problem-solving competencies, and
- 2) game development with prototype selection:
 - a) discussion with 15 selected educators and teachers to select desirable board game characteristics,
 - b) drafting game design framework,
 - c) creation of three game prototypes assisted by nine game developers, three teachers and other supporting experts, and
 - d) review of game prototypes by three experts, and
 - e) summative assessment of the game effectiveness: six game pilots in three schools with total of 180 participants and three game-based learning pilot testing in three inclusive classrooms of two schools with total 90 participants.

Multiple data collection instruments were used, including two semi-structured interview guidelines for experts, students' game play observation guidelines, semi-structured interview guidelines for student learning, semi-structured interview guidelines for teachers, and three types

of problem-solving competency questionnaires. Data were analyzed by content and thematic analysis, mean, standard deviation, and dependent t-test.

The results found that:

1. STEM teachers' needs include learning activity manuals or examples, instructional instruments and materials for various activities, training for problem solving development techniques and tools, and mentors for monitoring and advising on their teaching. In addition, schools need continuing support to provide suitable learning activities.

2. Board game design framework for developing middle school students' problem-solving competencies included a design framework with emphasis on the learning outcomes of problem-solving competencies and academic achievement in STEM. Each game requires different and important knowledge and skills. The structure of games could enhance problem solving competencies through story, mechanics, and subject content. The game designs accommodate special need students playing with other students. Also, multiple assessments including reflection of learning experiences are included in game-based learning. Three board game prototypes of Yes/No Organ Game, focusing on the digestive system in Science for Grade Eight, Control Wave game delivering mechanical and electromagnetic wave in Science for Grade Nine, and P.W. Mastery game, developing procedural skills for Grades Seven to Nine.

3. It was found that the effectiveness of board games on developing middle school students' problem-solving competencies in STEM instruction was twofold. Problem solving behaviors as measured posttest were significantly higher than those of pretest at .05 for all three games, but this was not the case for problem solving skills and self-efficacy. Students could learn problem solving processes and solve problems during game playing. Teachers can use these board games in different instructional stages.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปผู้บริหารภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
สารบัญ	ญ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	5
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	7
ตอนที่ 1 สมรรถนะการแก้ปัญหา	7
1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหา	7
1.2 ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหา	11
1.3 การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา	14
ตอนที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในสะเต็มศึกษา	15
2.1 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	15
2.2 การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในสะเต็มศึกษา	18
ตอนที่ 3 การเรียนรู้และประเมินผ่านเกม	20
3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม	20
3.2 การบูรณาการการเรียนรู้ผ่านเกมกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	24
3.3 ตัวอย่างเกมพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในกลุ่มสะเต็มศึกษา	25
3.4 การออกแบบและพัฒนาเกม (Game Design and Development)	26
3.5 การประเมินผ่านเกม (Game-based Assessment)	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 4 การออกแบบเพื่อทุกคน	29
ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
3.1 กลุ่มเป้าหมาย	34
3.2 วิธีการวิจัย	36
ระยะที่ 1 การวิจัยเบื้องต้น	36
ระยะที่ 2 การพัฒนาเกม	36
2.1 การวิจัยเป็นวงจรซ้ำ	36
2.2 การประเมินถึงรวบยอด	38
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	39
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	42
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44
4.1 ความต้องการของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะ การแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	44
4.1.1 สภาพปัญหาของการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา	44
4.1.2 ปัญหาที่พบในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา	46
4.1.3 ความต้องการของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนา สมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	49
4.1.4 ข้อเสนอแนะและข้อสังเกต	52
4.2 กรอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการ แก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	52
4.2.1 กรอบการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหา ของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	52
4.2.2 ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	56
4.2.3 การปรับปรุงบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของ ผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของ ผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	68
4.3.1 สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกม	68
4.3.2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกม	70
4.3.3 ประสิทธิภาพการเรียนรู้ในการเล่นเกมนักเรียน	71
4.3.4 ความพึงพอใจของครูที่ใช้เกมในการจัดการเรียนรู้	72
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	73
สรุปผลการวิจัย	73
อภิปรายผล	74
ข้อจำกัดของผลการวิจัย	79
ข้อเสนอแนะ	79
ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	79
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	79
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป	80
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก	90
ภาคผนวก ก	91
ภาคผนวก ข	96
ภาคผนวก ค	121
ภาคผนวก ง	130

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 สมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม Control Wave	54
4.2 สมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม Yes/No Organ	55
4.3 สมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม P.W.Mastery	56
4.4 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อต้นแบบชุดเกม	63
4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบ t ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเล่นเกม Control Wave	68
4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบ t ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเล่นเกม Yes/No Organ	69
4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบ t ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเล่นเกม P.W. Mastery	69

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 วิจัยการการเรียนรู้เชิงประสบการณ์	10
2.2 แผนผังความคิดที่ระบุการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการวัด พื้นที่ใบไม้	16
2.3 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง สว่าง ไสวด้วยสายน้ำ	17
2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	33
4.1 อุปกรณ์โดยรวมของเกม Control Wave	57
4.2 การ์ด Mission ของเกม Yes/No Organ	59
4.3 การ์ด Question ของเกม Yes/No Organ	59
4.4 อุปกรณ์โดยรวมของเกม Yes/No Organ	60
4.5 อุปกรณ์โดยรวมของเกม P.W. Mastery	62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สมรรถนะ (Competency) ของผู้เรียนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาคนไทยให้มีความรู้ มีจินตนาการ คิดเป็น ทำเป็น และได้รับความสำคัญมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะสมรรถนะการแก้ปัญหา (Problem solving competency) สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในสมรรถนะในทักษะศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นกลุ่มทักษะที่ต้องนำมาใช้ในการจัดการกับปัญหา ประกอบด้วย ‘4C’ ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) การสร้างสรรค์ (Creativity) การสื่อสาร (Communication) และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) (World Economic Forum, 2016) สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะที่สำคัญในหลักสูตรฐานสมรรถนะของประเทศไทย ที่ให้ความสำคัญกับการใช้ความรู้หรือการลงมือปฏิบัติในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ประกอบด้วย 10 สมรรถนะหลักที่สำคัญ ซึ่งมี 3 สมรรถนะหลักที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะด้านการแก้ปัญหา ได้แก่ คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน (Mathematics in everyday life) การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry and scientific mind) และทักษะการคิดขั้นสูงและนวัตกรรม (Higher-order thinking skills and innovation) (ทศนา แคมมณี, 2562) การพัฒนาสมรรถนะด้านการแก้ปัญหาจึงค่อนข้างเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

แม้ว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาจะได้รับการเน้นย้ำถึงความสำคัญลำดับต้น ๆ ในการพัฒนาผู้เรียน แต่หลักฐานหลายประการสะท้อนว่าคุณภาพผู้เรียนในด้านนี้ยังด้อย ผลการจัดอันดับความสามารถทางการแข่งขันนานาชาติ (Global Competiveness Index: GCI) ปี พ.ศ.2561 โดยเว็ลด์ อีโคโนมิกฟอรัม (World Economic Forum : WEF) รายงานว่าภาพรวมของประเทศไทยอยู่ได้รับการจัดอันดับที่ 40 จาก 141 ประเทศทั่วโลก แต่ด้านการศึกษาและทักษะ (Education and Skills) อยู่อันดับที่ 73 ของโลก ด้วยคะแนน 62.3 และถือว่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของภูมิภาคเอเชียตะวันออกและแปซิฟิกที่มีค่าเฉลี่ย 67.3 รวมทั้งการสอนให้เด็กมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาให้ถูกจุดยังอยู่ในลำดับที่ 89 ของโลกด้วยคะแนน 37.0 (Schwab, 2019) นอกจากนี้ผลการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี จากโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ดำเนินการโดย Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD ซึ่งสะท้อนสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการแก้ปัญหาค่อนข้างมาก ผลการประเมินของประเทศไทยพบว่ามีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (489 คะแนน) และวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (489 คะแนน) (OECD, 2019) ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาให้ได้ผลจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนและต้องใช้วิธีการและสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ

เครื่องมือหนึ่งที่น่ามาใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในยุคปัจจุบันคือ เกม (Game) ซึ่งเกมที่น่ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรียกว่าเกมการศึกษา (Educational game) เกมช่วยให้ผู้เล่นเกิดความสุขสนานและเพลิดเพลิน ซึ่งสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ต้องการการเรียนรู้ที่สนุกและได้ลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้เกมยังช่วยในเรื่องของการตัดสินใจ (ณัฐญา นาคะสันต์ และ ชวณัฐ นาคะสันต์, 2559) ปัจจุบันเกมที่น่ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามประเภทของการนำเสนอ ได้แก่ เกมกิจกรรม (Activity game) บอร์ดเกม (Board game) และเกมคอมพิวเตอร์ (Computer game) แม้ว่าบอร์ดเกมจะมีข้อจำกัดในด้านการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลอย่างทันทีทันใดเหมือนคอมพิวเตอร์เกม แต่บอร์ดเกมมีข้อดีคือสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนในบริบทชีวิตจริง และใช้งบประมาณในการลงทุนต่ำทั้งในด้านการพัฒนาและการขยายผล รวมทั้งสร้างกิจกรรมได้ในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้คล้ายกับเกมกิจกรรม บอร์ดเกมจึงเป็นนวัตกรรมการศึกษาที่มีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนรู้และสมรรถนะของผู้เรียนในโรงเรียนและชุมชนโดยทั่วไป

แม้ว่าเกมจะได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น แต่เกมส่วนใหญ่ที่น่ามาใช้ในการทางการศึกษายังมีข้อจำกัดหลัก ๆ อย่างน้อย 3 ประการ ประการแรกคือเกมที่น่ามาใช้มักเป็นเกมสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา (Course content) มากกว่าสร้างสมรรถนะ หรืออีกนัยหนึ่งคือเน้นการสร้างให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ในการเรียนการสอนตามหลักสูตร (ตัวอย่าง Dancz et al., 2017) มากกว่าสร้างให้เกิดสมรรถนะตามที่หลักสูตรกำหนด ทำให้โอกาสในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านเกมมีน้อย ประการที่สองคือการใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ยังขาดการประเมินที่ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้โดยใช้เกม กล่าวคือมักใช้เกมเป็นเครื่องมือในการสร้างการเรียนรู้ และมีการประเมินแบบสรุปผล (Summative assessment) มากกว่าการประเมินความก้าวหน้า (Formative assessment) ทำให้การจัดการเรียนรู้และการประเมินแยกส่วนออกจากกัน ขาดโอกาสในการปรับปรุงพัฒนาผู้เรียนในระหว่างการเล่นเกมเนื่องจากสารสนเทศการประเมินไม่ได้ถูกเก็บและใช้ในระหว่างการเล่นเกม และส่งผลให้การเรียนรู้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ประการสุดท้าย เกมโดยทั่วไปไม่ได้ออกแบบมาเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายของ “สังคมสำหรับทุกคน : Inclusive Society” ที่มุ่งให้เด็กทุกคนอยู่ร่วมกัน ร่วมเรียนรู้ และเล่นด้วยกันตามวัยของเด็ก การจัดการศึกษาในบริบทของการเรียนรวม (Inclusive setting) ที่มีเด็กที่มีความต้องการพิเศษอยู่ในห้องเรียนเดียวกันกับเด็กปกติ เป็นความท้าทายอย่างมากสำหรับครูทั่วไป ส่วนหนึ่งเป็นเพราะวิธีการจัดการศึกษาและสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อจัดการเรียนรู้แบบเรียนรวม ทำให้เด็กที่มีความต้องการพิเศษถูกละเลยและไม่ได้รับโอกาสในการเรียนรู้เท่าที่ควร เพราะครูอาจจำเป็นต้องใส่ใจนักเรียนปกติที่มีจำนวนมากกว่า และเด็กที่มีความต้องการพิเศษถูกแยกออกไปต่างหาก การปฏิบัติดังกล่าวยังทำให้เกิดความสูญเสียโอกาสในการสร้างสังคมสำหรับทุกคน เด็กขาดความเข้าใจที่แท้จริงเกี่ยวกับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ และขาดโอกาสในการร่วมพัฒนาทักษะและสมรรถนะสำคัญไปพร้อมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีคุณภาพ

จากข้อจำกัดดังกล่าว การพัฒนานวัตกรรมการเกมที่เติมเต็มช่องว่าง 3 ส่วน ได้แก่ 1) จุดเน้นของเนื้อหา/กระบวนการของเกมคือสมรรถนะการแก้ปัญหา 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมที่บูรณาการการจัดการเรียนรู้และการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และ 3) เกมการศึกษาได้รับการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design) ให้เด็กปกติและเด็กทั่วไปสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้ จึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นยิ่ง ดังนั้น การวิจัยเรื่องนี้มุ่งออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้ได้บอร์ดเกมการศึกษาที่เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในการเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) เพื่อพัฒนารอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 3) เพื่อศึกษาผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

ตัวแปรหลักที่ใช้ในการวิจัย คือ สมรรถนะการแก้ปัญหา ประกอบด้วยด้านทักษะการแก้ปัญหา การรับรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง และพฤติกรรมการแก้ปัญหา

กลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย

กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย

- 1) กลุ่มครูผู้สอนให้ข้อมูลในการศึกษาความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน เป็นครูผู้รับผิดชอบสอนวิชาในกลุ่มสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 11 คน
- 2) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อมูลสำหรับการออกแบบและพัฒนาเกม ประกอบด้วย ผู้ปฏิบัติ (Practitioners) และผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ การจัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ ได้แก่ ผู้กำหนดนโยบาย 2 คน นักวิชาการ 4 คน ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา 5 คน นักออกแบบพัฒนาเกม 3 คน และครูผู้สอนการศึกษาพิเศษ 1 คน รวมจำนวน 15 คน
- 3) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน
- 4) กลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครอบครัวทั้งเด็กปกติและเด็กที่มีความต้องการพิเศษ โดยมุ่งเน้นในบริบทการเรียนรวม ประกอบด้วย 3 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่

3.1) กลุ่มที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์จัดตั้ง รอบที่ 1 จำนวน 90 คน ประกอบด้วยโรงเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน โรงเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน และโรงเรียนที่ 3 จำนวน 30 คน

3.2) กลุ่มที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์จัดตั้ง รอบที่ 2 จำนวน 90 คน ประกอบด้วยโรงเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน โรงเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน และ โรงเรียนที่ 3 จำนวน 30 คน

3.3) กลุ่มที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ห้องเรียนต่อ 1 เกม รวมจำนวน 90 คน ประกอบด้วยโรงเรียนที่ 1 ทดลองใช้หนึ่งเกมจำนวน 30 คน โรงเรียนที่ 2 ทดลองใช้ 2 เกม ๆ ละ 30 คน รวม 60 คน

สถานที่ทำวิจัย คือ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในขั้นตอนการออกแบบเกมใช้สถานที่ในห้องปฏิบัติการ ส่วนการพัฒนาเกม โดยเฉพาะการทดลองใช้ ใช้สถานที่ที่เป็นสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีการจัดการศึกษาแบบเรียนรวม

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง ความคิดเห็นของกลุ่มครูผู้สอนวิชาในกลุ่มสะเต็มศึกษา ที่แสดงถึงความประสงค์ที่ต้องการการตอบสนองหรือการสนับสนุนช่วยเหลือในด้านการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยศึกษาด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

บอร์ดเกมเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง บอร์ดเกมที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 บอร์ดเกม ประกอบด้วย เกม Yes/No Organ สอนเรื่องระบบย่อยอาหารและขับถ่ายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกม Control Wave สอนเรื่องคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเกม P.W. Mastery พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

สมรรถนะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนที่เป็นผลจากการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ คุณลักษณะ เพื่อนำมาซึ่งการลงมือแก้ปัญหาที่ได้ผล ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลที่จำเป็นในการทำความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกปัญหาที่จะแก้ 3) การแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหา 4) การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อดีข้อเสีย 5) การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และ 6) การติดตามและประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา โดยวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาจากทักษะการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา การรับรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง และพฤติกรรมการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาที่ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลที่จำเป็นในการทำความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกปัญหาที่จะแก้ 3) การแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหา 4) การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อดีข้อเสีย 5) การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และ 6) การติดตามและประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา วัดได้จากแบบสำรวจการแก้ปัญหาของนักเรียน ก่อนทำกิจกรรมและหลังทำกิจกรรม จำนวนครั้งละ 1 ข้อ เป็นแบบ

สถานการณ์ ที่มีข้อคำถามย่อยให้เขียนตอบจำนวน 5 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามย่อยจาก 0 ถึง 2 (“ไม่มีความสามารถ” ถึง “มีความสามารถชัดเจน”) คะแนนสูงหมายถึงมีทักษะการแก้ปัญหาสูง

การรับรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง หมายถึง การรับรู้ของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถของตนเองที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 1) การระบุข้อมูลที่จำเป็นในการทำความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกปัญหาที่จะแก้ 3) การแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหา 4) การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อดีข้อเสีย 5) การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และ 6) การติดตามและประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา วัดได้ด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการแก้ปัญหานักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 6 ข้อ มีทั้งข้อคำถามเชิงบวกและข้อคำถามเชิงลบ แต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก จาก “จริงที่สุด” ถึง “ไม่จริงเลย” คะแนนสูงหมายถึงมีการรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเองสูง

พฤติกรรมแก้ปัญห หมายถึง การปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหานักเรียน ประกอบด้วย 1) การระบุข้อมูลที่จำเป็นในการทำความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกปัญหาที่จะแก้ 3) การแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหา 4) การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อดีข้อเสีย 5) การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และ 6) การติดตามและประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา วัดได้ด้วยแบบสอบถามการปฏิบัติการแก้ปัญหานักเรียน จำนวนทั้งสิ้น 6 ข้อ แต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก จาก “เป็นประจำ” ถึง “ไม่เคย” คะแนนสูงหมายถึงมีพฤติกรรมแก้ปัญหสูง

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) นักวิชาการและนักวิจัยด้านการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา รวมทั้งหน่วยงานระดับนโยบายและระดับปฏิบัติทางการศึกษา ทราบสภาพ ปัญหา และความต้องการของครูผู้สอนเพิ่มเติมศึกษาในการเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสามารถนำไปเป็นสารสนเทศในการออกแบบนโยบายและนวัตกรรมในการเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้สอดคล้องกับความต้องการของครูผู้สอนได้

2) ผู้ปฏิบัติงานและนักวิชาการด้านการออกแบบและพัฒนาเกมเห็นกรอบการออกแบบเกมและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ออกแบบโดยใช้แนวคิดที่หลากหลาย ทั้งการพัฒนาสมรรถนะ (Competency development) การเรียนรู้และการประเมินผ่านเกม (Game-based learning and assessment) และการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal design) ที่ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และต่อยอดการทำงานพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้ต่อไปได้

3) กลุ่มผู้เกี่ยวข้องกับการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะผู้เรียนและครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทราบผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสะท้อนคุณภาพของเกม และเป็นสารสนเทศสำคัญในการตัดสินใจใช้เกมเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหานักเรียนทั้งในบริบทการเรียนรู้และการเล่น

เพื่อความสนุกสนาน และใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบมาให้พัฒนาสมรรถนะของนักเรียนปกติและนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ รวมทั้งประเมินผ่านเกมได้ นอกจากนี้หน่วยงานในระดับนโยบาย โดยเฉพาะด้านการศึกษาและสังคม รวมทั้งชุมชน/สังคม ได้สื่อที่ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของเยาวชนและสร้างสังคมที่ไม่แบ่งแยก

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมในการวิจัยเรื่องนี้ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญได้แก่ สมรรถนะการแก้ปัญหา การใช้เกมเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการออกแบบเพื่อทุกคน จากนั้นจึงนำเสนอกรอบแนวคิดการวิจัย รายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 สมรรถนะการแก้ปัญหา

1.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

สมรรถนะการแก้ปัญหาคือความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่ง ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าอธิบายด้วยแนวคิดทฤษฎีของฌอง เพียเจท์ (Jean Piaget) ที่ได้เสนอทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ตามแนวทางของสำนักปัญญานิยม (Cognitivism) โดยเชื่อว่าความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งกระบวนการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมมี 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การซึมซับหรือการดูดซึม (assimilation) เมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมจะเกิดการรับรู้ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ แล้วจัดระบบเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป และ 2) การปรับและการจัดระบบ (accommodation) เป็นปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างระบบความคิดเดิม เพื่อให้เกิดความสมดุลทางปัญญา (Piaget, 1943) การปรับค่านี้นี้เป็นการปรับและเปลี่ยนอันเกิดจากปฏิสัมพันธ์ทางกายและทางสังคม (Adeyemo, 2010) การปรับตัวนี้ทำให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาการทางสติปัญญา

เพียเจท์ อธิบายตามลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นที่แตกต่างกันตามช่วงวัย (เต็มศักดิ์ คทวณิช, 2553; จิราภา เต็งไตรรัตน์, 2554; Piaget, 1943; Adeyemo, 2010) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การใช้ประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ (Sensorimotor Stage) อยู่ในช่วงวัยแรกเกิด - 2 ปี หรือวัยทารก สติปัญญาเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการใช้ประสาทสัมผัสหรือการเคลื่อนไหวผ่านกิจกรรมที่ใช้อวัยวะหรือกล้ามเนื้อต่าง ๆ เด็กวัยนี้มีการรับรู้สิ่งเร้าที่มองเห็นหรือสัมผัสอยู่เท่านั้น

ขั้นที่ 2 การคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperational Stage) ช่วงอายุประมาณ 2-7 ปี หรือเทียบได้กับวัยเด็กก่อนเรียน จนถึงวัยเริ่มต้นเข้าเรียน ขั้นนี้เด็กสามารถสร้างมโนทัศน์หยาบ ๆ และใช้ภาษาอธิบายตนเองได้ จัดจำแนกวัตถุตามลักษณะบางอย่างได้ สติปัญญาแสดงให้เห็นได้ด้วยการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งต่าง ๆ มีการพัฒนา ความจำและจินตนาการ แต่การคิดยังไม่เป็นเหตุเป็นผลมากนัก

ขั้นที่ 3 การคิดแบบปฏิบัติการเชิงรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ช่วงอายุประมาณ 7-11 ปี หรือเด็กในวัยเรียน จะเริ่มคิดแบบมีเหตุผลเชิงรูปธรรม สามารถคิดเข้าใจในความสัมพันธ์เชิงเหตุและผล แต่เฉพาะกับเรื่องที่เป็นรูปธรรมและแนวคิดง่าย ๆ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโลกเกิดจากประสบการณ์

การลงมือปฏิบัติ (Inhelder & Piaget, 1958) เด็กในวัยตั้งแต่ 8 ปีขึ้นไป มักชอบการอ่านและมีจินตนาการสูง เนื่องมาจากการอ่าน

ขั้นที่ 4 การคิดแบบปฏิบัติการเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) ช่วงอายุ 11-15 ปี หรือในช่วงวัยรุ่นตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงวัยในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่การวิจัยเรื่องนี้สนใจศึกษา เป็นวัยที่สามารถคิดแบบมีเหตุผลเชิงนามธรรมได้ เช่น ตั้งสมมติฐานแล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ สนใจที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ กล้าที่จะลองผิดลองถูก

สรุปได้ว่า เด็กในขั้นที่ 1 และ 2 มีพัฒนาการทางปัญญาผ่านประสานสัมผัสเป็นหลัก เด็กในขั้นที่ 3 มีความสามารถในการคิดที่เป็นรูปธรรม และในขั้นที่ 4 เด็กในช่วงวัยรุ่นสามารถคิดเชิงเหตุผลแบบเป็นนามธรรมได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหาที่ต้องอาศัยการคิดที่เน้นความเป็นเหตุเป็นผล การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในช่วงวัยนี้จึงเป็นช่วงที่เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และการใช้ชีวิตของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล

ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลเป็นอีกแนวคิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาอธิบายสมรรถนะการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้ ทฤษฎีนี้จัดอยู่ในกลุ่มจิตวิทยาการรู้คิด (Cognitive Psychology) โดยให้ความสนใจการประมวลผลข้อมูลภายในกระบวนการทางปัญญาของมนุษย์ ตั้งแต่การรับข้อมูล ส่งผ่านข้อมูล ประมวลผลข้อมูล จนถึงการแสดงออกมาเป็นพฤติกรรม กล่าวคือเป็นการอธิบายว่ามีการรับข้อมูลเข้าอย่างไร มีการประมวลผลข้อมูลอย่างไรบ้างภายในกระบวนการทางปัญญาจนกระทั่งได้ออกมาเป็นพฤติกรรม

Klausmeier (1985) อธิบายกระบวนการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ โดยเริ่มต้นจากการรับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนรู้จัก (Recognition) หรือมีความสนใจ (Attention) และบันทึกไว้ในความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ซึ่งมีระยะเวลาที่จำกัดมาก จึงอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการจำช่วย เช่น การจัดกลุ่มคำ หรือการท่องซ้ำ ๆ เพื่อเก็บข้อมูลไว้ใช้เป็นการชั่วคราว การเก็บข้อมูลไว้ใช้ในภายหลังทำได้โดยการประมวลและเปลี่ยนรูปข้อมูลโดยการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อเก็บไว้ในความจำระยะยาว (Long Term Memory) ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการจำช่วย เช่น การท่องซ้ำหลาย ๆ ครั้ง หรือทำกระบวนการขยายความคิด (Elaborative Operations Process) ที่เป็นการจัดกระทำข้อมูลให้มีความหมายด้วยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้สิ่งใหม่กับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อนแล้ว ความจำระยะยาวมี 2 ชนิด ได้แก่ ความจำเกี่ยวกับภาษา (Semantic) และความจำเกี่ยวกับเหตุการณ์ (Affective) หลังจากบันทึกข้อมูลไว้ในความจำระยะยาวแล้ว บุคคลจะสามารถเรียกข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้ด้วยการถอดรหัสข้อมูล (Decoding) จากความจำระยะยาว และส่งต่อข้อมูลที่ถอดรหัสแล้วไปยังตัวก่อกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหว การกระทำ หรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

นอกจากนี้ Stemberg (1985) ยังเสนอว่ากระบวนการทางปัญญาประกอบด้วย (1) กระบวนการทางปัญญาระดับสูง (Meta component) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับการวางแผน การกำกับดูแลและการประเมินผล (2) กระบวนการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแผนหรือกลวิธีที่กำหนดไว้ (Performance component) และ (3) กระบวนการแสวงหาความรู้ (Knowledge acquisition component)

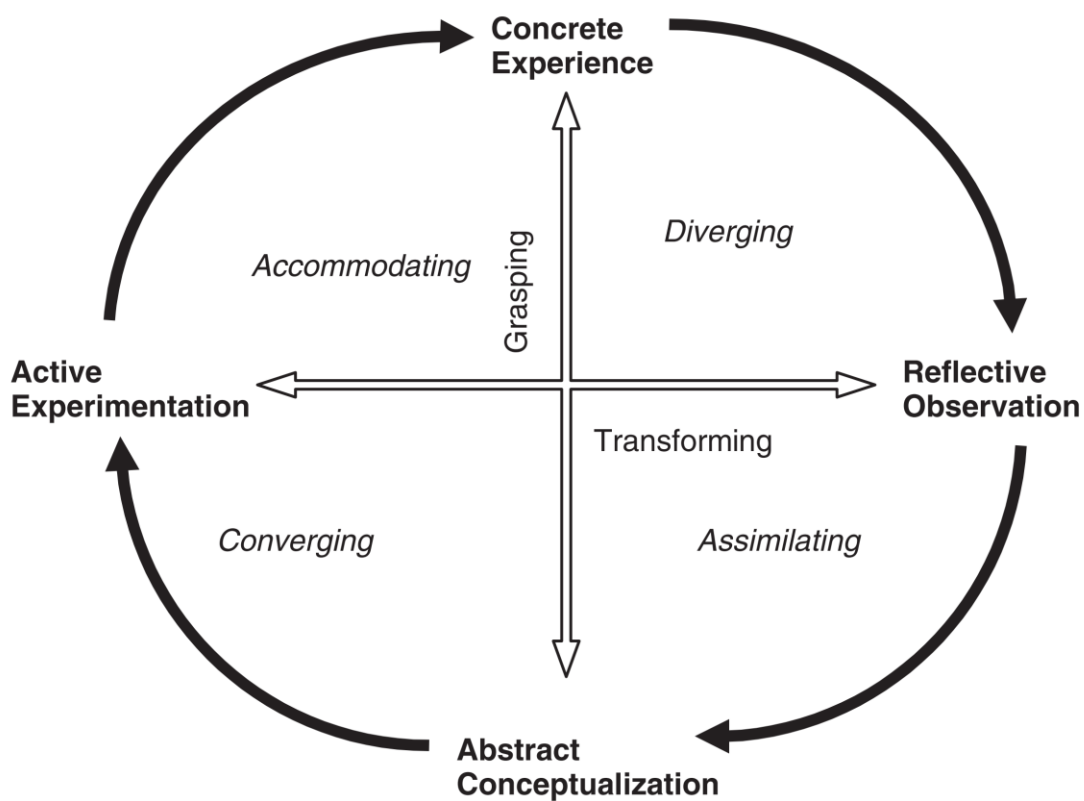
สรุปได้ว่าการแก้ปัญหา บุคคลจะรับข้อมูลจากสิ่งเร้าแล้วดำเนินการประมวลผลข้อมูลตามกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหา ในลักษณะของการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามแผนหรือยุทธวิธีที่กำหนดไว้ ซึ่งต้องจัดกระทำสิ่งเร้าให้สอดคล้องกับความรู้จักและความสนใจของผู้เรียน

ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีการเรียนรู้ในยุคก่อนหน้านี้หลายแนวคิด บนรากฐานของนักคิดที่เป็นที่รู้จักจำนวนมาก อาทิ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เคิร์ต เลวิน (Kurt Lewin) จีน เพียร์เจท์ (Jean Piaget) วิลเลียม เจมส์ (William James) คาร์ล จุง (Carl Jung) เปาโล แฟร์รี (Paulo Freire) คาร์ล โรเจอร์ส (Carl Rogers) เป็นต้น โดยแนวคิดนี้มองกระบวนการเรียนรู้เป็นองค์รวม (Holistic) และเป็นพลวัต (Dynamic) ที่ตั้งอยู่บนรากฐานของวัฏจักรการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยกระบวนการคู่ สองกระบวนการคือ การกระทำ/การสะท้อนคิด และการได้รับประสบการณ์/การสรุปสาระสำคัญ งานวิจัยที่ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์นั้นได้มีการเกิดขึ้นในหลาย ๆ ที่รอบโลกแสดงให้เห็นว่ารูปแบบนี้สามารถนำประยุกต์ใช้ข้ามวัฒนธรรมได้หรือประยุกต์ใช้ได้แม้ว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นในบริบทที่มีวัฒนธรรมที่แตกต่างกันก็ตาม โดยทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อ 6 ประการคือ

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการไม่ใช่ผลลัพธ์ กล่าวคือ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตลอดช่วงการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังเสร็จสิ้นกระบวนการ
2. การเรียนรู้ทุกอย่างเป็นการเรียนรู้ซ้ำ กล่าวคือ ผู้เรียนทุกคนต่างมีความรู้เดิม หรือ มีความคิดความเข้าใจบางอย่างเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียนก่อนการเรียนอยู่แล้ว ดังนั้นการเรียนรู้จึงเป็นการดั่งนั้น ตรวจสอบ ทดสอบ และบูรณาการ ความคิดใหม่ ๆ เข้าด้วยกัน
3. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการคลี่คลายความขัดแย้งระหว่างความเชื่อเดิม กับการปรับตัวเข้ากับโลก ความขัดแย้ง ความแตกต่าง และความเห็นต่าง จะเป็นตัวส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการปรับตัวเชิงองค์รวม กล่าวคือ การเรียนรู้ไม่ใช่แค่ผลของความคิดเท่านั้น แต่เป็นผลของการบูรณาการความเป็นบุคคล ทั้งความคิด ความรู้สึก การรับรู้ และการแสดงพฤติกรรม
5. การเรียนรู้เป็นผลจากการร่วมปฏิสัมพันธ์กันระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม รูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์ที่มีความมั่นคงและยั่งยืนนั้นจะเกิดขึ้นจากรูปแบบการเชื่อมโยงระหว่างตัวบุคคลและสิ่งแวดล้อมของเขา วิธีการที่เราใช้ในการสร้างความเป็นไปได้ในแต่ละประสบการณ์ใหม่ ๆ จะเป็นตัวกำหนดว่าเราจะสามารถมองเห็นทางเลือกและการตัดสินใจของเรา
6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความรู้ กล่าวคือ องค์ความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสังคมนั้น เป็นสิ่งประกอบสร้าง และองค์ความรู้เหล่านี้จะถูกผลิตซ้ำเป็นองค์ความรู้ส่วนตัวของผู้เรียนแต่ละคนผ่านการได้รับประสบการณ์ของพวกเขา

ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ได้นิยามการเรียนรู้ว่าเป็นกระบวนการซึ่งความรู้จะถูกสร้างขึ้นผ่านการเปลี่ยนประสบการณ์ให้เป็นความรู้ (the process whereby knowledge is created through the transformation of experience.) ความรู้จึงเป็นผลรวมของการรับประสบการณ์ (Grasping) และการเปลี่ยนประสบการณ์ให้เป็นความรู้ (Transforming) (Kolb, 1984: 41) การเรียนรู้เชิงประสบการณ์จะประกอบด้วยกิจกรรม 2 ลักษณะคือ การรับประสบการณ์ได้แก่ ประสบการณ์เชิงรูปธรรม (Concrete Experience: CE) และ การสรุปแนวคิดเชิงนามธรรม (Abstract Conceptualization: AC) และกิจกรรมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนประสบการณ์ให้เป็นความรู้ การสังเกตเชิงสะท้อนคิด (Reflective Observation: RO) และ การทดลองเชิงการกระทำ (Active Experimentation: AE) การเรียนรู้เชิงประสบการณ์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ที่เกิดจากการสร้างความเครียดที่เป็นผลจากรูปแบบของการเรียนรู้ทั้ง 4 อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งความเครียดนี้เป็นผลจากการสนองต่อความต้องการในบริบทนั้น ๆ กระบวนการนี้เป็นวัฏจักร หรือ วงจร ซึ่งผู้เรียนจะผ่านประสบการณ์ทั้ง 4 รูปแบบซ้ำไปซ้ำมาคือ การได้รับประสบการณ์ การสะท้อนคิด การคิดพิจารณา การทดลองทำ การได้รับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ณ ขณะนั้น เป็นขั้นตอนพื้นฐานนำไปสู่การสังเกต การสะท้อนคิด การสะท้อนคิดเหล่านี้จะทำให้บุคคลได้ดูดซับความรู้และตกผลึกเป็นแนวคิดเชิงนามธรรมจนนำไปสู่การนำแนวคิดเหล่านี้ไปใช้ในการปฏิบัติต่อไป และการปฏิบัตินี้จะทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
ที่มา Kolb & Kolb (2009)

สรุปได้ว่าการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนเองทั้งนี้ผู้เรียนนั้นมีความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาอยู่แล้ว แต่เกมจะสร้างชุดประสบการณ์ที่อาจทำให้เกิด

ความขัดแย้งกับความเข้าใจเดิมทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ โดยผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ 4 กิจกรรมได้แก่ การได้รับประสบการณ์ การสะท้อนคิด การคิดพิจารณา การทดลองทำ

1.2 ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหา

ความเปลี่ยนแปลงของโลกในด้านต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งได้รับผลมาจากกระแสโลกาภิวัตน์ ทำให้วิทยาการและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศเปลี่ยนแปลงไป ประเทศต่าง ๆ ต้องเตรียมคนรุ่นใหม่เพื่อเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ให้ทุกคนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิจารณ์ พานิช, 2555; Ministry of Education, 2012) เพื่อสร้างและพัฒนาเป็นภูมิคุ้มกันชีวิตให้กับเด็กและเยาวชนเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวในปัจจุบันและเตรียมความพร้อมสำหรับอนาคต ทั้งนี้ยังเป็นการสร้างศักยภาพและความได้เปรียบในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ได้ การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ในอนาคต การมีส่วนร่วมในสังคมอย่างมีคุณภาพ และการทำกิจกรรมส่วนตัว (OECD, 2004) ความสำคัญของการแก้ปัญหาที่มีต่อเด็กและเยาวชนรุ่นใหม่ ในศตวรรษที่ 21 ตามที่กล่าวมานี้มีความสอดคล้องกับความสำคัญของสมรรถนะการแก้ปัญหา

การให้ความหมายของคำว่าสมรรถนะการแก้ปัญหานั้นมีหลากหลาย ตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน โดยเรียกสมรรถนะนี้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งหมายถึง “เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ รวมทั้งตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม” เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

สมรรถนะการแก้ปัญหานั้นมีการเรียกที่หลากหลาย OECD (2004, p.26) เรียกว่า สมรรถนะการแก้ปัญหา และให้ความหมายว่า “เป็นความสามารถที่จะใช้กระบวนการทางสติปัญญาในการเผชิญหน้า และแก้ไขสถานการณ์จริงที่ข้ามสาขาวิชา ซึ่งไม่มีวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจนกำหนดให้ และในสถานการณ์ที่ความรู้ที่ใช้แก้ปัญหานั้นไม่ใช่เนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือการอ่านก็ตาม” โดยนักเรียนต้องแสดงออกว่ามีความสามารถในการเข้าใจปัญหา บอกลักษณะของปัญหา (เช่น ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือข้อจำกัดของปัญหา) แสดงการนำเสนอปัญหา ลงมือแก้ปัญหา ตรวจสอบหรือสะท้อนการแก้ปัญหา และสื่อสารผลการแก้ปัญหาได้ ส่วนสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562, หน้า 8) เรียกว่า ทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหนึ่งในสมรรถนะหลักด้านทักษะการคิดขั้นสูงและนวัตกรรม และให้ความหมายว่า “เป็นกระบวนการคิดที่มุ่งไปที่ความเข้าใจเหตุและผลของปัญหา การแก้ปัญหาให้ได้ผลจะต้องหาต้นเหตุของปัญหานั้น และขจัดที่เหตุซึ่งต้องอาศัยวิธีการ ที่เหมาะสม เมื่อได้วิธีการที่น่าจะดีที่สุดแล้ว ก็ต้องวางแผนดำเนินการแก้ไขปัญหานั้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และลงมือทำตามแผนนั้น เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล

ปรับปรุง จนบรรลุผลตามเป้าหมายที่ต้องการ” แม้จะเรียกต่างกันแต่สรุปได้ว่า สมรรถนะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติ เพื่อนำมาซึ่งการแก้ปัญหาที่ได้ผล

สมรรถนะการแก้ปัญหามีหลายองค์ประกอบ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนไว้ 5 สมรรถนะ และความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะหนึ่ง โดยหมายถึง “ความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม” (สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555, 3) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562, 8) ระบุในรายงานผลการวิจัยและพัฒนา กรอบสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ว่าทักษะการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในสมรรถนะหลักด้านทักษะการคิดขั้นสูงและนวัตกรรม (Higher Order Thinking Skills and Innovation: HOTS, Critical Thinking, Problem Solving, Creative Thinking) โดย “ทักษะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการคิดที่มุ่งไปที่ความเข้าใจเหตุและผลของปัญหา การแก้ปัญหาให้ได้ผลจะต้องหาต้นเหตุของปัญหานั้น และขจัดที่เหตุซึ่งต้องอาศัย วิธีการ ที่เหมาะสม เมื่อได้วิธีการที่น่าจะดีที่สุดแล้ว ก็ต้องวางแผนดำเนินการแก้ไข ปัญหานั้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และลงมือทำตามแผนนั้น เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล ปรับปรุง จนบรรลุผลตามเป้าหมายที่ต้องการ” ส่วน PISA (2012, 122) นิยามว่าสมรรถนะการแก้ปัญหา เป็น “ความสามารถของบุคคลในดำเนินการทางปัญญาในการทำความเข้าใจและแก้สถานการณ์ปัญหา เมื่อทางออกไม่ชัดเจน สมรรถนะการแก้ปัญหประกอบด้วย การเข้าร่วมในการแก้ปัญหอย่างเต็มที่ เพื่อบรรลุถึงศักยภาพของตนเองในการเป็นพลเมืองที่ตื่นตัวและสร้างประโยชน์” Hoi และคณะ (2018,) นิยามว่า สมรรถนะการแก้ปัญหา หมายถึง “ความสามารถของบุคคลที่ใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ส่วนตัว ในการค้นพบปัญหา ค้นหาทางแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา อย่างมีประสิทธิภาพ”

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุว่าความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบและสรุปผล และ 2) ผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจาก 5 ประการ ได้แก่ สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้ ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และสามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย Polya (1957) ระบุว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 4 ระยะ ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา ประกอบด้วย การระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และบ่งชี้สิ่งที่โจทย์ให้ค้นหา (the unknown) 2) กำหนดแผนการแก้ปัญหา นักเรียนใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการวางแผนแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหตามแผน นักเรียนปรับและตรวจสอบแต่ละขั้นตอน และ 4) สะท้อนทางออก ประกอบด้วย การตรวจสอบผล และรวบรวมสิ่งที่ได้เรียนรู้เพื่อสรุปอ้างอิงไปใช้กับปัญหาใหม่ ส่วน PISA (2012) ระบุว่า การแก้ปัญหาเป็น

กระบวนการที่มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ การสำรวจและทำความเข้าใจ การแสดงและสร้าง (representing and formulating) การวางแผนและดำเนินการ การกำกับติดตามและการสะท้อน สำหรับ Koppelt (2011) ระบุว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การแสดงปัญหา การแก้ปัญหา และการสะท้อนและการสื่อสารทางแก้ปัญหา นอกจากนี้สันทัต พรประเสริฐมานิต (2550) มองการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีจุดหมายที่ต้องการบรรลุ แต่มีอุปสรรคขัดขวางทำให้ไม่สามารถบรรลุจุดหมายได้ โดยกระบวนการแก้ปัญหาคือต้องมียุทธศาสตร์ประกอบของการตอบให้ได้ว่าปัญหาคืออะไร ค้นหาสาเหตุของปัญหา ค้นหาทางเลือกในการแก้ไขปัญหา พิจารณาข้อดีและข้อเสียของปัญหา ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา ลงมือแก้ไขปัญหา ติดตามและปรับปรุงการแก้ปัญหาต่อไป ซึ่งค่อนข้างครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาลดแล้ว

อีกกลุ่มหนึ่งที่มีมุมมองต่อการแก้ปัญหาในเชิงทักษะ โดยพิจารณาว่าการแก้ปัญหาประกอบด้วยทักษะทางพุทธิปัญญาที่ครอบคลุมหลายด้าน เช่น การทำความเข้าใจปัญหา การประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์ การอ่านข้อมูลสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน การตอบข้อสอบโดยการเขียนข้อความ (พลรพี ทูมาพันธ์ Dongsheng Dong และ Min Li, 2563) ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นความสำคัญของพุทธิปัญญาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

Hoi และคณะ (2018) ระบุโครงสร้างของสมรรถนะการแก้ปัญหา ประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน 4 ทักษะ ได้แก่

1. การสำรวจและค้นพบปัญหา ประกอบด้วยทักษะย่อยดังนี้ 1) วิเคราะห์สถานการณ์ สร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ปรากฏการณ์ 2) เข้าใจความขัดแย้งปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น และความรู้ที่เรียนไปแล้ว และ 3) แสดงปัญหาออกมาในรูปคำถาม

2. การตั้งสมมติฐาน ประกอบด้วยทักษะย่อยดังนี้ 1) รวบรวม เลือกรวบรวม จัดวางปัญหาเนื้อหาและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 2) ตั้งความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาของปัญหากับเนื้อหาของความรู้ที่เรียนไปแล้ว และ 3) เสนอสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสาเหตุและผล

3. การวางแผนและแก้ปัญหา ประกอบด้วยทักษะย่อยดังนี้ 1) เสนอวิธีการทดสอบสมมติฐาน โดยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หรือ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ และ 2) อธิบายสาเหตุของปัญหา สร้างข้อสรุปเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา

4. การประเมินทางแก้ปัญหาและการสร้างข้อสรุป ประกอบด้วยทักษะย่อยดังนี้ 1) ประเมินประสิทธิผลของการแก้ปัญหา 2) สังเคราะห์ สรุปอ้างอิงความรู้จากความรู้ใหม่ และ 3) ยืนยันความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับหลังจากเสร็จสิ้นการแก้ปัญหา

จากการพิจารณาสมรรถนะการแก้ปัญหาสรุปได้ว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนที่เป็นผลจากการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ คุณลักษณะ เพื่อนำมาซึ่งการลงมือแก้ปัญหาที่ได้ผล ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลที่จำเป็นในการทำความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกปัญหาที่จะแก้ 3) การแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหา 4) การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากข้อดีข้อเสีย 5) การดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ และ 6) การติดตามและประเมินการดำเนินการแก้ปัญหา

1.3 การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา

การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหานั้นมีความท้าทายหลายประการ ประการสำคัญคือการประเมินในปัจจุบันยังไม่สามารถประเมินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Thummaphan, 2017) โดยเฉพาะในเชิงสมรรถนะที่มีการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะต่าง ๆ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง การประเมินสมรรถนะจึงมักประเมินการปฏิบัติ (performance assessment) ที่ช่วยเห็นการแสดงออกหรือการกระทำโดยใช้สถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริง นอกจากนี้แนวปฏิบัติในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหานั้นเน้นข้อมูลหรือหลักฐานการประเมินจากแหล่งที่หลากหลายด้วยวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นเกณฑ์คุณภาพ (Rubric) และแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า ตัวอย่างเช่นผู้เรียน สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555) ระบุเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ว่ามีทั้งแบบประเมินสมรรถนะโดยให้ครูผู้สอนประเมินผู้เรียนด้วยการใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นเกณฑ์คุณภาพ (Rubric) แบบประเมินสมรรถนะโดยให้ผู้เรียนประเมินตนเอง ฉบับที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนสำหรับนักเรียนประเมินตนเอง เป็นมาตรวัดประมาณค่า (Rating scale) และแบบประเมินสมรรถนะที่ให้ผู้เรียนประเมินผู้เรียน (สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) การใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่าสอดคล้องกับแบบสอบถามที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของเยาวชนในศตวรรษที่ 21 ของโครงการ Partnership with Youth ที่สมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของด้านสติปัญญา (Cognitive/Intellectual) และเป็นแบบสอบถามมาตราประมาณค่า 6 ระดับ ตั้งแต่เห็นด้วยมากที่สุดจนถึงไม่รู้ (IREX, 2012) แสดงว่าวิธีการเหล่านี้เป็นวิธีการที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาได้

นอกจากนี้ Reeff, Zabal, & Blech (2006) ได้พัฒนากรอบแนวคิดในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา โดยระบุว่ามีความเป็นไปได้ที่จะประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาได้โดยตรงด้วยการใช้สถานการณ์การแก้ปัญหาที่คงที่ (static) และเปลี่ยนแปลงได้ (dynamic) ในบริบททั่วไป ซึ่งมักใช้สถานการณ์คล้ายคลึงกับในชีวิตประจำวัน

การพิจารณาระดับสมรรถนะการแก้ปัญหา แบ่งเป็น 3 ระดับ (OECD, 2013a) ได้แก่

ระดับสูง นักเรียนสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์และสอดคล้องในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน หาคำตอบผ่านการสำรวจและการดำเนินการตามแผนหลายขั้นตอน

ระดับปานกลาง นักเรียนสามารถควบคุมเครื่องมือเครื่องมือที่ซับซ้อนปานกลางได้ แต่ไม่มีประสิทธิภาพทุกครั้ง รวมทั้งจัดการเงื่อนไขหลายอย่างหรือองค์ประกอบที่สัมพันธ์กันโดยการควบคุมตัวแปรได้

ระดับต่ำ นักเรียนสามารถตอบคำถามที่มีข้อจำกัดที่เฉพาะเจาะจงหนึ่งอย่างได้ รวมทั้งอธิบายพฤติกรรมหรือลักษณะของหัวข้อที่ง่ายได้

สำหรับการวิจัยครั้งนี้การประเมินสมรรถนะออกแบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลายทั้งแบบประเมิน ทักษะการแก้ปัญหาที่ให้ผู้ตอบเผชิญ

สถานการณ์ปัญหาและเขียนแสดงการแก้ปัญหาที่มีแนวทางการให้คะแนนเป็น 3 ระดับจากระดับที่คำตอบสะท้อนการไม่สามารถทำได้จนถึงระดับที่คำตอบสะท้อนการทำได้อย่างชัดเจนและสมเหตุสมผล แบบประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา แบบประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหา ที่เป็นแบบสอบถามมาตรฐานค่า การออกแบบเครื่องมือเหล่านี้เน้นความเหมาะสมในทางปฏิบัติและการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

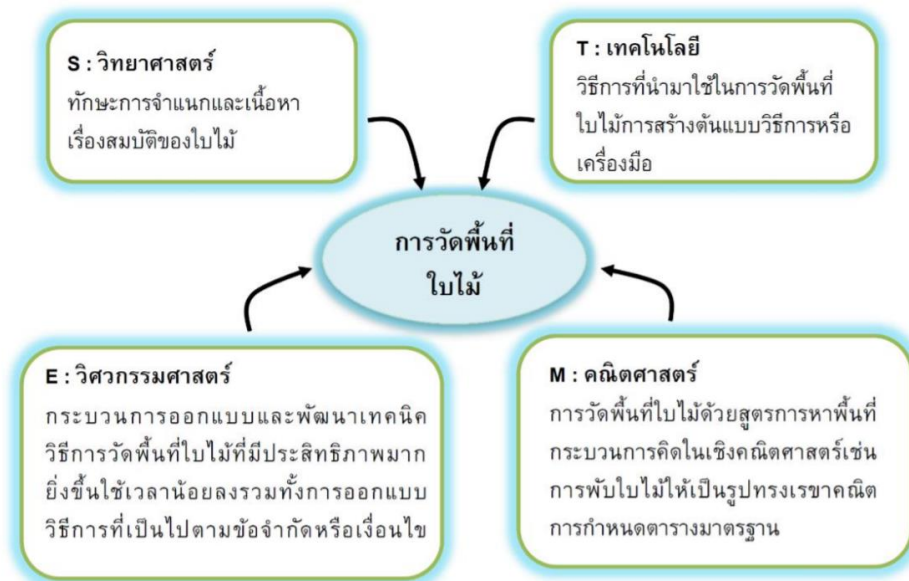
ตอนที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในสะเต็มศึกษา

2.1 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

คำว่าสะเต็มศึกษาเป็นคำที่ได้ยินในวงการศึกษามาเป็นเวลานาน สะเต็ม (STEM) เป็นตัวย่อของสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (science, technology, engineering and mathematics) สำหรับความหมายของสะเต็มศึกษานั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ข) กล่าวว่า “สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต” (หน้า 4) อย่างไรก็ตามความหมายของสะเต็มศึกษาสื่อถึงทั้งวิธีการที่บูรณาการระหว่างสาขาวิชา และลักษณะของสาขาวิชาที่เฉพาะเจาะจงแบบดั้งเดิม และทั้งสองแบบเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ในเชิงการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (Siekmann, 2016) สะเต็มศึกษาแบบบูรณาการเป็นการรวมศาสตร์หรือสาขาวิชาเข้าด้วยกันเพื่อทำความเข้าใจและแก้ปัญหาในโลกความเป็นจริง ผลลัพธ์การเรียนรู้จึงเน้นสมรรถนะที่เกิดจากการบูรณาการระหว่างความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ การศึกษาชนิดนี้ยังคงมีน้อยและยากที่จะวัดหรือกำกับติดตาม ส่วนสะเต็มศึกษาแบบดั้งเดิมที่แยกสอนวิชาเดียว เช่น วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยมีจุดเน้นในการสอนความรู้และทักษะเฉพาะของแต่ละสาขาวิชา (Siekmann, 2016) สำหรับประเทศไทย การจัดสะเต็มศึกษาพบทั้งสองรูปแบบ โดยรูปแบบดั้งเดิมพบเห็นได้ทั่วไปและค่อนข้างแพร่หลาย

การจัดการเรียนรู้วิชาสะเต็มศึกษาสามารถดำเนินการได้หลากหลาย กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีลักษณะสำคัญหลายประการ ได้แก่ 1) มีการบูรณาการความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ 2) เน้นการเรียนรู้ที่มีความหมาย นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาและพัฒนากระบวนการและผลผลิตใหม่ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) หรือใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 3) เน้นการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (Formative assessment) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ข; สุทธิธา จำรัส, 2560) การจัดการเรียนรู้วิชาสะเต็มศึกษาจึงช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่นำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญต่าง ๆ ตามมา

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนั้นทำได้หลายลักษณะ การบูรณาการนั้นทำได้ทั้งการบูรณาการเนื้อหา การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการเป้าหมายการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ทำได้ทั้งการบูรณาการภายในวิชาที่เป็นการสอนวิชาต่าง ๆ แยกกัน การบูรณาการหลายวิชาโดยมีหัวข้อหลัก (theme) ร่วมกัน การบูรณาการระหว่างวิชาโดยมีกิจกรรมที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของวิชาอย่างน้อย 2 วิชา ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและฝึกทักษะร่วมกัน และการบูรณาการข้ามสาขาวิชาที่ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ในวิชาต่าง ๆ กับชีวิตจริงผ่านการลงมือแก้ปัญหาในสังคมหรือชุมชน การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อให้ได้ผลดีนั้นมีข้อควรคำนึงหลายประการ ทั้งการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ทำงานกลุ่มด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงกับปัญหาในชีวิตจริง เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมความกล้าแสดงความคิดเห็นและกล้าแสดงออก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ข) ข้อควรคำนึงเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนั้นเน้นการให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ที่บูรณาการวิชาต่าง ๆ ผ่านการลงมือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต ตัวอย่างการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ปรากฏดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2.2 แผนผังความคิดที่ระบุงการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการวัดพื้นที่ใบไม้
ที่มา: สุทธิดา จำรัส (2559)

การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเน้นการออกแบบและการลงมือปฏิบัติผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานและการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเน้นการออกแบบเพื่อให้ได้ชิ้นงานหรือวิธีการที่เป็นผลผลิตจากการทำโครงการ ส่วนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเน้นการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ทางออกหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การจัดการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบช่วยส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาตามความสนใจ ได้เรียนรู้การทำงานทั้งแบบเป็นรายบุคคล

และกลุ่ม ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ในโลกยุคปัจจุบัน ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา แสดงดังแผนภาพที่ 2.2 ซึ่งเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องสว่างไสวด้วยสายน้ำ ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้โครงงานเป็นฐาน

ชื่อกิจกรรม	วัตถุประสงค์	รายละเอียด
3. สว่างไสวด้วยสายน้ำ	<ol style="list-style-type: none"> 1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าโดยพลังงานน้ำ จากอุปกรณ์แบบต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน 2. ออกแบบและสร้างกังหันน้ำตามกระบวนการทางวิศวกรรมโดยเลือกใช้วัสดุในการสร้างกังหันน้ำอย่างเหมาะสม 3. เขียนโปรแกรมนับจำนวนรอบการหมุนของกังหันน้ำ 4. วิเคราะห์และเขียนสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า 	<p>สาระสำคัญ: พลังงานน้ำสามารถทำให้วัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่หรือหมุนได้ จึงมีการนำพลังงานน้ำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า โดยใช้หลักการถ่ายโอนพลังงานน้ำจากแหล่งกักเก็บไปยังกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่อยู่ในระดับต่ำกว่า เพื่อเปลี่ยนพลังงานจลน์การหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้า กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต เรื่องการหมุน มาออกแบบกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันน้ำได้อย่างเหมาะสม</p> <p>ประโยชน์ที่ได้รับ: นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าโดยพลังงานน้ำและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้กับหลักการผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่และขนาดเล็ก</p>

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง สว่างไสวด้วยสายน้ำ
ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557ข)

การประเมินการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเน้นการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กล่าวคือเน้นการประเมินเพื่อให้ได้สารสนเทศในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้การประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) และการประเมินการปฏิบัติ (performance assessment) การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในการทำกิจกรรมของผู้เรียน ที่สะท้อนความรู้ ความคิด เจตคติ ทักษะความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถที่สอดคล้องกับความเป็นจริง ส่วนการประเมินการปฏิบัติเป็นการประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงหรือความเป็นจริง ซึ่งทำให้เห็นความสามารถในเชิงปฏิบัติของผู้เรียนได้ การประเมินการปฏิบัตินั้นประเมินได้ทั้งกระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน โดยต้องมีเกณฑ์การประเมินหรือเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและเหมาะสมกับงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นมีทั้งแบบที่พบบ่อยโดยทั่วไปคือสะเต็มศึกษาแบบแยกสาขาวิชา และแบบบูรณาการที่ทำให้หลายระดับตั้งแต่การบูรณาการในวิชาไปจนถึงข้ามสาขาวิชา เน้นการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและการใช้ปัญหาเป็นฐาน และประเมินการเรียนรู้เพื่อพัฒนา

ที่เน้นการประเมินตามสภาพจริงและการประเมินการปฏิบัติ การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมในงานวิจัยนี้ เน้นสะสมเต็มศึกษาที่พบได้โดยทั่วไปคือแบบแยกสาขาวิชา กล่าวคือเป็นวิชาใดวิชาหนึ่งในกลุ่มวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เน้นการใช้ปัญหาเป็นฐานที่สอดคล้องกับการเล่นเกม และเน้นการประเมินเพื่อพัฒนาตามสภาพจริงในการเล่น

2.2 การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในสะสมเต็มศึกษา

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งจำเป็น ระบบการศึกษาจะต้องดำเนินการเพื่อยกระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้น (สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญ เดชศรี และ อัมพิกา ประโมจน์, 2549) โดยสามารถทำได้ทั้งการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยเป็นการแก้ปัญหาส่วนบุคคล ดังเช่นในการประเมิน PISA ปี 2003 และปี 2012 ที่ผ่านมา และการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่แต่ละบุคคลจะแบ่งปันความเข้าใจ ความพยายามและการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ (OECD, 2013b) การแก้ปัญหาส่วนบุคคลนั้นมีข้อดีคือและเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคนจำนวน สามารถดำเนินการได้เป็นรายบุคคล แต่อาจไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในทันทีและเห็นได้ชัด ส่วนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีข้อดีเนื่องจากช่วยให้สมาชิกในการทำงานที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มีการรวบรวมความรู้ มุมมองและประสบการณ์จากสมาชิกแต่ละคน อีกทั้งยังมีความคิดสร้างสรรค์และคุณภาพของการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้นจากความคิดของสมาชิกในกลุ่มคนอื่น ๆ ด้วย แต่อาจต้องมีคนเกี่ยวข้องหลายคน ซึ่งครูต้องจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะในการแก้ปัญหาและสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นให้อยู่ในระดับสูงได้ (ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์, 2555)

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหามีวิธีการหรือเทคนิคที่หลากหลาย โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้เน้นให้นักเรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น และทำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้อันเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต (นัสรินทร์ ปือชา, 2558) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้แนวคิดสะสมเต็มศึกษาหรือ STEM Education เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการโดยการนำมาเชื่อมโยงในกระบวนการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ผลงาน จากความคิดค้น การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) เป็นการบูรณาการระหว่างสาขาวิชา ให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำเนินชีวิตเพื่อให้นักเรียนตระหนัก มีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาส่งผลให้การพัฒนาการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น เกิดความชำนาญและเกิดทักษะการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้และดำรงชีวิตในโลกยุคปัจจุบัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และการใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนมาเป็นสื่อ ทำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญในการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้มีความหมายนอกจากนั้นยังเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนสำนึกรักบ้านเกิด สำนึกรักท้องถิ่น ให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ และการบูรณาการการเรียนรู้จากสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ภายใต้แนวคิดสะสมเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนดำรงชีวิตได้ดีในศตวรรษที่ 21 จนนำไปสู่การเป็นพลเมืองที่ดีของประเทศชาติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้นิยามว่า สะเต็มศึกษา แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต (มนตรี จุฬารัตนพล, 2556)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงไม่เน้นการท่องจำ แต่เน้นการสร้างความเข้าใจผ่านการลงมือปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับกระบวนการคิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ก) สิ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา เพื่อนำความรู้และทักษะมาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการสำหรับแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและจากการสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้ระบุหลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 4 ประการ คือ 1) เน้นการบูรณาการความรู้และทักษะใน 4 สาขาวิชา 2) เชื่อมโยงกับชีวิตจริง 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และ 4) ทำทหายความรู้ ความคิด และทักษะของผู้เรียน (Sanders, 2009; Vasquez, Sneider, & Comer, 2013) โดยเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาคือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในโลกความเป็นจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557ค; Pennsylvania Department of Education, 2014) และพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย, 2556; National Research Council, 2011) เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการอยู่ในสังคมที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Pennsylvania Department of Education, 2014)

สรุปคือ สมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม หมายถึง การมีความรู้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในนิยามสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม ที่ระบุโดย Pennsylvania Department of Education (2014) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สมรรถนะในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หมายถึง การมีความรู้ มีทักษะ มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา โดยที่ด้านความรู้ คือ การมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตรและสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการข้ามสาขาวิชาหรือเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เป็นการใช้กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการออกแบบในการตอบคำถามที่ซับซ้อน แก้ปัญหาที่ทำทหายและมีอยู่จริงในโลก ส่วนในด้านทักษะคือ แนวปฏิบัติในการออกแบบ นำเสนอตัวอย่างสถานการณ์ และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดหลักของสาขาวิชาทางสะเต็ม ด้านการจัดการเรียนรู้คือ ความสามารถในการออกแบบ เลือกใช้ นำไปใช้ สะท้อน ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการประเมินคือ ความสามารถในการตรวจสอบแนวคิด การให้เหตุผล ความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้รูปแบบที่หลากหลาย ทั้งการประเมินระหว่างเรียนและสรุปรวบยอด ทั้งแบบเดี่ยวและกลุ่ม และเปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเอง

แม้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในแต่ละระดับมีความแตกต่างกันตามจุดเน้นของเนื้อหาและพัฒนาการของผู้เรียน แต่โดยทั่วไปสมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นเป้าหมายในการพัฒนาบอร์ดเกมในงานวิจัยนี้ และสมรรถนะการแก้ปัญหาสามารถผสานหรือบูรณาการเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษา โดยการจัดการเรียนรู้ให้มีลักษณะบูรณาการที่มุ่งแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ตอนที่ 3 การเรียนรู้และประเมินผ่านเกม

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม

การเรียนรู้ผ่านเกม (Games-Based Learning: GBL) มีชื่อเรียกหลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ทิศนา ขัมมณี (2550) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนโดยใช้เกมไว้ว่า เป็นกระบวนการสอนที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเล่นตามกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของผู้เรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้ Chin, Dukes, & Gamson (2009) กล่าวว่า Games-Based Learning (GBL) คือ “การเรียนรู้ผ่านเกม” หรือ “เกมเพื่อการเรียนรู้” คือสื่อหรือนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความสนุกสนานกับผู้เล่นไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้สอดแทรกเนื้อหาทั้งหมดของหลักสูตรนั้น ๆ เอาไว้ในเกมและให้ผู้เรียนลงมือเล่นเกม โดยที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ต่าง ๆ ของหลักสูตรนั้นผ่านการเล่นเกมนั้นด้วย ทั้งนี้การเรียนรู้ผ่านเกมยังเป็นสื่อที่สามารถทำให้ผู้เรียนสนใจ สามารถช่วยเหลือในเรื่องของการสื่อสารระหว่างกันของผู้เรียน การทำงานเป็นทีม ความรับผิดชอบและความคิดสร้างสรรค์ได้คือ สามารถสร้างให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมและสนุกสนาน ได้พร้อม ๆ กับการได้รับความรู้และประโยชน์ของการเล่นเกมมีผลกระทบทางด้านบวก 4 ด้าน คือ cognitive, motivational, emotional, และ social อธิบายโดยละเอียดดังนี้

1. กระบวนการรับรู้ (Cognitive) : เกมช่วยให้มีพัฒนาการในด้านการมีสมาธิจดจ่อ และการตอบสนองที่ดีขึ้น
2. กระบวนการสร้างแรงจูงใจ (Motivation) : เกมช่วยให้เกิดการสร้างแรงจูงใจ และช่วยเสริมสร้างความฉลาดเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ
3. กระบวนการทางอารมณ์ (Emotional) : เกมช่วยสร้างอารมณ์ในเชิงบวก และมีหลักฐานบ่งชี้ว่าเกมอาจช่วยเสริมสร้างการควบคุมอารมณ์ให้กับเด็ก ๆ ด้วย
4. การเข้าสังคม (Social) : ผู้เล่นเกมแบบ co-playing หรือ multi-player จะช่วยเสริมสร้างทักษะการเข้าสังคมได้อย่างดี แม้ว่าจะอยู่นอกเกมแล้วก็ตาม

การนำองค์ประกอบของเกมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถเพิ่มแนวคิด แนะนำแนวทางและเป้าหมายสุดท้ายให้กับผู้เรียน การเรียนรู้ผ่านเกมหรือเกมมิฟิเคชัน (gamification) เป็นแนวโน้มในอนาคตที่เป็นการรวมพื้นที่การทำงานไว้ด้วยกัน ทั้งการฝึกอบรม การศึกษา และสื่อสังคม โดยมุ่งเน้นที่ใช้เทคนิคที่หลากหลายนำมารวมเป็นรูปแบบต่าง ๆ (Pho & Dinscore, 2015) ด้วยเจตนาและการออกแบบ

ระบบของการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน ผู้สอนและนักออกแบบจึงเพิ่มผลกระทบ (impact) ของคุณลักษณะด้านเกมและโครงสร้างด้านแรงจูงใจและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน (Alaswad & Nadolny, 2015) ให้มีความสำคัญกับความรูสึกด้านประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้เล่น ซึ่งการออกแบบสภาพแวดล้อมของเกมมีผลต่อสภาพและการเสาะหา (investigate) ของผู้เรียน ซึ่งส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ (learning outcomes) (Plass, Homer, & Kinzer, 2015) เกมสามารถกระตุ้นเร้าความสนใจให้กับผู้เรียนและสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน รู้สึกสนุกไปกับบทเรียนโดยพัฒนาในรูปแบบของกิจกรรมสื่อวัตกรรมการ์ทั้งสื่อพื้นฐานและสื่ออิเล็กทรอนิกส์

นอกจากนี้การใช้เกมเพื่อการศึกษาในห้องเรียนยังสามารถกำหนดเป้าหมายในการช่วยนักเรียนให้เข้าใจ ผิดผัน และใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาได้หลากหลาย ทั้งการเรียนรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนการเรียนรู้ทั้งในลักษณะการตอบสนองอัตโนมัติและการไตร่ตรองเมื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การเรียนรู้เกี่ยวกับการระบุกลยุทธ์การแก้ปัญหาและสำรวจการใช้กลยุทธ์เหล่านั้นในปัญหาเรื่องที่แตกต่างกัน การเรียนรู้การถ่ายโอนกลยุทธ์การแก้ปัญหาในด้านที่แตกต่างกัน และการเพิ่มความคล่องแคล่วในการใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เป็นอิสระจากเนื้อหาต่าง ๆ (Moursund, 2016) เป้าหมายการเรียนรู้เหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมที่พัฒนาขึ้นเข้าไปในการออกแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้

สรุปได้ว่า เกมสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจูงใจให้เด็กกลับสู่ห้องเรียนด้วยตนเองนอกจากเกมช่วยสร้างความสนุกสนานแล้วยังสร้างบรรยากาศการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนได้อย่างเท่าเทียมกัน ทำให้เด็กเกิดความสนิทสนมและรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับเพื่อน ๆ เพราะเกมสามารถช่วยละลายพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ด้วยการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เด็กจะได้รับการยอมรับจากเพื่อนและครู ซึ่งช่วยให้เด็กรู้สึกว่าคุณค่าและเด็กจะรู้ด้วยตนเองว่าการเล่นเกมเพียงลำพังไม่ใช่คำตอบแรกที่เด็กจะไปพึ่งพิง แต่การมาเล่นเกมหรือทำกิจกรรมเกมในห้องเรียนกับเพื่อนและครูมีความสุขมากกว่า ได้ทั้งความรู้และสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเด็กได้รับคำชมจากครูแทนที่จะเป็นคำชมจากระบบของเกมซึ่งตนเองก็ไม่รู้ว่าใคร และสามารถนำคำชมจากครูหรือความสนุกกับเพื่อน ๆ ที่มีตัวตนกลับไปเล่าให้ผู้ปกครองฟังได้อย่างภาคภูมิใจ ทำให้เกิดความสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างครอบครัวและโรงเรียน พลิกบทบาทของเกมจากผู้ต้องหามาเป็นสื่อเพื่อการเรียนรู้ที่จะช่วยลดปัญหาของการศึกษาไทย

การเรียนรู้ผ่านเกมเกิดจากความพยายามคิดค้นหารูปแบบวิธีการสอนใหม่ ๆ สื่อการสอนใหม่เพื่อนำมาปิดช่องโหว่ของข้อจำกัดของการเรียนรู้ การรับรู้ของผู้เรียน แรงจูงใจของผู้เรียน ความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน ซึ่งปัญหาที่มักจะได้พบได้ในผู้เรียนส่วนใหญ่คือ รู้สึกว่าการเรียนรู้เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ ไม่สนุก ต้องอ่านหนังสือจำนวนมากไม่ยอมเรียน และมีกิจกรรมอื่นที่น่าสนใจมากกว่าการเรียน ซึ่งปัญหาทั้งหลายเหล่านี้เป็นความท้าทายสำหรับผู้ที่มีอาชีพเกี่ยวข้องกับการสอนที่ต้องให้ความสำคัญกับการสอนเพิ่มขึ้น ต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบและเทคนิคการสอนเพื่อให้เหมาะกับผู้เรียนของตน ในปัจจุบันทิศทางของการเรียนการสอนสมัยใหม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากการเน้นหนักที่วิชาการเป็นเน้นให้ความสำคัญไปที่ผู้เรียน การสอนสมัยใหม่จะเน้นไปที่กิจกรรมและสื่อที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและทดลองทำด้วยตัวเอง (Learning by Doing) ด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีการออกแบบสื่อการเรียนรู้ใหม่โดยประยุกต์เอาเกมส์มาใช้ในการเรียนรู้ โดยมีการจำลอง

สถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เล่นและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน ยกตัวอย่างเช่น ผลการวิจัยชั้นเรียนเรื่อง การศึกษาเรื่องผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ผ่านเกม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ผ่านเกม ว่าส่งผลกระทบต่อผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไร และเพื่อศึกษารูปแบบของสื่อการสอนที่เหมาะสมในการนำไปวางแผน ปรับปรุงพัฒนากระบวนการสอนให้ได้ ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมุ่งศึกษาถึง 3 ประเด็นหลักด้วยกันคือ 1) การใช้เกมเป็นสื่อในการเรียนรู้สามารถ ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นได้ในระยะเวลาอันจำกัดหรือไม่ 2) เกมสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความมีส่วนร่วม ในระหว่างการเรียนรู้ได้หรือไม่ และ 3) เกมมีอิทธิพลทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานไปกับการเรียนรู้หรือไม่

แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 7 คน คือ กลุ่มทดลอง (treatment group) และกลุ่มควบคุม (control group) โดยกลุ่มทดลองจะได้รับการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นสื่อในการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมจะได้รับการเรียนรู้ด้วยวิธีการบรรยาย การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างทั้ง 14 คน จะคัดเลือกจากความรู้พื้นฐานและทัศนคติต่อการเรียนรู้ ให้มีความใกล้เคียงกันมากที่สุด การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้นี้จะใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกคือเน้นให้ตอบคำถามโดยการอธิบาย เช่น เล่าเหตุการณ์เพื่อให้ทราบข้อมูล ความคิดเห็น และความรู้สึกที่แท้จริงจากกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งการสัมภาษณ์จะแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1) การสัมภาษณ์เพื่อวัดระดับความรู้ก่อนการฝึกอบรม 2) การสัมภาษณ์เพื่อวัดระดับความรู้หลังการฝึกอบรม และ 3) การสัมภาษณ์เพื่อสำรวจความคิดเห็นและความรู้สึกต่อการฝึกอบรม และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันระหว่าง 2 กลุ่ม โดยจะเน้นพิจารณาถึงระดับความรู้ที่เพิ่มขึ้นทั้งในส่วนของความจำและความเข้าใจ ความมีส่วนร่วมและความสนุกสนาน ผลการศึกษาคือ

1. กลุ่มทดลองมีความรู้สึกอยากเรียนรู้เมื่อทราบว่าตนจะได้เรียนโดยมีเกมเป็นสื่อในการเรียนรู้ ในขณะที่กลุ่มควบคุมรู้สึกเฉย ๆ เมื่อทราบว่าจะได้เรียนแบบบรรยาย
2. ระดับความรู้ ทั้งในส่วนของความจำและความเข้าใจของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. กลุ่มทดลองมีความคิดเห็นที่ตนเองมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างมาก ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีความคิดเห็นที่ตนเองมีส่วนร่วมในการเรียนรู้น้อย
4. กลุ่มทดลองมีความคิดเห็นที่เกมทำให้ตนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง
5. กลุ่มทดลองรู้สึกสนุกสนานไปกับการเรียนตลอดเวลาที่เรียน ในขณะที่กลุ่มควบคุมรู้สึกเฉย ๆ หรือไม่สนุกสนานไปกับการเรียน
6. กลุ่มทดลองมีความคิดเห็นที่ผู้สอนมีบทบาทน้อยในการเรียนรู้ ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีความคิดเห็นที่ผู้สอนมีบทบาทอย่างมากในการเรียนรู้

การเรียนรู้ผ่านเกมจึงเป็นสื่อใหม่ทันสมัยที่กำลังเข้ามามีบทบาทกับแวดวงการศึกษาและการพัฒนา มนุษย์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างก้าวกระโดด เนื่องมาจาก 3 เหตุผลหลักด้วยกันคือ

- 1) การเรียนรู้ผ่านเกมสามารถสร้างความมีส่วนร่วม (engagement) กับผู้เรียนแต่ละคนได้ เพราะเกม จะถูกออกแบบให้มีจุดสำคัญในการเรียนรู้ (learning point) ลงไปในบริบท (context) ของเกม ทำให้เรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับได้รับความเพลิดเพลิน เป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญอย่างมากสำหรับผู้เรียน

2) การเรียนรู้ผ่านเกมเป็นกระบวนการที่เน้นให้ทุกคนมีปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ร่วมกัน (Interactive Learning Process) สามารถทำให้ความคิดเห็นของคนที่หลากหลายรวมกันเป็นเป้าหมายเดียวกันได้

3) การเรียนรู้ผ่านเกมสามารถนำเอาทั้งการมีส่วนร่วม (Engagement) และการปฏิสัมพันธ์เรียนรู้ร่วมกัน มารวมไว้ด้วยกัน เป็นสื่อเดียวกันเครื่องมือเดียวกัน

การเรียนรู้ผ่านเกมเป็นรูปแบบการสอนที่เริ่มได้รับความสนใจมีผู้นำมาใช้ทั้งในและต่างประเทศ (Eseryel. et al., 2014) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง แรงจูงใจ การมีส่วนร่วม และความซับซ้อนของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน โดยศึกษาจากเกมแบบดิจิทัล (digital) โดยเฉพาะเกมออนไลน์ที่ผู้เล่นสามารถเล่นพร้อมกันหลายคน (massively multiplayer online games) ซึ่งเป็นเกมที่ได้รับการกล่าวถึงว่าสามารถส่งเสริมแรงจูงใจและพัฒนาศักยภาพการแก้ปัญหาแบบซับซ้อนของผู้เรียนได้ ผลการศึกษาพบว่า แรงจูงใจในการมีส่วนร่วมของผู้เรียนตลอดเวลาที่เล่นเกมเป็นตัวกำหนดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน นอกจากนี้แรงจูงใจ การมีส่วนร่วม และศักยภาพในการแก้ปัญหาของผู้เรียนเป็นผลสำคัญที่เกิดจากธรรมชาติและการออกแบบเกม ซึ่งต้องออกแบบโดยคำนึงถึงการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ดังนั้นการนำเกมมาประยุกต์ใช้ให้ได้ผล นอกจากจูงใจให้ผู้เรียนสนุกกับบทเรียนแล้ว การออกแบบเกมที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมยังสามารถพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อีกด้วย (Lai, et al., 2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การเรียนรู้ผ่านเกมเพื่อเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนโดยใช้วิธาระบบปฏิบัติการเป็นฐานสำหรับการออกแบบหลักสูตรโดยเพิ่มองค์ประกอบของเกมซึ่งผู้เรียนสามารถเล่นเกมในชั้นเรียนตามบริบทของการเรียนรู้ หลังจากเล่นเกมได้ให้ผู้เรียนถามโดยกรอกข้อเสนอแนะและรับการสัมภาษณ์ แบบสอบถามของเกมถูกออกแบบเพื่อวัดระดับของความสนใจของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มองค์ประกอบของเกมในวิธาระบบปฏิบัติการสามารถเพิ่มระดับความน่าสนใจของผู้เรียนและผู้เรียนจะยินดีที่ได้ใช้เวลาในการเรียนเพราะผู้เรียนต้องการชนะซึ่งเป็นการเติมเต็มเป้าหมายของแรงจูงใจในการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมเป็นฐาน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในทุกชั้นการสอนโดยระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ตั้งแต่ 1) ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหา โดยสามารถประยุกต์ใช้เกมกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนก่อนเข้าบทเรียน 2) ขั้นการสอน โดยประยุกต์ใช้เกมเป็นสื่อในการนำความรู้ให้กับผู้เรียน 3) ขั้นขยายความรู้ นำเกมมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ของผู้เรียน 4) ขั้นสรุปสามารถนำเกมมาประยุกต์ใช้ในการสรุปเนื้อหาร่วมกับผู้เรียน (Teed, 2004) ได้สรุปคุณลักษณะเด่นของเกมที่คล้ายกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

1. ความสำเร็จ : ในการบรรยายหรือการปฏิบัติแต่ละครั้งจะต้องอยู่บนฐานของวัตถุประสงค์เพื่อนำผู้เรียนไปสู่ความสำเร็จ โดยสร้างความเข้าใจและทักษะใหม่ ๆ ที่ก่อให้เกิดความเชี่ยวชาญ (to master) ด้วยกิจกรรมและสื่อที่ทำนายผู้เรียน

2. แรงจูงใจ : ศาสตร์ที่เกี่ยวกับประเด็นหัวข้อที่น่าสนใจทั่วไป ซึ่งผู้สอนควรจูงใจผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาของหลักสูตรและชีวิตกับเรื่องของผู้เรียน

3. การประเมินผล : การประเมินผลเป็นเรื่องสำคัญ การให้รางวัลตอบแทนการทำดีในโรงเรียนจะช่วยเพิ่มความเข้าใจและความสามารถใหม่ ๆ สิ่งเหล่านี้เป็นการแสดงออกในรูปแบบของเกรด แด้ม (credit) หรือข้อเสนอแนะอย่างละเอียด (detailed feedback)

การเรียนรู้ผ่านเกมจึงเป็นหนึ่งในวิธีสอนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เป็นความท้าทายของนักออกแบบการสอนในศตวรรษที่ 21 และนักพัฒนาเกมในการสร้างเกมเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.2 การบูรณาการการเรียนรู้ผ่านเกมกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การบูรณาการการเรียนรู้ผ่านเกมกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเข้าด้วยกันนั้น โดยพื้นฐานสามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบเกมอิงทฤษฎีการเรียนรู้หรือผลการวิจัยด้านการเรียนรู้ที่อธิบายหลักการเรียนรู้หรือโมเดลการเรียนรู้ในเรื่องที่สนใจ ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการแก้ปัญหา หากโมเดลการเรียนรู้ที่อธิบายว่าลักษณะของการเรียนรู้สมรรถนะด้านการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร หลักการออกแบบเกมจะออกแบบให้สอดคล้องกับโมเดลการเรียนรู้

ในเชิงการบูรณาการเกมกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา Clark และคณะ (2015) อธิบายหลักการบูรณาการเกมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วย 2 แนวทาง ได้แก่ การบูรณาการเชิงมนทัศน์ (Conceptual integration) ที่เน้นสร้างให้เกิดความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง เป็นการบูรณาการความสัมพันธ์เชิงมนทัศน์หรือโครงสร้างของความรู้ที่เป็นเป้าหมายเข้าไปในกลไกของสภาพแวดล้อมของเกมโดยตรง ส่วนการบูรณาการเชิงสาขาวิชา (disciplinary integration) ขยายการบูรณาการเชิงมนทัศน์โดยการผนวกวิธีการปฏิบัติทางสาขาวิชาที่สร้างความเชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์เชิงมนทัศน์เข้าไปในกลไกของสภาพแวดล้อมของเกม ซึ่งการบูรณาการเชิงสาขานี้ดำเนินการโดยการวางกรอบและการออกแบบเกมโดยใช้การบูรณาการเชิงมนทัศน์ก่อน จากนั้นจึงดำเนินการขยายต่อด้วยการบูรณาการเชิงสาขาวิชา โดยการใส่วิธีการปฏิบัติ เช่น การพยากรณ์และการอธิบาย ลงไปในกระบวนการเล่นเกม ซึ่งช่วยเสริมการบูรณาการเชิงมนทัศน์ในเกมด้วย

นอกจากนี้งานวิจัยของ รัชกร เวชรนันท์ และคณะ (2562) ได้พัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเนื้อหาเรื่องฮอโมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช การผนวกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเข้าด้วยกันโดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยประเด็นที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนแสดงทักษะการสร้างข้อกล่าวอ้าง จากนั้นจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เกิดประสบการณ์ขณะเล่นเกมเพื่อให้นักเรียนหาหลักฐานสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้างที่ตั้งขึ้น ตามด้วยการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานสนับสนุนและสมเหตุสมผลร่วมกัน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นปานกลาง (ร้อยละ 38.62) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ ในเรื่องที่ 1 ไปเรื่องที่ 2 ทั้ง 3 องค์ประกอบจากระดับต่ำ (1.55) เป็นระดับปานกลาง (2.11) และยังพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งผลนักเรียนมีทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลพัฒนาควบคู่กัน

3.3. ตัวอย่างเกมพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในกลุ่มสะเต็มศึกษา

ลักษณะเกมพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในกลุ่มสะเต็มศึกษา ควรพัฒนาหรือนำสื่อ นวัตกรรมต่าง ๆ ที่ทันสมัยและอยู่ในความสนใจของเด็กเพื่อจูงใจให้เด็กอยากกลับเข้าสู่ห้องเรียน ครูควรเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ และรู้เท่าทันเทคโนโลยีไปกับเด็ก เพื่อสร้างบรรยากาศของการเรียนให้สนุกสนาน โดยจัดรูปแบบการเรียนการสอนที่กระตุ้นและส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นำวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียนมาประยุกต์ใช้ในการสอน จัดหาสื่อนอกห้องเรียนเข้ามาในห้องเรียนหรือให้ผู้เรียนออกนอกห้องเรียนบ้างเพื่อเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้ ต้องใส่ใจผู้เรียนอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะเด็กที่มักนั่งหลบมุมเงียบ ๆ บริเวณหลังห้อง ครูควรสนใจและดึงเด็กเหล่านั้นมาร่วมเรียนรู้กับผู้เรียนอื่น ๆ ยอมรับและส่งเสริมผู้เรียนให้มีโอกาสในการแสดงออกอย่างเท่าเทียมกันทั้งเด็กเก่งและเด็กอ่อน เช่น เด็กทุกคนควรมีโอกาสในการตอบคำถามอย่างเท่าเทียมกันโดยไม่ผูกขาดการตอบคำถามไว้เฉพาะเด็กเก่ง ควรมีการพูดชมเชยและให้กำลังใจเด็กที่มีทักษะด้อยในบางประการเท่าเทียมกับเด็กเก่ง ครูควรยอมรับความแตกต่างระหว่างเด็กแต่ละคนและส่งเสริมเด็กไปตามความถนัด ที่สำคัญอย่าใช้การตอบคำถามในห้องเรียนเป็นการลงโทษเด็ก เพราะจะยิ่งทำให้เด็กไม่กล้าโต้ตอบและมีปฏิสัมพันธ์กับครูในห้องเรียน แต่ควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ กระตุ้นให้เด็กรู้สึกว่าการตอบคำถามเป็นเรื่องสนุก และหลีกเลี่ยงการนำจุดด้อยของเด็กมาพูดในห้องเรียน เช่น การนำการบ้านของเด็กที่ทำผิดมาให้เพื่อน ๆ ดูในชั้นเรียน เพราะจะทำให้เด็กเกิดความอับอายและปิดกั้นพัฒนาการของเด็กในด้านนั้น ๆ แต่ควรยกตัวอย่างของเด็กที่ทำได้ดีเพื่อเสริมแรง และให้กำลังใจเด็กที่ไม่สามารถทำการบ้านได้ โดยครูอาจนัดสอนหรืออธิบายเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน แนวทางทั้ง 6 ประการเป็นแนวทางกว้าง ๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้ควรคำนึงถึงการออกแบบการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาผู้เรียน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย ยกตัวอย่างเกมพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในกลุ่มสะเต็มศึกษา เช่น

เกมที่ 1 การประยุกต์ใช้เกมวอล์คแรลลี่ (walk rally) มาใช้เป็นเกมการศึกษา

ชื่อเกม “แรลลี่เสริมปัญญา” โดยมีลักษณะเกมและวิธีการเล่นดังนี้

ขั้นที่ 1 ครูสร้างจิ๊กซอว์ (jigsaw) ภาพคอมพิวเตอร์ 6 ชุด สำหรับฐานความรู้ 6 ฐานเพื่อนำมาใช้เป็น RC (Route Check) หรือปรับตามความเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และระดับผู้เรียน

ขั้นที่ 2 นำจิ๊กซอว์ที่สร้างขึ้นแบ่งไว้ตามฐานต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 สุ่มเพื่อแบ่งผู้เรียนเข้าฐานทั้ง 6 ฐาน

ขั้นที่ 4 กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนช่วยกันปัญหา โดยต้องทำกิจกรรมร่วมกัน เช่น ใช้ช้อนขนาดเล็กตักน้ำกรอกใส่ขวดขนาดเล็ก โดยต้องเทน้ำจากช้อนสู่ช้อนเพื่อน ๆ ไปจนถึงขวดที่จัดไว้ให้ ภายในเวลาที่กำหนด หากทำได้ตามเกณฑ์จะได้รับ RC

ขั้นที่ 5 นำ RC ที่ได้รับจากฐานต่าง ๆ มาต่อเพื่อให้ได้ภาพตามที่กำหนด หากทีมใดต่อเสร็จก่อนจะเป็นผู้ชนะ

เกมที่ 2 ชื่อเกม “เกมขวากี่ไข่ ซ้ายก็โดน” โดยมีลักษณะเกมและวิธีการเล่นดังนี้

ขั้นที่ 1 ครูทำถ้วยเล็ก ๆ หรือกล่องสำหรับใส่คำต่าง ๆ พับไว้ในถ้วย หากผู้เรียนจำนวนน้อย ก็ใช้ถ้วยเพียง 1 ใบ แต่หากจำนวนมาก ควรใช้มากกว่า 1 ใบ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนคนอื่นต้องรอนานเพื่อร่วมเล่น

ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนทั้งหมดนั่งเป็นวงกลม

ขั้นที่ 3 ครูเปิดเพลงและให้ผู้เรียนส่งถ้วยต่อ ๆ กันไป เพลงหยุดที่ใคร ให้ผู้เรียนหยิบกระดาษในถ้วย แต่หากผู้เล่นจำนวนมาก ควรกำหนดให้ส่งถ้วยคำถามสวนกัน โดยถ้วยแรกส่งไปทางซ้าย ถ้วยที่สองส่งวนทางขวา จะทำให้ถ้วยมีจังหวะมาสวนกันที่ผู้เรียนคนหนึ่ง จะยิ่งสร้างความสนุกสนานให้กับผู้เรียนอื่น ๆ

ข้อสำคัญของเกมนี้อยู่ที่ฉลากคำถาม เพราะจะมีการกำหนดทิศทางของผู้ตอบคำถามจากฉลากที่หยิบได้ เช่น ให้คนทางซ้ายมือเป็นผู้ตอบ “จงอธิบายความหมายของคำหนึ่งคำ” ให้คนทางขวามือเป็นผู้ตอบ “จงยกตัวอย่างของคำนั้น ๆ มา 2 ชนิด” ผู้หยิบฉลากเป็นผู้ตอบ “คำนั้น ๆ มีกี่ประเภท” เป็นต้น

การออกแบบเกมเช่นนี้ จะทำให้ผู้เล่นเกิดความตื่นตัวตลอดเวลา เพราะคนที่ถือถ้วยเมื่อเพลงหยุด อาจไม่ใช่ผู้ที่ได้ตอบคำถาม และผู้ที่อยู่ข้างเคียงอาจได้เป็นผู้เล่น ทั้งนี้การออกแบบเกมควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสในการเล่นเกมทุกคน ไม่ควรออกแบบเกมโดยใช้วิธีการจัดกลุ่มและให้เลือกตัวแทนกลุ่มเข้าร่วมเล่น เพราะมักจะถูกผูกขาดโดยผู้เรียนเพียงไม่กี่คน

นอกจากนี้ ควรออกแบบเกมที่หลากหลาย เช่น เน้นความจำ เน้นแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันสามารถมีส่วนร่วมได้มากขึ้น อาจมีฐานที่ใช้แรงมาก ฐานที่ใช้การทรงตัวมาก ฐานใช้ความเร็วมาก ฐานใช้ความจำมาก ฐานใช้ความรู้มาก เป็นต้น และครูควรเสริมแรงโดยกล่าวชมผู้ชนะและให้กำลังใจผู้แพ้ (ณัฐญา นาคะสันต์ และ ชวณัฐ นาคะสันต์, 2559)

เกมที่ 3 การใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ (Augmented Reality หรือ AR) โดยสามารถพัฒนาสื่อผ่านโปรแกรมประยุกต์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ในเว็บแอปพลิเคชัน Aurasma จากเว็บไซต์ www.aurasma.com เช่น การนำเทคโนโลยี AR (ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภรางค์ เรืองวานิช, 2559) มาประยุกต์ใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นวิทยาการพัฒนานำหนังสือเสมือนจริงด้วยโปรแกรม Aurasma สร้างหนังสือตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยสร้างวีดิทัศน์จำลองการสอนบวกลบ พร้อมคำอธิบายประกอบภาพง่าย ๆ หากสแกนจะปรากฏวีดิทัศน์การสอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและเพื่อสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

สรุปได้ว่าเกมการเรียนรู้สามารถทำได้ทั้งแบบให้นักเรียนเล่นคนเดียวและเล่นเป็นกลุ่ม เนื่องจากทั้งสองแบบสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาได้ และการนำเกมมาใช้มีความยืดหยุ่นในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยไม่จำกัดว่าต้องเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น

3.4 การออกแบบและพัฒนาเกม (Game Design and Development)

เกมนั้นมีส่วนประกอบหลายส่วน เกมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ควรมีองค์ประกอบหลัก ซึ่งทีด (Teed, 2004) กล่าวว่าเกมควรมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการได้แก่

1. การแข่งขัน: องค์ประกอบของการเก็บคะแนนและ/หรือเงื่อนไขการแข่งขันที่จูงใจผู้เล่นและการประเมินผลที่มีศักยภาพ โดยบันทึกผู้เล่นที่ได้แข่งขันในแต่ละครั้ง ซึ่งในความจริงแล้ว เกมส่วนใหญ่จะใช้ผู้เล่นแบบทีมเล่นที่ร่วมกันเอาชนะฝ่ายตรงข้าม

2. การมีส่วนร่วม: เมื่อผู้เล่นเริ่มเล่น จะต้องการเล่นโดยไม่หยุดจนจบเกม

3. การให้รางวัลทันที: ให้รางวัลกับผู้เล่นได้รับชัยชนะหรือคะแนนทันทีหรือบางครั้งอาจเป็นการตอบกลับในรูปแบบของคำอธิบายอย่างรวดเร็วที่สุดเมื่อถึงเป้าหมายได้สำเร็จ

องค์ประกอบทั้ง 3 ประการเป็นพื้นฐานของเกมที่ดีควรมีเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนกระตือรือร้นเรียนรู้ผ่านเกม นอกจากนี้ ควรกำหนดกติกาและเกณฑ์คะแนนที่ชัดเจนก่อนเล่น รวมถึงการเสริมแรงด้วยคำชมและให้กำลังใจอย่างต่อเนื่อง หรือหากสามารถทำกระดานสะสมแต้มหรือคะแนนของผู้ที่ได้คะแนนสูง แสดงไว้ในห้องเรียนก็จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

Jarvinen (2010) ได้ระบุส่วนประกอบของเกม ประกอบด้วย 3 หลัก 9 ส่วนประกอบย่อย ดังแผนภาพต่อไปนี้

1. Systemic elements เป็น ส่วนประกอบที่เป็นระบบใหญ่ของเกม ได้แก่ 2 ส่วน คือ องค์ประกอบของเกม (components) และสภาพแวดล้อมโดยรอบ อาจเป็นสถานที่ หรือ กลุ่มคนที่เล่นเกม (environment)

2. Compound elements เป็น ส่วนประกอบย่อยภายในเกม ได้แก่ 5 ส่วน คือ กติกาของเกม (rule set) หรือเรียกว่าระเบียบข้อตกลง (Procedures) กลไกของเกม (game mechanics) รูปแบบเกม (theme) ลักษณะของเกม (interface) และข้อมูลรายละเอียดของเกม (information)

3. Behavioral elements เป็น ส่วนประกอบที่ทำให้เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ระหว่าง เล่นเกม ได้แก่ 2 ส่วน คือ ผู้เล่น (players) และบริบทของเกม (context) ได้แก่ เวลาและสถานที่ โดยสามารถสรุปได้ คือ ระบบของเกม (game system) เท่ากับส่วนประกอบย่อยทั้ง 9 ส่วนมารวมกัน

ระบบของเกม (game system) เท่ากับ ส่วนประกอบย่อยทั้ง 9 ส่วนมารวมกัน และเป็นแนวทางในการออกแบบบอร์ดเกมในครั้งนี้

กระบวนการพัฒนาเกมประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ (Fullerton, 2008) ดังนี้

1. การพัฒนาแนวความคิดหลักและเป้าหมายของเกม (Conceptualization) เป็นกระบวนการแรกในการสร้างเกม เป็นกระบวนการในด้านความคิดในการกำหนดเป้าหมายและรูปแบบของเกมในภาพรวม

2. ขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก เป็นส่วนของ โครงสร้างของตัวเกม (Game Structure) โครงสร้างของการ ปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่น ฉาก ตัวละคร และ อินเทอร์เน็ตต่าง ๆ ของเกม (I/O Structure) โครงสร้างด้านโปรแกรม (Program Structure) และสุดท้ายคือ ส่วนของการประเมินการออกแบบ (Evaluation of Design)

3. การสร้างแบบจำลองของเกม (Prototype)

4. การทดสอบและการสร้างสมดุลเกม (Game Balancing)

5. การปล่อยเกมออกสู่ผู้เล่น

การออกแบบและพัฒนาเกมในการวิจัยนี้จะดำเนินการตามขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังกล่าว

3.5 การประเมินผ่านเกม (Game-based Assessment)

การประเมินผ่านเกมเป็นแนวคิดสำคัญที่นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเกมในครั้งนี้ สกฤต สุขศิริ (2550) กล่าวถึงการวิธีการประเมินผลให้สอดคล้องกับการสร้างแผนการสอนโดยการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยเกม การเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้แบบ Game-based learning ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าสามารถสร้างความมีส่วนร่วมระหว่างผู้เรียนและความสนุกสนานได้มากกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายหรือไม่ สามารถใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้ประเมินได้ ยกตัวอย่างเช่น

1. เกณฑ์การประเมินระดับความรู้ก่อนการเล่นเกม

การสัมภาษณ์เพื่อประเมินระดับความรู้ก่อนการเล่นเกม นั้น ประกอบไปด้วยคำถามที่เกี่ยวกับความจำจำนวน 10 ข้อและคำถามที่เกี่ยวกับความเข้าใจจำนวน 10 ข้อการประเมินคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ นั้น มีเกณฑ์ดังนี้

1.1) หากตอบถูกต้องชัดเจนตรงประเด็นได้ข้อละ 1 คะแนน

1.2) หากตอบไม่ชัดเจนยังไม่ตรงประเด็น ผู้ศึกษาจะทำการถามเพื่อให้ขยายความอีกครั้งหรือให้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหากสามารถตอบได้คำตอบถูกต้องชัดเจนตรงประเด็น จะถือว่าถูกได้ข้อละ 1 คะแนน

1.3) หากตอบไม่ชัดเจนยังไม่ตรงประเด็น ผู้ศึกษาจะทำการถามเพื่อให้ขยายความอีกครั้งหรือให้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหากคำตอบยังไม่ถูกต้อง จะถือว่าผิด ไม่ได้คะแนนในข้อนั้น

1.4) ในการสัมภาษณ์นั้นการตอบคำถามในแต่ละข้อจะมีการบันทึกลักษณะของการตอบด้วยว่าตอบอย่างมั่นใจเพราะมีความรู้จริงหรือตอบโดยอาศัยการคาดเดา จากนั้นจะนำเอาคะแนนทั้งหมดมารวมกันทั้ง 2 ส่วน คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยผลรวมคะแนนจะถูกแบ่งระดับความรู้ ดังนี้

0-5 คะแนนมีระดับความรู้อยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก

6-9 คะแนนมีระดับความรู้อยู่ในเกณฑ์ต่ำ

10-13 คะแนนมีระดับความรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

14-17 คะแนนมีระดับความรู้อยู่ในเกณฑ์สูง

18-20 คะแนนมีระดับความรู้อยู่ในเกณฑ์สูงมาก

2. เกณฑ์การประเมินทัศนคติที่มีต่อการเรียนรู้การสัมภาษณ์เพื่อประเมินทัศนคติที่มีต่อการเรียนรู้ นั้น จะประกอบไปด้วยคำถามปลายเปิดซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความคิดเห็นและความรู้ส่วนตัวการสัมภาษณ์จะเน้นให้ผู้ตอบ ยกตัวอย่างเล่าประสบการณ์หรือข้อเสนอนะ ซึ่งคำตอบนั้นจะไม่มีถูกหรือผิด แต่ผู้ศึกษาจะทำการพิจารณาคำตอบว่าคำตอบนั้นเป็นการตอบโดยมีอคติหรือมีความคิดเห็นหรือความรู้สึกในแง่ร้ายหรือไม่ หรือมีความคิดเห็นความรู้สึกไปในแง่บวก หากคำตอบส่วนใหญ่จากผู้ตอบคนเดียวกันมีแนวโน้มจะเป็นไปในแง่ร้าย จะถือว่าทัศนคติที่ไม่ดีต่อการเรียนรู้ และหากคำตอบส่วนใหญ่จากผู้ตอบคนเดียวกันมีแนวโน้มจะเป็นไปในแง่บวก จะถือว่าทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ การประเมินจะอาศัยความรู้สึกของผู้ตอบ ซึ่งไม่มีเกณฑ์การวัดเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้

ตอนที่ 4 การออกแบบเพื่อทุกคน

เมื่อเด็กให้เกมเข้ามามีส่วนร่วมในชีวิตและใช้เวลาไปกับเกมค่อนข้างมาก คำถามคือเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เกมจำนวนมากเป็นเพียงการเล่นกับระบบ แต่การออกแบบเกมที่สร้างแรงจูงใจด้วยการเก็บสะสมไอเท็มต่าง ๆ ซึ่งในทัศนะของผู้ใหญ่อาจมองเป็นเรื่องไร้สาระ แต่สำหรับเด็กนั้นสิ่งเหล่านี้คือ ความสำเร็จหรือรางวัลจากเกมทั้งที่เป็นการได้จากระบบ เมื่อเด็กสามารถทำคะแนนหรือแต้มจนถึงเกณฑ์ที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ (reward mechanism) เด็กดีใจและภาคภูมิใจที่ได้รับ เพราะเป็นการได้มาจากการเล่นด้วยตนเอง ดังนั้นเมื่อเด็กชอบเล่นเกม การนำแนวคิดเกี่ยวกับเกมมาประยุกต์ใช้ในห้องเรียนจึงเป็นที่น่าสนใจ ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และการออกแบบการเรียนรู้ที่เป็นสากล (Universal Design for Learning: UDL) เป็นหลักการของการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้สอยของทุกคน อำนวยความสะดวกสำหรับคนทุกคนโดยไม่เฉพาะเจาะจงว่าเป็นสำหรับใครคนใดคนหนึ่ง กล่าวคือบุคคลต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ก็ย่อมจะสามารถใช้สิ่งเหล่านี้ได้ ซึ่งการนำ UDL ไปใช้ในการศึกษาพิเศษก็เพื่อสร้างสรรค์สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนในแต่ละคน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองได้เต็มที่ตามศักยภาพ (Eagleton, 2008) เพราะ UDL เป็นสื่อการสอนและวิธีการสอนที่พร้อมใช้สำหรับครูผู้สอนที่สามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้

การออกแบบเพื่อทุกคน หรือ อารยสถาปัตย์ (Universal Design) เป็น “การออกแบบผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมที่ทุกคนสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งทุกคนสามารถใช้ได้เลยโดยไม่ต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติมอีก” (มหาวิทยาลัยนอร์ทเทิร์นโคโลราโด อ้างถึงใน ศูนย์การศึกษาพิเศษ ส่วนกลาง, ม.ป.ป.) “การออกแบบ พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน บริการต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ให้สามารถรองรับคนทุกกลุ่มในสังคมได้อย่างเท่าเทียมกัน ไม่ว่าจะเป็นผู้สูงอายุคนพิการหรือผู้ที่มีความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวันแตกต่างจากบุคคลทั่วไปด้วยข้อจำกัดทางร่างกาย” (พรวิฑู โคว์คชาภรณ์, 2557) สรุปว่า การออกแบบเพื่อทุกคน เป็น การออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการต่าง ๆ ที่เอื้อให้คนทุกคนใช้ได้อย่างเหมาะสม

หลักการออกแบบเพื่อทุกคนประกอบด้วย 7 ประการ ได้แก่ (Burgstahler, 2009; Eagleton, 2008; ไตรรัตน์ จารุรัตน์, 2557 ; ทิพวัลย์ ทองอาจ, 2557 ; Universal design การออกแบบเพื่อการใช้งานของคนทุกกลุ่มในสังคม, 2557)

3.1 ความเสมอภาค เท่าเทียมกัน (Equitable Use) ทุกคนในสังคมใช้งานได้อย่างเท่าเทียม กัน ไม่แบ่งแยกและเลือกปฏิบัติ

3.2 ความยืดหยุ่นในการใช้งาน (Flexibility in Use) สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้

3.3 ใช้ง่าย/เข้าใจง่าย (Simple and Intuitive Use) ใช้รูปภาพเป็นสัญลักษณ์สากล และสื่อสารให้เข้าใจได้ง่าย การออกแบบเรียบง่าย สามารถใช้งานได้ง่าย โดยไม่ต้องคำนึงถึงประสบการณ์ ความรู้ภาษา หรือระดับความชำนาญของผู้ใช้

3.4 ข้อมูลชัดเจน (Perceptible Information) ให้ข้อมูลที่เข้าใจได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องอาศัย การรับรู้ทางร่างกายที่มากเกินไป

3.5 ระบบป้องกันอันตราย (Tolerance for Error) มีระบบป้องกันความผิดพลาดใน การใช้งาน/มีผล ก่อให้เกิดอันตรายน้อยที่สุด

3.6 ใช้แรงน้อย (Low Physical Effort) สะดวกและไม่ต้องออกแรงมาก

3.7 ขนาดและพื้นที่ใช้งานที่เหมาะสมกับการเข้าถึงและใช้สอย (Size and Space for Approach and Use) มองเห็นได้ชัดเจน ไม่ว่าจะยืน หรือนั่งบนรถเข็น สะดวกในการใช้งานทั้งการเอื้อม การจับ โดย ปราศจากเงื่อนไขว้ของข้อจำกัดทางร่างกาย หรือการเคลื่อนไหว

มหาวิทยาลัยนอร์ทเทิร์นโคโลราโด (อ้างถึงใน ศูนย์การศึกษาพิเศษ ส่วนกลาง, ม.ป.ป.) ได้มีการ ประยุกต์ Universal Design (UD) มาใช้กับการเรียนรู้ เรียกว่า Universal Design for Learning (UDL) หมายถึง การออกแบบเพื่อการเรียนรู้ของ ผู้เรียนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตน UDL เป็นสื่อการสอนและวิธีการสอนที่พร้อมใช้สำหรับครูผู้สอนที่สามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้เลย การ ประยุกต์ใช้ UDL ในการเรียนรู้แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 การนำเสนอ - การใช้รูปแบบของข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลภาพ ข้อมูลเสียง หรือ ข้อมูลที่สัมผัสได้ - การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ที่หลากหลาย - การสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ ความเข้าใจจากการเรียน

ระดับที่ 2 การสื่อสาร - การใช้ร่างกาย - การพูด - การใช้การทำงานของสมองระดับสูง (Executive Function)

ระดับที่ 3 การมีส่วนร่วม - การพยายามชักจูงความสนใจ โดยให้อิสระในการเลือก - สนับสนุนให้ใช้ ความพยายามในการทำงาน - เสริมสร้างทักษะการกำกับตนเอง (Self-regulation)

การออกแบบบอร์ดเกมในครั้งนี้จะดำเนินการตามหลักการออกแบบเพื่อทุกคน และพยายามให้เป็น การออกแบบการเรียนรู้เพื่อทุกคนในระดับที่ 3

นอกจากนี้ Universal design for instruction (UDI) เป็นการออกแบบสำหรับการสอนและการ เรียนร่วมสำหรับผู้เรียนที่มีความหลากหลายอันรวมไปถึงผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ (Scott, McGuire, & Embry, 2002) ซึ่งการออกแบบต้องสอดคล้องหรือคำนึงถึงลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียน และมีความเหมาะสมกับ ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันในห้องเรียน การประยุกต์หลักการของ Universal Design for Instruction (UDI) มาใช้ในการเรียนการสอนทำได้ดังนี้ (Burgstahler, 2009)

1. การสร้างบรรยากาศในห้องเรียน ให้เป็นบรรยากาศที่เคารพในความเป็นอัตบุคคลของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้บอกความต้องการของตนเองในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ด้วยหรือหากมีนักศึกษาศึกษาการ ก็ให้นักศึกษาได้ มีโอกาสบอกข้อจำกัดในการเรียนรู้ของเขาด้วย

2. การมีปฏิสัมพันธ์ ให้มีกิจกรรมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและในกลุ่ม ผู้เรียนกันเอง หรือออกแบบงานกลุ่มที่ให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือผู้อื่นได้เปลี่ยนบทบาทต่าง ๆ

3. คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ โดยจัดสภาพแวดล้อม สื่อ และกิจกรรมให้สะดวก ปลอดภัย สำหรับผู้เรียนทุกคน ทั้งผู้เรียนที่ตาบอดหรือนั่งรถเข็น

4. ใช้วิธีการสอนที่หลากหลายรูปแบบ ออกแบบกิจกรรมหรืองานที่ให้ผู้เรียนเลือกได้ตามความถนัดและความสามารถ

5. ข้อมูลสารสนเทศและสื่อเทคโนโลยี เช่น เอกสารประกอบการสอน สื่อการสอน และข้อมูลอื่น ๆ มีความยืดหยุ่นเพียงพอสำหรับนักศึกษาทุกคนทุกประเภท เช่น แจกคำอธิบายรายวิชาและเอกสารประกอบก่อนเริ่มสอน เพื่อให้ให้นักศึกษาที่เรียนรู้ได้ช้าได้อ่านล่วงหน้า หรือพิมพ์เอกสารเป็นอักษรเบรลล์เพื่อให้นักศึกษาตาบอดได้อ่านเช่นเดียวกันกับเพื่อน เป็นต้น

6. มีการสะท้อนผลงานของนักศึกษาเป็นระยะ ๆ สำหรับโครงการที่นักศึกษาทำ เพื่อให้สามารถปรับปรุงงานได้ทันก่อนจบโครงการ

7. มีวิธีการประเมินผลการเรียนและใช้เครื่องมือประเมินที่หลากหลาย เช่น ในบางกรณีอาจประเมินผลงานกลุ่ม งานบางชิ้นก็ประเมินเป็นรายบุคคล เป็นต้น

8. ปรับสื่อสิ่งอำนวยความสะดวกให้เหมาะสมสำหรับนักศึกษาพิการในห้องเรียน ปรับตารางสอนให้ยืดหยุ่นสำหรับนักศึกษาที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ ให้โอกาสทางการศึกษาแก่ผู้เรียนอย่างเต็มที่ ไม่เพียงแต่รับเข้าเรียนเท่านั้น ควรจะจัดการเรียนการสอนและจัดบริการที่เอื้อต่อผู้เรียนที่แตกต่างกันอย่างเหมาะสมเต็มศักยภาพของแต่ละบุคคลเช่นกัน

สำหรับการออกแบบเพื่อทุกคนในการเรียนรู้นั้น Buchheister, Jackson, & Taylor (2014; 2017) กำหนดแนวทางไว้ว่าประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้เป็นแนวทาง ได้แก่ การสร้างรูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย (เช่น การนำเสนอที่หลากหลายด้วยภาพ ตัวอักษร และการแสดงออกทางกาย) การสร้างรูปแบบการมีส่วนร่วมที่หลากหลาย (เช่น การเปิดรับจุดแข็งและความสนใจต่าง ๆ ของนักเรียน) และการสร้างวิธีการแสดงออกที่หลากหลาย (เช่น การแสดงความคิดผ่านช่องทางที่นักเรียนเลือกได้หลายทาง)

ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีช่วยให้นักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงหลักสูตรการเรียนรู้ได้หลายวิธี (Izzo & Bauer, 2015) นักเรียนที่ไม่มีความพิการยังได้รับประโยชน์จากห้องเรียน UDL เช่นเดียวกับที่นักเรียนพิการได้รับประโยชน์ พวกเขาสามารถมีส่วนร่วมและมีแรงจูงใจมากขึ้นและมีความสนใจในการศึกษาของตนเองมากขึ้น (Ralabate, 2011) UDL ได้จัดทำกรอบที่ทำลายแนวคิดของวิธีการเรียนรู้แบบ “one-size-fits-all” หรือเรียกว่า “หนึ่งขนาดเหมาะกับทุกคน” ทำให้การเรียนรู้สามารถเข้าถึงได้สำหรับนักเรียนทุกคน

ยกตัวอย่างรูปแบบสื่อการเรียนรู้ผ่านเกม เกมโดยทั่วไปคือ กิจกรรมที่ดำเนินไปพร้อมกับกติกา ซึ่งรูปแบบของการเล่นเกมแตกต่างกันออกไป เช่น จำนวนผู้เล่น ระยะเวลาในการเล่น ระบบของเกม หรือจากการสุ่มหรือโชคที่เกิดขึ้นจากเกม ซึ่งเกมส่วนใหญ่มีการกำหนดเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน รวมถึงมีการกำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของเกม (Victory point) ที่ชัดเจน (Brathwaite & Schreiber, 2009) แต่การออกแบบ Game-based Learning ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะกับทุกคน จะต้องให้ความสำคัญกับเรื่องของการออกแบบให้เหมาะสมด้วย โดยต้องคำนึงถึงเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) Practice การออกแบบ GBL นั้นจะต้องแฝงแบบฝึกหัดต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองทำ

2) Learning by doing จะต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง การเรียนรู้ด้วยตัวเองจะทำให้เข้าใจได้ลึกซึ้งกว่า

3) Learning from mistakes ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากความผิดพลาด การเรียนรู้จากความผิดพลาดไม่ใช่เรื่องเสียหาย แต่จะช่วยทำให้ผู้เรียนจำได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

4) Goal-Oriented learning ต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจนในเกม เพื่อให้ผู้เรียนพยายามที่จะทำให้บรรลุเป้าหมาย

5) Learning point ต้องแฝงไปด้วยข้อมูลหรือประเด็นหลัก ๆ ที่สำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ผู้เรียนสมควรรู้ เพื่อให้ผู้เรียนจะได้นำเอาความรู้นั้นไปใช้งานได้อย่างจริงจัง

ดังนั้น การออกแบบเกมเพื่อทุกคนนั้นต้องเข้าใจถึงพฤติกรรมของผู้เรียน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และบริบททางการเรียน โดยนำแนวคิด UDL มาใช้โดยเป็นการประยุกต์เพื่อการตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนที่มีความต้องการหลากหลาย ต้องอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันและมีความต้องการที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งการนำ UDL ไปใช้ในการศึกษาเพื่อสร้างสรรค์สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนในแต่ละคน และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองได้เต็มที่ตามศักยภาพ ซึ่งสิ่งสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพคือกิจกรรมของเกมที่จะช่วยส่งเสริมความร่วมมือระหว่างกัน โดยเกมเป็นแรงจูงใจเชิงบวกที่สำคัญในการเรียนรู้ และยิ่งมีความเสมือนจริงมากเท่าใดก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้มาก Scott, McGuire, & Shaw (2003) ได้เสนอหลักการในการออกแบบการเรียนการสอนที่เป็นสากล ไว้ 9 ประการ ในการออกแบบการสอนที่เป็นสากล (Universal Design of Instruction หรือ UDI) ดังนี้

1. ความเสมอภาคในการใช้งาน (Equitable use) ออกแบบให้สามารถใช้ประโยชน์ได้สำหรับทุกคน ข้อมูลและอุปกรณ์ต้องใช้งานได้ทุกรูปแบบ โดยกลุ่มนักเรียนที่เยาะเขินและมีความหลากหลายมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ข้อความดิจิทัลในรูปแบบที่ใช้ได้กับซอฟต์แวร์อ่านข้อความหลาย ๆ ชนิด และมีลิงก์เชื่อมโยงไปยังข้อมูลเบื้องหลังสำหรับนักเรียนทุกคน

2. ความยืดหยุ่นในการใช้ (Flexibility in use) ออกแบบทำให้ผู้เรียนแต่ละคนที่มีความหลากหลายได้ใช้ได้ ต้องมีตัวเลือกหากผู้เรียนต้องการฟังเนื้อหาต้องทำได้หรือจะพิมพ์ออกมาเป็นเอกสารที่จับต้องได้ก็ทำได้ และยังสามารถปรับขนาดและความคมชัดของตัวอักษรได้ เพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีปัญหาทางด้านสายตา ผู้สอนควรจัดเตรียมวิธีการสอนที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้เกี่ยวกับในหลายรูปแบบ

3. ง่ายและเป็นธรรมชาติ (Simple and Intuitive) ออกแบบให้ใช้งานง่าย เข้าใจเนื้อหาที่เรียนยกตัวอย่างเช่น เมื่อผู้สอนจะนำหลักการนี้ไปใช้ อาจจะใช้ตารางคะแนนช่วย (ในตารางจะเขียนว่าต้องเข้าใจอะไร อย่างไรบ้าง)

4. สารสนเทศที่ช่วยให้รับรู้ได้ (Perceptible Information) ออกแบบให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เหมือนกัน ในลักษณะอย่างหลากหลาย (ตัวอย่างเช่น เมื่อพูดถึงกราฟิกจะมีการอธิบาย หรือใช้แท็กสำหรับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสายตา ส่วนคำบรรยายมีไว้สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน และเอกสารการอ่านทั้งหมดจะมีให้ในรูปแบบดิจิทัลที่เข้าถึงได้)

5. การยอมรับว่าจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น (Tolerance for error) ออกแบบที่คำนึงความปลอดภัยของผู้เรียน (ในฐานะผู้ใช้งาน) ผู้สอนต้องเข้าใจว่าผู้เรียนมี ประสบการณ์ที่แตกต่างกัน

6. ความสามารถทางกายภาพที่ต่ำ (Low physical effort) ออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้มีความเมื่อยล้าในการใช้น้อยที่สุด การลดอุปสรรคการเรียนรู้ในทางกายภาพเป็นหนึ่งในข้อดีในการเรียนรู้ได้มากขึ้นสำหรับผู้เรียนบางคน

7. ขนาดและพื้นที่สำหรับการประยุกต์ใช้และการใช้ (Size and space for approach and use) เป็นการออกแบบเพื่อผู้ใช้ที่มีขนาดร่างกายที่แตกต่างกันใช้อย่างสะดวก พิจารณาความต้องการของผู้เรียนภายในพื้นที่ที่กำหนดไว้ โดยให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงในขนาดร่างกาย ทำทาง การเคลื่อนไหวและความต้องการของนักเรียน

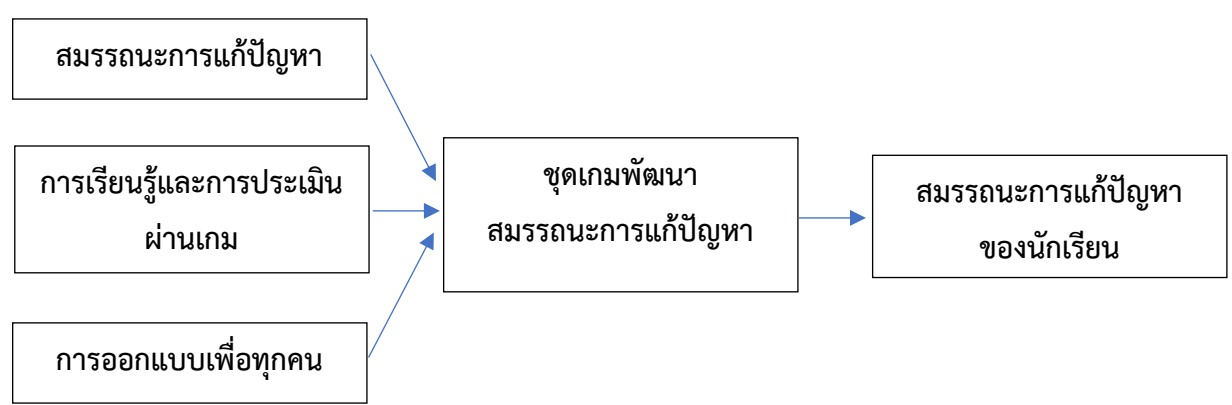
8. ชุมชนของผู้เรียน (A community of learners) ออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ เช่น ทางออนไลน์ที่รู้สึกปลอดภัยและสนับสนุนการโต้ตอบระหว่างนักเรียนด้วยตนเอง รวมทั้งระหว่างนักเรียนและผู้สอน

9. บรรยากาศในการสอน (Instructional Climate) ออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อผู้เรียนทุกคน สรุปว่าการวิจัยนี้ประยุกต์ใช้หลักการออกแบบเพื่อทุกคนสำหรับการเรียนรู้ตามแนวทางที่ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างรูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย (เช่น การนำเสนอที่หลากหลายด้วยภาพ ตัวอักษร และการแสดงออกทางกาย) การสร้างรูปแบบการมีส่วนร่วมที่หลากหลาย (เช่น การเปิดรับจุดแข็งและความสนใจต่าง ๆ ของนักเรียน) และการสร้างวิธีการแสดงออกที่หลากหลาย (เช่น การแสดงความคิดผ่านช่องทางที่นักเรียนเลือกได้หลายทาง) โดยการออกแบบเกมให้มีรูปแบบการนำเสนอทั้งแบบภาพและตัวอักษร มีการนำเสนอกติกาทั้งทางตัวอักษรและทางวาจา การให้ผู้เล่นมีส่วนร่วมทั้งการลงมือทำและการสื่อสารทางวาจาและร่างกาย

ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ สมรรถนะการแก้ปัญหา (Problem solving competency) การเรียนรู้และการประเมินผ่านเกม (Game-based learning and assessment) และการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal design) เพื่อให้ได้ชุดเกมที่ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา คู่มือการใช้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรจำแนกตามระดับชั้น คำอธิบายวิธีการเล่น และแนวทางการประเมิน

มีกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้คือ



ภาพที่ 2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้มุ่งออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้รูปแบบการวิจัยอิงการออกแบบ (Design-based research) มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมการวิจัยเน้นเป็นผู้ที่ได้รับการเลือกแบบเจาะจง (Purposive selection) ทั้งนี้ การเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่ได้เป็นไปเพื่อเป็นตัวแทนประชากรทั้งหมด แต่มุ่งเน้นที่จะทดลองใช้เกมในบริบทการสอนจริง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเที่ยงตรงเชิงบริบท อันเป็นการแสดงหลักฐานถึงการที่ผู้ปฏิบัติสามารถประยุกต์และนำผลการทำงานไปปรับใช้ในบริบทการทำงานของตนเองได้อย่างได้ผล โดยกำหนดให้กลุ่มเป้าหมายมีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด ประกอบด้วย

1) กลุ่มครูผู้สอนให้ข้อมูลในการศึกษาความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน เป็นครูผู้รับผิดชอบสอนวิชาในกลุ่มสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 11 คน

2) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อมูลสำหรับการออกแบบและพัฒนาเกม ประกอบด้วย ผู้ปฏิบัติงาน (Practitioners) และผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ การจัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ ได้แก่ ผู้กำหนดนโยบาย 2 คน นักวิชาการ 4 คน ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา 5 คน นักออกแบบพัฒนาเกม 3 คน และครูผู้สอนการศึกษาพิเศษ 1 คน รวมจำนวน 15 คน

3) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 คน

4) กลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครอบคลุมทั้งเด็กปกติและเด็กที่มีความต้องการพิเศษ โดยมุ่งเน้นในบริบทการเรียนรวม ประกอบด้วย 3 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่

4.1) กลุ่มที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์จัดตั้ง รอบที่ 1 จำนวน 90 คน ประกอบด้วยโรงเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน โรงเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน และโรงเรียนที่ 3 จำนวน 30 คน

4.2) กลุ่มที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์จัดตั้ง รอบที่ 2 จำนวน 90 คน ประกอบด้วยโรงเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน โรงเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน และ โรงเรียนที่ 3 จำนวน 30 คน

4.3) กลุ่มที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ห้องเรียนต่อ 1 เกม รวมจำนวน 90 คน ประกอบด้วยโรงเรียนที่ 1 ทดลองใช้หนึ่งเกมจำนวน 30 คน โรงเรียนที่ 2 ทดลองใช้ 2 เกม ๆ ละ 30 คน รวม 60 คน (กลุ่มเป้าหมายในรอบนี้มาจาก 2 โรงเรียน เนื่องจากโรงเรียนแห่งหนึ่งที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์จัดตั้งอยู่ในช่วงของการประเมินปลายภาคเรียน ไม่สามารถจัดสรรเวลาให้นักเรียนเข้าร่วมในการทดลองใช้เกมในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ได้)

การเลือกตัวอย่างมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

2. กำหนดจำนวนกลุ่มเป้าหมายที่เพียงพอสำหรับการเก็บข้อมูล ซึ่งเป็นไปตามที่ระบุในรายละเอียดข้างต้น ทั้งนี้กลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกมในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ เน้นเป็นห้องเรียนที่มีทั้งนักเรียนปกติและนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษอยู่ในห้องเรียนเดียวกัน

3. เลือกกลุ่มเป้าหมายที่ให้ความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย โดยการประสานงานกับกลุ่มเป้าหมาย และผู้ปกครองของกลุ่มเป้าหมาย และโรงเรียนของกลุ่มเป้าหมาย (กรณีนักเรียน)

เกณฑ์การคัดเลือกผู้ร่วมวิจัย/อาสาสมัคร (Inclusion criteria)

1) กลุ่มผู้สอนให้ข้อมูลในการศึกษาความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน

1.1) ครูผู้รับผิดชอบสอนวิชาในกลุ่มสาระเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2) ปฏิบัติหน้าที่ที่สอนมาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปี และยังปฏิบัติงานอยู่ในปัจจุบัน

2) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อมูลสำหรับการออกแบบและพัฒนาเกม

2.1) เป็นผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษา นักวิชาการด้านสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนการศึกษาพิเศษ

2.2) ปฏิบัติหน้าที่ที่เกี่ยวข้องมาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปี และยังปฏิบัติงานอยู่ในปัจจุบัน

3) ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1) เป็นครูผู้สอนสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ในโรงเรียน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

3.2) ปฏิบัติงานสอนนักเรียนเรียนรวมหรือมีประสบการณ์การสอนในห้องเรียนเรียนรวมมาอย่างน้อย 1 ปี

3.3) สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

4) กลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1) เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

4.2) กรณีนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ เป็นนักเรียนที่อยู่ในบริบทของการเรียนรวม โดยให้ครูผู้สอน/ครูการศึกษาพิเศษของโรงเรียนร่วมอยู่ในกระบวนการและให้ข้อเสนอแนะในการคัดเลือกอาสาสมัครที่เป็นเด็กที่มีความต้องการพิเศษ ซึ่งเด็กที่มีความต้องการพิเศษในโครงการนี้เป็นเด็กเรียนรวมในโรงเรียนทั่วไป มีศักยภาพในการเรียนและทำกิจกรรมร่วมกับเด็กปกติได้

4.3) นักเรียนสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัย

4.4) ผู้ปกครองของนักเรียนยินยอมให้นักเรียนเข้าร่วมการวิจัย

4.5) ครูและโรงเรียนสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

3.2 วิธีการวิจัย

ระยะที่ 1 การวิจัยเบื้องต้น เป็นการเพื่อศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในการเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นการทบทวนวรรณกรรม และการศึกษาความต้องการของผู้สอนในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน และการพัฒนากรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์หรือทฤษฎีเพื่อการวิจัย ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1) การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกมในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉพาะในสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยแนวคิดทฤษฎีและการปฏิบัติเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะ การเรียนรู้และการประเมินผ่านเกม และการออกแบบเพื่อทุกคน เป้าหมายคือเพื่อให้ได้องค์ความรู้สำคัญเป็นพื้นฐานหรือหลักการในการออกแบบและพัฒนาเกม ดังนี้

- ธรรมชาติของสมรรถนะการแก้ปัญหา โดยเฉพาะในกลุ่มสะเต็มศึกษา และการนำไปใช้ในการออกแบบเกม

- เป้าหมาย รูปแบบ และวิธีการใช้เกมในการพัฒนาและประเมินสมรรถนะ รวมทั้งตัวอย่างของเกมที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2) การศึกษาความต้องการของผู้สอนในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน เป็นการศึกษาความต้องการของผู้สอนในกลุ่มวิชาสะเต็มศึกษา ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ที่มีประสบการณ์ (Rich-information case) จำนวน 11 คน เกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในบริบทการเรียนรวม โดยการสัมภาษณ์ผ่านแอปพลิเคชันประชุมออนไลน์ การโทรศัพท์ และการสัมภาษณ์ตัวบุคคล เครื่องมือที่ใช้คือแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure interview) ที่มีประเด็นเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ปัญหาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา และความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา การสัมภาษณ์ใช้เวลาประมาณคนละประมาณ 30 นาที มีการบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ประกอบ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ระยะที่ 2 การพัฒนาเกม เป็นการพัฒนารอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และการศึกษาผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้แก่

2.1 การวิจัยเป็นวงจรซ้ำ เป็นการพัฒนารอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นการออกแบบเกมต้นแบบและปรับปรุงพัฒนา เป็นกระบวนการที่วนซ้ำไปซ้ำมา (iterative) และศึกษาความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในส่วนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) การสัมภาษณ์แนวทางการออกแบบและพัฒนาเกม จากผู้ปฏิบัติ (Practitioners) และผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ การจัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ ได้แก่ ผู้กำหนดนโยบาย 2 คน นักวิชาการ 4 คน ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา 5 คน นักออกแบบพัฒนาเกม 3

คน และครูผู้สอนการศึกษาพิเศษ 1 คน รวม จำนวน 15 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ผ่านแอปพลิเคชันซูม (ZOOM) และไมโครซอฟท์ทีม (Microsoft Teams) ใช้แบบสอบถามแบบกึ่งโครงสร้างที่มีประเด็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และลักษณะของเกมที่เสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหา ใช้เวลาสัมภาษณ์ประมาณ 60 นาที และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic Analysis) เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบและลักษณะของเกมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการในการใช้ในการจัดการเรียนรู้

2) การพัฒนากรอบการออกแบบ เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามและสรุปว่า เกมที่สร้างเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาควรมีลักษณะเป็นอย่างไร และการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาในการเรียนรู้ผ่านเกมควรเป็นอย่างไร ดำเนินการโดยคณะผู้วิจัยนำข้อมูลจากการศึกษาความต้องการของผู้สอนในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน และการทบทวนวรรณกรรม มาวิเคราะห์และกำหนดเป็นกรอบแนวคิดเชิงมนทัศน์

3) การออกแบบเกมต้นแบบ 3 เกม เน้นการบูรณาการความเชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน ได้แก่ ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านวิทยาการการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการออกแบบเกม ความเชี่ยวชาญแต่ละด้านนำมาใช้ในการดำเนินงานดังนี้

- ด้านหลักสูตรและการสอน เป็นครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษาจำนวน 3 คน วิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างสมรรถนะแต่ละตัวที่เลือก เนื้อหาและตัวชี้วัดตามหลักสูตรที่สอดคล้องกับสมรรถนะ และให้ข้อมูลแนวทางการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเกม

- ด้านวิทยาการการเรียนรู้ เป็นผู้วิจัยที่นำทฤษฎีการเรียนรู้โดยเฉพาะทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา และจิตวิทยามาประกอบการออกแบบเกมให้กระตุ้นการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เล่นเกม ให้เกมมีการลองผิดลองถูกและมีระยะเวลาที่เหมาะสมในการเล่นแต่ละเกม

- ด้านการวัดและประเมินผล เป็นคณะผู้วิจัยที่ออกแบบวิธีการประเมินให้ผสมผสานไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ของเกม รวมทั้งเครื่องมือสำหรับประเมินสมรรถนะ และเกณฑ์การให้คะแนน รวมทั้งการถอดประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านเกมของผู้เรียน

- ด้านการออกแบบเกม เป็นคณะผู้วิจัยและนักศึกษาจำนวน 9 คน ออกแบบเกมให้สอดคล้องกับสมรรถนะ เนื้อหาหรือกระบวนการที่เน้นในวิชา กิจกรรมการเรียนรู้และการประเมิน

กิจกรรมในส่วนนี้ประกอบด้วยการประชุมหารือร่วมกันระหว่างคณะทำงานเพื่อแบ่งปันข้อมูลนำเสนอ และพิจารณาด้านเกมที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นระยะ ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในขั้นตอนนี้ได้ต้นฉบับของชุดเกม จำนวน 3 เกม ประกอบด้วยต้นฉบับของเกม คู่มือการใช้ และเครื่องมือประเมิน ซึ่งมีการอธิบายรายละเอียดเบื้องต้นไว้ในบทที่ 4

4) ศึกษาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อต้นแบบชุดเกม โดยจัดประชุมผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน 1 ครั้ง เพื่อพิจารณาความเป็นประโยชน์ ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม และความถูกต้องของเกมที่พัฒนาขึ้น

โดยใช้ประเด็นการสนทนากลุ่มในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์แก่นสาระ หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขเกมตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การประเมินถึงรวยยอด เป็นการศึกษาผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นการประเมินเพื่อสรุปว่าบอร์ดเกมเป็นไปตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้ตอนแรกหรือไม่ กิจกรรมประกอบด้วย

1) ทดลองใช้ชุดเกมในสถานการณ์จัดตั้งและปรับปรุงแก้ไข โดยการให้นักเรียนทดลองเล่นเกม 1 ชุด เป็นจำนวน 2 รอบ รอบละ 30 คน ให้ครูผู้สอน/ครูการศึกษาพิเศษของโรงเรียนร่วมอยู่ในกระบวนการทดสอบเกม เก็บข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของเกมโดยวิธีการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกม โดยใช้แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน และเก็บข้อมูลเพื่อศึกษากระบวนการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียนโดยการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกม โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกม นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลประสบการณ์การเรียนรู้ในการเล่นเกมนักเรียนหลังจากเล่นเกมเสร็จแล้วโดยใช้การสนทนากลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกมด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยก่อนและหลัง และการวิเคราะห์แก่นสาระ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงเกมในแต่ละรอบ

2) ทดลองใช้ชุดเกมในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไข โดยการให้ครูผู้สอนนำเกม 1 ชุด ไปใช้จัดการเรียนรู้ในสถานการณ์จริงของการจัดการเรียนรู้ เป็นจำนวน 1 รอบ เก็บข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของเกมโดยวิธีการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกมโดยใช้แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน และเก็บข้อมูลเพื่อศึกษากระบวนการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียนโดยการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกมโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกม นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลประสบการณ์การเรียนรู้ในการเล่นเกมนักเรียนหลังจากเล่นเกมเสร็จแล้วโดยใช้การสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยายและการวิเคราะห์แก่นสาระ และศึกษาความพึงพอใจของครูที่ใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ ด้วยการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกมด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยก่อนและหลัง และการวิเคราะห์แก่นสาระ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงเกม

ผลที่ได้เป็นชุดเกมที่ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะ คู่มือการใช้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรจำแนกตามระดับชั้น คำอธิบายวิธีการเล่น และแนวทางการประเมิน รวม 1 ชุด ประกอบด้วย 3 เกม ครอบคลุมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน ครู และโรงเรียนอีก 2 แห่ง ที่ผ่านการเข้าร่วมการทดลองใช้ โดยโรงเรียนและครูที่เข้าร่วมการทดลองใช้ได้รับทราบข้อมูลสภาพรวมสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนเพื่อเป็นสารสนเทศในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3) จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ คู่มือการใช้ และบทความวิชาการเพื่อเผยแพร่

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) กลุ่มครูผู้สอนสะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้ร่วมวิจัยถูกสัมภาษณ์เกี่ยวกับความต้องการเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยดำเนินการสัมภาษณ์รายบุคคล จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง ครั้งละประมาณ 30 นาที โดยเป็นการสัมภาษณ์ผ่านแอปพลิเคชันการประชุมออนไลน์การโทรศัพท์ และการสัมภาษณ์ตัวบุคคล

2) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ร่วมวิจัยถูกสัมภาษณ์เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติงาน ประสบการณ์การทำงาน ความคิดเห็นและความต้องการเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในบริบทการเรียนรวม โดยดำเนินการสัมภาษณ์รายบุคคล จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง ครั้งละประมาณ 90 นาที โดยเป็นการสัมภาษณ์ผ่านแอปพลิเคชันการประชุมออนไลน์

3) ครูผู้ร่วมทดลองใช้เกม

การสอบถาม/สัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

4) กลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกมใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกม เพื่อดูการตอบสนองต่อการเล่นเกมและใช้ในการปรับปรุงแก้ไขเกม ใช้เวลาประมาณ 10-30 นาที

การสอบถาม/สัมภาษณ์เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อเกมที่เล่น ประสบการณ์การเรียนรู้ สิ่งที่ได้เรียนรู้และพัฒนาจากการเล่นเกม และความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเกม โดยเป็นการสัมภาษณ์กลุ่มนักเรียนที่เล่นเกม ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที

การเก็บข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกมใช้แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนประกอบด้วย 3 แบบประเมินย่อย ประกอบด้วย แบบสำรวจการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแบบประเมินการรับรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง และแบบสอบถามการปฏิบัติการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแบบประเมินพฤติกรรมแก้ปัญหา โดยนักเรียนแต่ละคนทำแบบประเมินแยกกัน ใช้เวลาประมาณ 10-20 นาทีต่อครั้ง

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. ประเด็นคำถามในการศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

- บทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบ
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา
- สภาพการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา

- ปัญหาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้
สะเต็มศึกษา

- ความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ใน
การเรียนรู้สะเต็มศึกษา

3. ประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มผู้ปฏิบัติ (Practitioners) และผู้เกี่ยวข้องกับการ
จัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ การจัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ เพื่อการ
ออกแบบและพัฒนาเกม

- บทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบ

- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ การ
จัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ โดยเฉพาะประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกมในการจัดการ
เรียนรู้

- ความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในบริบทการเรียนรวม

- ความต้องการเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในบริบทการเรียนรวม

- ข้อเสนอแนะในการออกแบบและพัฒนาเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน

- ข้อคำนึงในการออกแบบเกมและการนำเกมไปใช้

3. แนวทางการสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมนักเรียน ประกอบด้วยประเด็นต่อไปนี้

- การมีส่วนร่วมในการเล่น

- การลงมือแก้ปัญหาในขณะที่เล่นเกม

- ปัญหาหรือต้องการความช่วยเหลือในการเล่น

4. ประเด็นคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มนักเรียนที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกม ประกอบด้วย

- จากการเล่นเกมนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อเกมที่เล่น

- นักเรียนได้เรียนรู้และหรือพัฒนาทักษะอะไรบ้าง

- นักเรียนมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเกมอย่างไร

5. ประเด็นคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ครูที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกม ประกอบด้วย

- จากการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกม ครูมีความรู้สึกอย่างไร

- จากการจัดการเรียนรู้ ครูเห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้และหรือพัฒนาทักษะอะไรบ้าง

- เกมที่เล่นมีข้อดีและข้อจำกัดในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้อย่างไร

- ครูมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมนี้นหรือไม่ อย่างไร

- ครูมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเกมอย่างไร

6. แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน ประกอบด้วย

แบบสำรวจการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา เก็บข้อมูลก่อนและหลังเล่นเกม เป็นแบบสถานการณ์ จำนวน 2 ข้อ (ก่อนเล่นเกม 1 ข้อ และหลังเล่นเกม 1 ข้อ) ที่มีข้อความย่อให้เขียนตอบจำนวน 5 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนข้อความย่อจาก 0 ถึง 2 (“ไม่มีความสามารถ” ถึง “มีความสามารถชัดเจน”) คะแนนสูงหมายถึงมีทักษะการแก้ปัญหาสูง เกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้

ข้อ	คะแนน
ข้อมูล	2 ระบุข้อมูลในสถานการณ์ ได้ชัดเจนมากกว่า 1 ข้อมูล 1 ระบุข้อมูลในสถานการณ์ 1 ข้อมูล หรือ ระบุข้อมูลมากกว่า 1 ข้อมูล แต่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เพียง 1 ข้อมูล 0 ไม่ตอบ หรือ คำตอบไม่ระบุข้อมูล หรือ ระบุข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
ระบุปัญหา	2 ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ได้ชัดเจนอย่างน้อย 1 ปัญหา (เช่น ไม่สามารถนัดเพื่อนได้ เพื่อนมีเวลาไม่ตรงกัน ไม่สามารถทำงานร่วมกันหรือพร้อมกันได้) 1 ระบุปัญหาไม่ชัดเจน หรือระบุข้อมูลสถานการณ์ 0 ไม่ตอบ คำตอบไม่สะท้อนหรือแสดงถึงปัญหา
แนวทางการแก้ปัญหา (คำสำคัญคือการระดมทางเลือกและพิจารณาข้อดีข้อเสีย)	2 ระบุแนวทาง/วิธีการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และสอดคล้องกับปัญหามากกว่า 1 แนวทาง/วิธี ทุกแนวทาง/วิธีมีการพิจารณาข้อดีและข้อเสีย 1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และสอดคล้องกับปัญหา 1 แนวทาง หรือ ระบุแนวทางการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และสอดคล้องกับปัญหา มากกว่า 1 แนวทาง แต่มีการพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแนวทางเพียง 1 แนวทาง หรือ ระบุแนวทางการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และสอดคล้องกับปัญหาตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไปแต่ไม่มีการระบุข้อดีและข้อเสียของแนวทาง 0 ไม่ตอบ หรือ คำตอบไม่สะท้อนหรือแสดงถึงแนวทาง หรือ แนวทางไม่สอดคล้องกับปัญหา หรือ ระบุแนวทางการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และสอดคล้องกับปัญหาเพียง 1 วิธี แต่ไม่มีการระบุข้อดีและข้อเสียของแนวทาง
ขั้นตอนการปฏิบัติการแก้ปัญหา	2 ระบุขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และสอดคล้องกับปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาที่ระบุในข้อก่อนหน้า อย่างเป็นลำดับขั้นตอนมากกว่า 1 ขั้นตอน 1 ระบุขั้นตอนไม่ชัดเจน ไม่ครบถ้วน ไม่เป็นลำดับขั้นตอน หรือมีองค์ประกอบของขั้นตอนเพียง 1 ขั้น 0 ไม่ตอบ หรือ คำตอบไม่ระบุขั้นตอน หรือ ไม่เชื่อมโยงกับแนวทางการแก้ปัญหา
การติดตามประเมินผล	2 ระบุวิธีการติดตามประเมินผล อย่างน้อย 1 วิธี 1 ระบุวิธีการติดตามประเมินผลไม่ชัดเจน 0 ไม่ตอบ หรือ คำตอบไม่ระบุวิธีการติดตามประเมินผล

แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแบบประเมินการรับรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเอง จำนวนทั้งสิ้น 6 ข้อ มีทั้งข้อคำถามเชิงบวกและข้อคำถามเชิงลบ แต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก จาก “จริงที่สุด” ถึง “ไม่จริงเลย” คะแนนสูงหมายถึงมีการรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเองสูง

แบบสอบถามการปฏิบัติการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นแบบประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหา จำนวนทั้งสิ้น 6 ข้อ แต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก จาก “เป็นประจำ” ถึง “ไม่เคย” คะแนนสูงหมายถึงมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาสูง

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวัดผลและการแก้ปัญหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปรับแก้แบบสำรวจการแก้ปัญหาของนักเรียนให้ข้อคำถามก่อนและหลังการเล่นเกมนี้อาจมีความคล้ายคลึงกันมากขึ้น ซึ่งได้ปรับแก้แล้ว จากนั้นจึงได้ทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 30 คน ครอบคลุมนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ผลการทดลองใช้พบว่าแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ไขปัญหา มีความเชื่อมั่นโดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha) เท่ากับ .737 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมอยู่ที่ระดับ .214 - .670 และแบบประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหามีความเชื่อมั่นโดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha) เท่ากับ .866 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมอยู่ที่ระดับ .577 - .678

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 การวิจัยเบื้องต้น

ในการศึกษาความต้องการจำเป็นและบริบทเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในบริบทการเรียนรวม ทำการวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic Analysis) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ระยะที่ 2 การพัฒนาเกม

ในการศึกษาผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นั้นมีการพิจารณาสมรรถนะการแก้ปัญหาโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกมด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ทั้งนี้แม้ว่าการทดสอบ t จะใช้ในการอ้างอิงกลุ่มตัวอย่างกับประชากร และการทดสอบครั้งนี้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ ที่ไม่ได้มุ่งอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรใด ๆ ก็ตาม แต่ผู้วิจัยใช้การทดสอบ t เพื่อให้ได้สาระสนเทศเพิ่มขึ้นจากการใช้สถิติบรรยาย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบนี้สามารถถ่ายโอนหรือขยายผลไปยังกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์แก่นสาระของข้อมูลการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน ระหว่างการเล่น เกม การวิเคราะห์แก่นสาระของข้อมูลการสนทนากลุ่มประสบการณ์การเรียนรู้ในการเล่น เกม

ของผู้เรียนหลังจากเล่นเกมเสร็จแล้ว และการสัมภาษณ์ความพึงพอใจของครูที่ใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลผลการใช้ที่ละเอียดยิ่งขึ้น

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

4.1 ความต้องการของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1.1 สภาพปัจจุบันของการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา

จากการศึกษาและวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า มีสภาพปัจจุบันหรือสถานการณ์หลัก ๆ ดังนี้คือ

1) มีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในโรงเรียนส่วนมาก โดยมีนโยบายสนับสนุนให้บูรณาการและจัดการเรียนการสอนในหลายรายวิชา

“โรงเรียนมีนโยบายให้ครูทุกคน โดยในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้บรรจุแผนสะเต็มฯ ไว้ในวิชาของตัวเอง ก็แล้วแต่ว่าครูแต่ละคนจะวิเคราะห์ว่าสาระไหนเนื้อหาไหนจะเข้าสะเต็มฯ และมีการให้คุณครูทำการสอน ไม่จำกัดว่าคนละกี่ชั่วโมง แต่ให้มีอย่างน้อยภาคเรียนละ 1 แผน หรือ 1 หน่วย แล้วแต่คุณครูจะวิเคราะห์ในการจัดการเรียนการสอน” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 7, 8 ส.ค. 2563)

“ที่โรงเรียนมีการจัดการสอนในหลายวิชา เป็นนโยบายผู้บริหาร เปิดสอนในวิชา IS เป็นวิชาที่ให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงาน IS 1 และ IS 2 ของ ม.2 และบูรณาการวิชาสะเต็มไปด้วย บางวิชาที่บูรณาการไปได้ เช่น เคมี ใช้การทดลองไมโครบิต ลองสร้างเครื่องมือตรวจวัดวิชาเทคโนโลยีก็จะมีการสอนในรายวิชาออกแบบเทคโนโลยี เป็นเรื่องเขียนโปรแกรม” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

2) มีการจัดการเรียนรู้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านกิจกรรมค่ายสะเต็มศึกษาเสริมจากกิจกรรมในห้องเรียน โดยเชื่อมโยงเนื้อหาจากวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และวิชาอื่น ๆ เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

“ส่วนใหญ่จะเป็นกิจกรรมค่ายมากกว่า เน้นเรื่องการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ทั้งเรื่องทักษะการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ เพื่อให้ได้หัวข้อโปรเจก ก็เป็นทักษะรวม ๆ มากกว่าที่จะเป็นด้านใดด้านหนึ่ง ส่วนใหญ่ก็จะเป็นค่ายซึ่งทำเยอะมาก ไปร่วมกับโครงการที่ร่วมกับ

มหาวิทยาลัย เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นการฝึกปฏิบัติ และเน้นทักษะโดยรวม ไม่ได้เน้นเรื่องการแก้ปัญหาโดยเฉพาะ” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

“ที่โรงเรียนมีการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และมีค่ายสะเต็มศึกษา เป็นค่ายที่บรรจุอยู่ในโครงการแผนงบประมาณของโรงเรียน คือที่โรงเรียนมีค่ายสะเต็มศึกษามา 3-4 ปี ติด ๆ กัน เทอมที่แล้วก็มี ส่วนใหญ่จะจัดหลังเด็กสอบปลายภาคเรียนที่ 2 เสร็จแล้ว สอนสะเต็มโดยหยิบยกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ บางครั้งจะเป็นวิชาเคมีนำ เช่น เรื่องสารเคมี สี ฯลฯ แล้วแต่คุณครูในกลุ่มสาระมาช่วยกัน หรือวิชาเทคโนโลยีก็ไปช่วยเสริมในการจัดกิจกรรมที่เป็นตัวสนับสนุน” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 8, 9 ส.ค. 2563)

“ส่วนมากถ้าเป็นเรื่องการแก้ปัญหาของนักเรียน น่าจะเป็นการจัดค่ายทางวิชาการ ทั้ง วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และที่โรงเรียนให้จัดค่ายทุกกลุ่มสาระ” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 11, 9 ส.ค. 2563)

3) ครูมีการจัดการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามบทเรียน สอนตามความรู้ที่พอมืออยู่ และไม่ได้มีโครงการที่ชัดเจน

“มันก็มีตามบทเรียนอยู่แล้ว แล้วก็พัฒนาตามนั้น ไม่แน่ใจวิชาอื่น แต่ถ้าเป็นคณิตศาสตร์ มันก็มีอยู่แล้ว พวกแก้โจทย์ปัญหาแก้อะไรอย่างนี้เพื่อเอาไปพัฒนาการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ... อย่างโครงการไม่ชัดเจน มันมีชั่วโมง ในทำนองเดียวกันก็คือว่า ใครอยากสอนอะไรก็สอน อย่างผม ผมพอมีความรู้อยู่บ้าง แต่เราก็ไม่ได้ชัดเจนพวกนี้ว่าเขาจะเอาอย่างไรกันแน่ ผมก็ใช้วิธีเปิดหนังสือสอน ก็สอนตามสเต็ป” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 6, 8 ส.ค. 2563)

“ก็มีบางหน่วยการเรียนรู้ที่บูรณาการคล้าย Problem-based learning ก็คือเอาสถานการณ์ให้นักเรียนและนักเรียนเป็นผู้แก้สถานการณ์ อยู่ในรายวิชาการงานทั้ง ม.ต้น และ ม.ปลาย ก็เอามาใส่ในหน่วยการเรียนรู้ที่สามารถจะบูรณาการเป็นสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาปัญหาและฝึกแก้สถานการณ์ได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 10, 9 ส.ค. 2563)

“เรื่องโรงเรียนหรือครูมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จะไม่ได้มีโครงการที่ชัดเจนสักเท่าไร” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

4) ภาพรวมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีสมรรถนะการแก้ปัญหาอยู่บ้าง (บางแห่งค่อนข้างน้อย) การสรุปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาในชีวิตทำได้ยาก ดังนั้นครูจึงมีบทบาทในการจัดกิจกรรม ตั้งคำถามสะท้อนการเรียนรู้ และสรุปเชื่อมโยงสู่การประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาในชีวิต

“ทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจะเห็นน้อย คือยังไม่ค่อยพัฒนา ตามที่เห็นนะ” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

“นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอ่อนมาก และวัดจาก ONET จะต่ำ เด็กไม่ค่อยคิด ถ้าอธิบายโจทย์ปัญหาจะต้องอธิบายทุกข้อ คิดน้อยลง ไม่รู้ว่าจะทำยังไงเหมือนกัน เป็นเรื่องหนักใจของครูผู้สอน” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 10, 9 ส.ค. 2563)

“แค่ให้ใช้คอมฯ วาดรูป จากสี่เหลี่ยมเป็นสามเหลี่ยม กิ่งง ก็ถามเด็ก ไม่แน่ใจเหมือนกัน คือเวลาเรียนกับครูก็ทำได้ แต่เวลาให้กลับไปคิดเอง คิดไม่ได้ เด็กก็ทำไม่ได้และไม่พยายามหา รอแต่ถามครู ให้ครูตอบ” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

“มีความรู้สึกว่าการที่กำลังสอนอยู่ ถ้าบ่อนให้เขา เขาจะไปได้ แต่ถ้าจัดกิจกรรมที่เขาลองคิดเองว่ามีวิธีการยังไง ก็ทำได้ แต่ไม่หมดทุกคน ครูต้องคอยบอกคอยชี้แนะ นี่ลองให้ทำกิจกรรมที่เอาเนื้อหามาประยุกต์ใช้ ให้สร้างอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนไปแล้ว แล้วมาดูว่าสิ่งที่เกิดขึ้นมันตรงกับทฤษฎีไหม เด็กบางส่วนเห็น แต่บางส่วนที่เขาทำได้ แต่สิ่งที่เขาทำได้มันตรงกับทฤษฎีไหม บางส่วนมันบอกไม่ได้ว่าเชื่อมโยงกับทฤษฎียังไง เอามาใช้จริงไม่สามารถสรุปได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

“เราอาจจะต้องตั้งคำถามกระตุ้นให้เขาคิดและเชื่อมโยง หรือครูต้องช่วยสรุปการเรียนรู้ในตอนท้าย” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

5) บอร์ดเกมเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชา สร้างแรงบันดาลใจและการมีส่วนร่วม และเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหา

“ถ้าเป็นเกม เด็กจะชอบเล่น เด็กจะสนใจเล่น มากกว่าการสอนรายวิชาซึ่งเป็นเนื้อหาในตัว บอร์ดเกมก็น่าจะดี น่าจะใช้ได้ เพราะเด็กในระดับนี้ เขาจะติดเกมมากกว่า ถ้ามีเกมและเกิดการแข่งขันกันขึ้น เขาก็น่าจะสนใจมากกว่าที่จะอยู่กับเนื้อหารายวิชา มากกว่าที่จะเป็นตัวหนังสือ” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 10, 9 ส.ค. 2563)

“บอร์ดเกมน่าจะช่วยฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาให้รอบคอบในการสอนสะเต็มศึกษา โดยการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

4.1.2 ปัญหาที่พบในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา

ปัญหาที่พบในปัจจุบันเรื่องการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีดังนี้คือ

1) ครูผู้สอนหรือผู้จัดการเรียนการสอนยังขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและเครื่องมือ (tools) ที่จะนำไปใช้ในการสอน ไม่สามารถเชื่อมโยงการสอนได้ ไม่สามารถออกแบบกิจกรรมและเครื่องมือวัดประเมินผล และไม่สามารถบูรณาการความรู้สู่การปฏิบัติได้ ทำให้การแยกสอนเป็นรายวิชา เกิดเป็นสะเต็ม

คณิตศาสตร์ สะเต็มเคมี สะเต็มชีววิทยา ในบางครั้งยังยึดกับการสอนให้เด็กท่องจำในกระดานและสอนเรื่องที่เป็นนามธรรม

“องค์ความรู้ไม่มี ครูไม่มีความรู้ที่จะจัดกิจกรรมว่าจะทำอย่างไรบ้าง เหมือนกับหน่วยงานเอาอุปกรณ์ต่าง ๆ เค้มามาให้ เอามาให้เหมือนกับ expect (คาดหวัง) ว่าครูต้องรู้ ครูต้องทำได้ องค์ความรู้เค้ไม่ให้มา ไม่มีใครที่จะแนะนำครูได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 6, 8 ส.ค. 2563)

“ปัญหาอยู่ที่การทำความเข้าใจหลักสูตรของครูผู้สอนและนำไปใช้ในห้องเรียน เพราะจุดประสงค์สำคัญคือ เขาต้องการให้เราไปสอนให้เด็กคิด เพียงแต่ว่าครูต้องปรับบทบาทจากคนที่เคยสอนโดยมีคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ ก็กลายเป็นว่าเราต้องมาสอนโดยใช้ทุกอย่าง ตั้งแต่อันปลั๊ก มาสอนให้เด็กรู้จักการคิดแก้ปัญหา โดยคอมพิวเตอร์มีบทบาทแค่เอาไว้สืบค้นข้อมูลเอง มันก็เลยเป็นเรื่องยากสำหรับครูเหมือนกัน” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 8, 9 ส.ค. 2563)

“ครูยังไม่ค่อยมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องการสร้างเครื่องมือของการวัดและประเมินผล” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 8, 9 ส.ค. 2563)

“ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มฯ ของครูผู้สอนแต่ละคนอาจจะคลาดเคลื่อน มีความเข้าใจไม่ตรงกัน บางคนมอง STEM ตรงตัวไปเลย” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 5, 8 ส.ค. 2563)

2) หลักสูตรการจัดการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับตัวชีวิต

“การจัดการสอนสะเต็มฯ กับหลักสูตรที่มี ส่งผลต่อการวัดประเมินผลที่ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น การจะเอาไปใช้ในข้อสอบโอเน็ต และต้องทำกิจกรรม การเล่นเกมหรือทำกิจกรรมอาจจะวัดผลไม่ได้ทุกตัวชีวิตหรือทุกระดับชั้น ถ้าหลักสูตรเป็นหลักสูตรที่เน้นการสร้างสมรรถนะ การนำความรู้มาประยุกต์ใช้ น่าจะเป็นทางออกที่ดีที่ครูจะออกแบบกิจกรรมได้ โดยไม่ต้องมีตัวชีวิตครอบ เพราะครูส่วนมากมีความกังวลเรื่องนี้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

“หลักสูตรที่อาศัยตัวชีวิตที่เน้นความรู้เป็นหลัก ซึ่งไม่เข้ากับการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่มุ่งเน้นสมรรถนะ ทำให้การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาไม่สอดคล้องกับการวัดประเมินผลที่เน้นการวัดความรู้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

3) มีเนื้อหาและตัวชีวิตตามผลการเรียนรู้มีจำนวนมาก ไม่สอดคล้องกับเวลาในการจัดการเรียนการสอน

“เนื้อหาและตัวชีวิตตามผลการเรียนรู้มีจำนวนมาก ไม่สอดคล้องกับเวลาในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ครูไม่สามารถจัดการเรียนการสอนได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

“เนื้อหาเยอะมาก ไม่สัมพันธ์กับเวลาเลย เนื้อหาพื้นฐานตั้ง 6 เรื่อง (ม.3 เรียนตั้ง 6 หน่วย) สอนไม่ทัน ไม่ได้เจาะลึกเลย ไม่สามารถลงลึกได้เลย เพราะเวลามันบีบมาก หลักสูตรใหม่ ไม่ต้องพูดถึงละเอียดมาเลยว่าจะลงลึก นอกจากจะประกวด ไม่ได้สอนเต็ม ๆ ในห้อง เพราะสอนเนื้อหาหลักไม่ทัน” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 11, 9 ส.ค. 2563)

“คิดที่เวลาในการจัดการเรียนรู้ ตอนนี้มีทั้งเนื้อหาที่ต้องจบตามตัวชี้วัดตามผลการเรียนรู้ ต้องเก็บคะแนนให้ครบ ครูก็เลยทำไม่ได้ทุกเรื่อง ก็เอาเฉพาะเรื่องสำคัญหรือน่าสนใจมา” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 4, 25 ก.ค. 2563)

4) ในโรงเรียนขยายโอกาสและโรงเรียนในพื้นที่ต่างจังหวัดบางแห่ง นักเรียนมีพื้นฐานการอ่านออกเขียนได้ค่อนข้างต่ำ มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ต่ำ และมีข้อจำกัดในการเรียนรู้ เช่น มีภาวะสมาธิสั้น ฯลฯ ทำให้การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาทำได้ยาก

“เด็ก ม.ต้น ในโรงเรียนตำบล คือจะเป็นโรงเรียนที่ต่างกับโรงเรียนประจำอำเภอ เด็กจะมีวิธีการคิดและแก้ปัญหาค่อนข้างลำบากมากกว่า ต้องยอมรับตรง ๆ ว่าพื้นฐานของเด็กที่เข้ามาสู่ระดับมัธยมจะยังอ่อนอยู่ เราต้องช่วยอย่างมาก ซึ่งถ้าเป็น ม.ต้น ปัญหาแรกเลยคือ อ่านออกเขียนได้ คือ ม.1 ม.2 แล้วถ้าเจอปัญหาแบบนี้ ถ้ามีสถานการณ์เข้าไป เด็กแก้ปัญหาก็ลำบาก เพราะบางคนเขามีทักษะด้านนี้อ่อนมาก ครูจะต้องทำงานหนักเพิ่มขึ้น เกี่ยวกับการอ่านออกเขียนได้ของเด็ก ม.1 เนี่ย และต้องปรับพื้นฐานกันเพิ่มมากขึ้นด้วย” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 10, 9 ส.ค. 2563)

“ความสนใจของนักเรียนหรือแรงจูงใจในการอยู่กับการแก้ปัญหาที่ยังน้อยอยู่ คือเด็กสมาธิสั้นด้วย เขาจะไม่ค่อยอยู่กับงานที่เราบูรณาการให้เขานานเท่าไรนัก เขาจะเริ่มออกจากงานไป ครูต้องพยายามดึงเขาเข้ามาให้ได้ คือความสนใจยังน้อย” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 10, 9 ส.ค. 2563)

“เด็กที่สอนเป็นเด็กขยายโอกาส เราจะไปเทียบกับเด็กปกติไม่ได้ เพราะอย่างของ กทม. คือ สอบเข้าที่ไหนไม่ได้ก็มาลง กทม. ลงหมด เพราะฉะนั้นเด็กกลุ่มนี้เป็นเด็กที่ค่อนข้างจะอ่อนพวกนี้อยู่แล้ว แต่ถ้าไปจัดปกติคิดว่าไม่น่ามีปัญหา แต่เด็กของตัวเองมีปัญหาอยู่แล้วเรื่องการแก้ปัญหา มีปัญหานี้เลย เด็กไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาได้ แม้แต่ในบทเรียน นับจำนวนคนได้น้อยมากที่เขาจะทำได้ เพราะฉะนั้นการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเนี่ย มองว่ามันน่าจะได้ผลน้อยอะนะ เพราะในชีวิตจริง เด็กที่สอนเป็นเด็กขยายโอกาส เขาก็ยังต้องปากกัดตีนถีบอะนะ กลับไปบ้านก็ต้องไปช่วยพ่อแม่ทำงานตึก ๆ ตื่น ๆ ไม่มีเวลาที่จะมาอ่านหนังสือ มาทบทวนบทเรียน ... เขาต้องทำงานช่วยพ่อแม่ วันนึงนอนได้ไม่ถึง 5 ชั่วโมง ... ซึ่งเด็ก กทม. มีสภาพแบบนี้ เราจะไปคาดหวังว่าเด็กมาเรียนเด็กจะได้ แล้วกลับไปทบทวน เป็นเรื่องยากมาก” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 6, 8 ส.ค. 2563)

4.1.3 ความต้องการของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีดังนี้

1) คู่มือหรือตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาตามหลักสูตรภาคบังคับ ที่ช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถเชื่อมโยงการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหากับ และประยุกต์ใช้เรื่องการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

“น่าจะต้องมีกิจกรรมอะไรสักอย่างเพื่อให้เด็กมองเห็นภาพรวมได้ และเชื่อมโยงถึงการแก้ปัญหาได้ และสามารถประยุกต์ใช้ได้ มันก็จะทำให้แก้ปัญหาได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

“เป็นกิจกรรมควรจะต้องสอดคล้องกับหลักสูตรภาคบังคับ ทำกิจกรรมปุ๊บแล้วสรุปตอนท้าย แล้วเด็กเห็นภาพ แล้วเอาไปใช้ได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

“หนังสือที่เป็นคู่มือที่สอนหรือไคด์เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบนี้มากขึ้น หรือทำเนื้อหาจัดการเนื้อหาที่เชื่อมโยง น่าจะเอาไปใช้กับชีวิตประจำวันมากขึ้น ให้เด็กเห็นว่าที่เรียนอยู่นั้นคือชีวิตประจำวัน” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

“เวลาเจอเด็กที่มีทัศนคติแบบนั้น (เชิงลบ) รับมือไม่ถูก ไม่มีเครื่องมือในการดูตรงนั้น ต้องค้นหาข้อมูลเครื่องมือ เช่น มีกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาเด็กในการสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหา ใสในคาบโฮมรูม” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

2) อุปกรณ์และสื่อการสอนที่สนับสนุนการทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับเนื้อหาการเรียนรู้และสภาพพื้นที่ เพื่อช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจและเห็นปรากฏการณ์ที่ต้องการสื่อมากยิ่งขึ้น อาจมีรูปแบบของสื่อ เช่น vdo clip อุปกรณ์ตัวอย่างเพื่อใช้อธิบาย เว็บไซต์รวมข้อมูลหรือเครื่องมือการสอน หรือ powerpoint เป็นต้น

“อยากได้สื่อการสอน เพราะน่าจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เขาเห็นภาพปรากฏการณ์มากขึ้น แต่ละเอียดก็ขึ้นกับครูผู้สอนที่จะจัดกิจกรรมว่าเขาต้องการสื่อแบบไหน บางคนก็เป็น clip เป็น powerpoint” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

“ถ้าสะเต็มศึกษาจริง ๆ ไม่ต้องเอาเนื้อหายาก ๆ ก็ได้ ใช้อุปกรณ์หรือดัดแปลงสิ่งรอบตัวที่พอหาได้ เรื่องอะไรก็ได้ ก็จะจัดกิจกรรมดีขึ้น สนุกมากขึ้น” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 9, 9 ส.ค. 2563)

“ควรมีสื่อที่ดึงดูดนักเรียนให้เข้าสู่เนื้อหาได้มากขึ้น มีตัวอย่าง สถานการณ์ ก็มีเกม ใช้สื่อออนไลน์ หรือคาฮูต (Kahoot) ช่วยกระตุ้น ก็ได้ผลดีระดับหนึ่ง ก็เข้าสู่พื้นฐานของรายวิชามากขึ้น เพราะถ้าเป็นเกม เด็กจะสนใจและชอบเล่น เขาจะอยู่กับเกมหรือกิจกรรมได้มากกว่าเนื้อหาวิชาการ” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 10, 9 ส.ค. 2563)

3) หลักสูตรพัฒนาครู หน่วยงานที่ช่วยอบรมให้ความรู้เพิ่มเติม หรือระบบสนับสนุนบางอย่าง เพื่อให้ครูมีความเข้าใจเรื่องการสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหา และมีเครื่องมือ/เทคนิคในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตร เพื่อให้ครูมีความเข้าใจผู้เรียน (user) สามารถตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจนได้ ออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน และสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement) ของผู้เรียนในการเรียนรู้ได้

“ถ้ามีหน่วยงานไหนที่ให้ความรู้ครูจัดกิจกรรมพวกนี้ที่ชัดเจน ผมว่าครูเขาก็ทำได้นะ แต่อย่างโรงเรียนที่ผมอยู่เนี่ย มันไม่มีอะไรเลย เอ้าเธอจัดนะ เอ้า จัด จัด ครูก็มองซ้ายมองขวา เอ้า จัด ก็จัด ไม่มีหน่วยงานไหนเข้ามาซัพพอร์ตว่าคุณทำแบบนี้ ๆ ประมาณนี้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 6, 8 ส.ค. 2563)

“อยากให้มีการให้ความรู้หรือความชำนาญการในการปฏิบัติในเรื่องสะเต็มฯ” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 7, 8 ส.ค. 2563)

“มีกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาตามหลักสูตรภาคบังคับ จะช่วยให้เด็กนักเรียนมองเห็นภาพรวมของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เชื่อมโยงกับการแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้เรื่องการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

“พอจัดอบรมแล้ว อยากให้มีการกำกับติดตามอย่างจริงจัง พอเสร็จรุ่นที่ 1 ก็ต่อรุ่น 2 รุ่น 3 รุ่น 4 โดยหน่วยงานที่ดูแลเรื่องสะเต็มฯ มีผู้รู้ลงมาดูแล ควบคุม ให้คำแนะนำที่ชัดเจน ทำแบบจริงจังเลย” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 7, 8 ส.ค. 2563)

4) ต้องการพี่เลี้ยงหรือเมนเทอร์ที่ช่วยสนับสนุนและให้คำปรึกษากับครู ทั้งเรื่องเทคนิคการสอน การจัดการปัญหาในชั้นเรียน และหนุนเสริมด้านกำลังใจ เพื่อเป็นปัจจัยสนับสนุนให้ครูสามารถพัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น

“ถ้ามีคนที่รู้จริง ๆ ก็ดี จริง ๆ มันทำได้ แต่ใช้เวลานาน ต้องลองผิดลองถูก ถ้ามี mentor ที่มากอยช่วยดูว่าเด็กได้ไม่ได้ ก็ดี” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

“ต้องการกำลังใจ เพราะเป็นโจทย์ยาก พอได้ฟังเด็ก ต้องฮีบ พอครูเจอปัญหาแบบนี้ ครูท้อแท้ ไม่ได้คาดหวังว่าจะใช้เวลาแค่ไหน ต้องการคน support ที่เค้าทำเรื่องนี้จริง มีการ support จิตใจครู หรือความคาดหวังจากผู้ปกครอง ... มันเหมือนท้อถอย เราใช้วิธีแบบนี้

เด็กได้ผลประมาณหนึ่ง เราก็จะตั้งคำถามกับวิธีการของเรา” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

“มีคนให้ครูถามอะไรก็รับ เพราะบางครั้งเค้ามาแล้วเค้าก็ไป หรือถ้าอบรมเสร็จ มีปัญหาที่ถามกันได้บ้าง” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 6, 8 ส.ค. 2563)

5) โรงเรียนมีหลักสูตรต่อเนื่องระยะยาวและแผนการสอนที่ช่วยเสริมสร้างและพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา โดยไล่ระดับจากง่ายไปยาก ซึ่งอาจเริ่มตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นต้นไป รวมถึงมีการสนับสนุนและเน้นการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในช่วงพัฒนาการที่เหมาะสมให้ถูกที่ถูกลงเวลา

“อันดับแรกคือ วางแผนการสอนเป็นคอร์ส long term ยาว ๆ ให้เด็กลองแก้ปัญหาจากง่าย ๆ ก่อนมาถึงยากขึ้น ซึ่ง period (ช่วงเวลา) อาจต้อง cover (ครอบคลุม) ไปถึงระดับประถมด้วย ตั้งแต่ประถม 4 เป็นต้นไป” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

6) หลักสูตรการจัดการเรียนการสอนพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในเรื่องสะเต็มศึกษาที่มีการวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับการเรียนการสอน และเนื้อหาที่จำเป็นในหลักสูตรมีความสอดคล้องกับเวลาที่มีในการเรียน

“อยากได้เครื่องมือที่ใช้ในการวัดประเมินผลหรือเกณฑ์อะไรที่จะมาวัด ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเรียนการสอนของครู เราจะวัดเด็กว่ามีทักษะเพิ่มขึ้นยังไง มันยาก เพราะครูสอนได้ แต่คิดว่าสิ่งที่สอนมันตรงกับเกณฑ์รูปหรือเกณฑ์อะไร” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 8, 9 ส.ค. 2563)

“เป็นกิจกรรมควรจะต้องสอดคล้องกับหลักสูตรภาคบังคับ ทำกิจกรรมปุ๊บแล้วสรุปตอนท้าย แล้วเด็กเห็นภาพ แล้วเอาไปใช้ได้” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 3, 29 ก.ค. 2563)

7) ความร่วมมือของผู้ปกครองที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยตัวเองเมื่ออยู่ที่บ้าน ผ่านการตั้งคำถามให้เกิดกระบวนการคิดด้วยตัวเอง เปิดโอกาสให้ลูกได้ลองเรียนรู้ และรับผิดชอบสิ่งที่ตัวเองเลือก ก่อนการด่วนเข้าไปจัดการ ลงมือทำแทน หรือสั่งสอนเพียงอย่างเดียว

“ความร่วมมือของผู้ปกครอง เพราะถ้าสอน ม.ต้น ความคาดหวังของครูก็คือ เด็กโตแล้ว ผู้ปกครอง support (สนับสนุน) ในการแก้ปัญหาให้เด็กได้ระดับหนึ่ง ให้เด็กได้ลองเรียนรู้บ้าง ให้เขาล้มได้บ้าง ไม่ต้องบอกเขาไปหมด ให้เขามี chance กับ choice ในการเลือก ให้เขารับผิดชอบต่อสิ่งที่ตัวเองเลือกได้ แล้วก็ของบางอย่างให้เด็กคิดเอง ผู้ปกครองไม่

ต้องไปบอก อาจจะมีทศกนิคหนึ่ง เช่น แล้วลูกคิดยังไง ฯลฯ ไม่ใช่ตั้งหลักมากก็
จะสั่งจะสอนอย่างเดียว” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

8) การทำงานร่วมกันเป็นทีมจากครูที่อยู่หมวดหรือรายวิชาเดียวกัน ในการพูดคุย
แลกเปลี่ยนวิธีการและเทคนิคการเรียนการสอนร่วมกันผ่านการฝึกฝนจากการทำงานจริง (on the job
training) เพื่อให้เรียนรู้ร่วมกันและจัดการเรียนการสอนไปในทิศทางเดียวกัน

“ครูอาจจะต้อง on the job training หรือ มีการพูดคุยในทีมครู ว่าเจอปัญหาแบบนี้
มีวิธีการยังไง แลกเปลี่ยนวิธีการกัน แชร์เทคนิคว่าอันนี้เราสอนแบบนี้ ผลออกมาเป็นยังไง
ต้องเปลี่ยนไหม สมมุติว่าสอนวิทยาศาสตร์ ม.2 แล้วใช้เทคนิคไม่เหมือนกัน ถ้ารูปแบบของ
ครูแต่ละคนมันฝึกมากก็ยากเหมือนกัน” (ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คนที่ 1, 29 ก.ค. 2563)

4.1.4 ข้อเสนอแนะและข้อสังเกต

1) เนื้อหาการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในเรื่องสะเต็มศึกษาไม่
จำเป็นต้องใช้เนื้อหาที่ยากหรือลึกเกินไปสำหรับนักเรียนมัธยมต้น เสนอให้ทำกิจกรรมที่มีเนื้อหาเข้าใจง่าย ไม่
ยากจนเกินไป ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุก มีส่วนร่วม และรักในการเรียนรู้ อีกทั้งมีการออกแบบกิจกรรมที่สามารถใช้
อุปกรณ์ในพื้นที่หรือตัดแปลงจากท้องถิ่นรอบตัวได้ จะทำให้สะเต็มศึกษาเป็นเรื่องที่เข้าใจวิถีชีวิตและ
เข้าถึงผู้เรียนมากขึ้น

2) การสร้างความเข้าใจและพัฒนาครูในเรื่องการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับการ
สอนสะเต็มศึกษาให้กับผู้สอนเป็นสิ่งจำเป็นมาก เนื่องจากครูเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและใกล้ชิดกับผู้เรียนมากที่สุด
สามารถออกแบบและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับหลักสูตร และตรงกับเป้าหมายการ
พัฒนาผู้เรียน

3) อาจไม่จำเป็นต้องหาครูที่จบด้านสะเต็มศึกษาในแต่ละด้านมาสอนนักเรียน แต่การมี
ระบบพัฒนาและสนับสนุนให้ครูคนเดียวหรือครูที่สอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มีอยู่แล้ว ให้สามารถทำ
ความเข้าใจเนื้อหาเรื่องการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านเรื่องสะเต็มศึกษาได้ลึกซึ้ง มีทักษะและ/หรือ
เครื่องมือในการสอน และบูรณาการการเรียนรู้ให้เข้ากับบริบทในพื้นที่ได้

4.2 กรอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการ
จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.2.1 กรอบการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการ
จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผลการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ และการศึกษาบริบทการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนที่ผู้วิจัยเข้าไปทำการศึกษาสรุปเป็นกรอบสำหรับการออกแบบบอร์ดเกม ดังนี้

ในการออกแบบเกมครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างน้อย 2 ประการคือ นักเรียนต้องมีทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ตามที่อาจารย์ประจำรายวิชานั้นต้องการ ซึ่งในประเด็นที่สองนี้ในแต่ละเกมจะมีเป้าหมายที่แตกต่างกัน ได้แก่ เรื่องคลื่น ระบบซับซ้อน และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้นอกเหนือจากเป้าหมายหลักแล้ว ผู้เรียนยังอาจได้รับความรู้จากศาสตร์อื่นที่เข้าไปบูรณาการร่วมด้วย

ในเกมทั้ง 3 เกมจะมีโครงเรื่องเพื่อให้ผู้เล่นได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ผ่านเนื้อเรื่องและกลไกของเกม ไปพร้อมกับเรียนรู้เนื้อหาวิชาผ่านตัวเนื้อหาของเกมไปพร้อม ๆ กัน อย่างไรก็ตามการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหานี้ อาจจะไม่ได้อยู่ในตัวเกมโดยตรง แต่อาจอยู่ในลักษณะของการสะท้อนคิดในช่วงท้ายเกม โดยกรอบการออกแบบของเกมทั้ง 3 เกม เป็นดังนี้

เกมที่ 1 : Control Wave (เกมสอนเรื่องคลื่น)

- ชื่อเกม : Control Wave
 - วัตถุประสงค์
 1. ผู้เล่นสามารถอธิบายความหมายของคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
 2. ผู้เล่นสามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคลื่นกลได้
 3. ผู้เล่นได้เรียนรู้เกี่ยวกับประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อตนเอง
 - ลักษณะของเกม
 - เป็นเกมแข่งขันกันระหว่างผู้เล่นจำนวน 6 คน
 - เป็นเกมผลัดกันเล่น (Turn-base)
 - ผู้เล่นจะได้ความรู้เรื่องคลื่นกล ผ่านเนื้อหลักของเกม คือ ค่อย ๆ สะสมชิ้นส่วนของคลื่น ส่วนความรู้เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ผู้เล่นจะได้จากทำภารกิจต่าง ๆ ซึ่งจะให้ความรู้เรื่องคลื่นออกมา
 - กระบวนการแก้ปัญหานี้ จะอาศัยวิธีการสะท้อนคิด หลังจากการเล่นเกมที่ในแต่ละช่วงของเกมเกิดอะไรขึ้น และเรามีการแก้ปัญหายังไง
- โดยในระหว่างเล่นเกม ผู้เล่นจะได้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม Control Wave

สมรรถนะการแก้ปัญหา	กิจกรรม
การเข้าใจปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - จำนวนทรัพยากร (อากาศ) ที่ได้รับ - การสะสมลูกคลื่น ต้องการส่วนประกอบของคลื่นใดบ้างให้ครบ 1 ลูกคลื่น - ใช้กี่ลูกคลื่นในการแลกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ต้องการคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใดบ้างที่ระบุในการ์ดภารกิจ - วิธีที่จะทำให้ทีมของตนเองชนะ - เสียจำนวนอากาศในแต่ละทางเดินไม่เท่ากัน ส่งผลให้ได้จำนวนส่วนประกอบคลื่นไม่เท่ากัน
การระบุปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - การระบุเป้าหมายที่ต้องทำให้สำเร็จในเกม
การสร้างทางเลือกการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - จากทรัพยากรที่มี สามารถเลือกที่จะลงหรือไม่ลง - เลือกทางเดินเพื่อเก็บส่วนประกอบของคลื่นที่กระจายอยู่โดยรอบ (หลายเส้นทาง) - แลกการ์ดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อทำภารกิจ หรือแลกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อสะสมคะแนนแทน
วางแผนดำเนินการ	<ul style="list-style-type: none"> - บริหาร จัดการทรัพยากรเพื่อให้ได้เส้นทางที่ต้องการ หรือร่วมมือกับผู้เล่นคนอื่น - เลือกวิธีการสร้างทางเดินอากาศตามกลยุทธ์ที่สามารถเก็บส่วนประกอบของคลื่นที่ต้องการได้
การดำเนินการตามแผน	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
การติดตามผล	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ เพื่อสะสมส่วนประกอบของคลื่น ลูกคลื่น และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามใบภารกิจได้ - ผลคะแนนรวมของทีมมากที่สุด

กลุ่มที่ 2 : Yes/No Organ (เกมสอนเรื่องระบบขับถ่าย และระบบย่อยอาหาร)

- ชื่อเกม : Yes/No Organ

- วัตถุประสงค์ :

1) ผู้เล่นได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง ระบบขับถ่าย และระบบการย่อยอาหาร และสามารถใช้ในการวัดความรู้ ความเข้าใจของผู้เล่นหรือใช้ในการทบทวนเนื้อหาความรู้

- ลักษณะของเกม

- เป็น Quiz game ที่เล่นได้พร้อมกัน 2-4 คน หรืออาจแบ่งเป็น 4 ทีม ละคร 2 คน

- เป็นเกมผลัดกันเล่น (Turn-base)

- ผู้เล่นจะได้เลือกทำภารกิจโดยจะเป็นการเชื่อมโยงอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย
- ในการจะเชื่อมอวัยวะต่าง ๆ ผู้เล่นต้องผลัดกันตอบคำถามเพื่อเอาทรัพยากรมาใช้ในการต่อเส้นทาง
- การเชื่อมโยงภารกิจของผู้เล่นแต่ละคนจะสร้างปัญหาในกับคนอื่น ๆ
- กระบวนการแก้ปัญหาที่นั้น จะอาศัยวิธีการสะท้อนคิด หลังจากการเล่นเกมที่ในแต่ละช่วงของเกมเกิดอะไรขึ้น และเรามีการแก้ปัญหาอย่างไร
- โดยในระหว่างเล่นเกม ผู้เล่นจะได้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกมที่นี้

ตารางที่ 4.2 แสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม Yes/No Organ

สมรรถนะการแก้ปัญหา	กิจกรรม
การเข้าใจปัญหา	รู้ภารกิจเป้าหมายที่จะทำการจั่วการ์ด Mission
การระบุปัญหา	การระบุเป้าหมายที่ต้องทำให้สำเร็จในเกม
การสร้างทางเลือกให้แก้ปัญหา	ดูทุกเส้นทางที่มีความเป็นไปได้ในการบรรลุเป้าหมายตามภารกิจในการ์ด Mission
วางแผนดำเนินการ	เลือกเส้นทางที่คุ้มค่าที่สุดในการบรรลุเป้าหมาย แต่ยังมีเส้นทางอื่นเป็นเส้นทางสำรอง
การดำเนินการตามแผน	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
การติดตามผล	สามารถวางตัวเดินบนเส้นทางได้ตามที่วางแผนไว้หรือไม่ หากไม่มีการแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป

เกมที่ 3 : P.W. Mastery (เกมสอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ชื่อเกม : P.W. Mastery
- วัตถุประสงค์ :
 1. เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
- ลักษณะของเกม
 - เป็นเกมเล่นคนเดียว
 - เป็นเกมนักสืบในห้องปิดตายที่ใช้บริบทของโรงเรียนเป็นตัววางเนื้อเรื่อง
 - ผู้เล่นจะต้องค่อย ๆ รวบรวมไขปริศนา และค่อย ๆ รวบรวมหลักฐานเพื่อออกจากห้องปิดตาย
 - ผู้เล่นจะได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกลไกของเกม

- กระบวนการแก้ปัญหาจะอาศัยวิธีการสะท้อนคิด หลังจากการเล่นเกมน่าในแต่ละช่วงของเกมเกิดอะไรขึ้น และเรามีการแก้ปัญหาอย่างไร
- โดยในระหว่างเล่นเกม ผู้เล่นจะได้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกมน่าดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกมน่า P.W. Mastery

สมรรถนะการแก้ปัญหา	กิจกรรม
การเข้าใจปัญหา	- ทำอย่างไรจะออกจากโรงเรียนได้ - ตามหาผู้ร้ายว่าคนที่จับเรามาเป็นใคร
การระบุปัญหา	การระบุเป้าหมายที่ต้องทำให้สำเร็จในเกม
การสร้างทางเลือกให้แก้ปัญหา	- การจับคู่การ์ดให้ได้ซึ่งข้อมูล หรือการ์ดใบใหม่ สำหรับถอดรหัสใน Application เพื่อไปยังห้องถัด ๆ ไป - สังเกตจากหลักฐานที่ซ่อนอยู่ภายในห้องต่าง ๆ รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลในคำใบ้เพื่อระบุตัวตนของผู้ร้ายที่จับเรามา
วางแผนดำเนินการ	- วางแผนวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการจับคู่การ์ด - ตั้งสมมติฐานจากการจับคู่การ์ดแต่ละคู่ - ผู้เล่นวางแผนช่วยกันดูข้อมูลในแต่ละส่วนของห้องต่าง ๆ รวมถึงดูเลขหลังไฟในการเปิดไฟต่าง ๆ
การดำเนินการตามแผน	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
การติดตามผล	- เมื่อบวกเลขการ์ด หากเจอการ์ดเลขที่ผู้เข้าร่วม บวกเลขได้ถูกต้อง แสดงว่า จับคู่ได้ถูกต้อง แต่ถ้าจับคู่ผิด ไม่มีเลขการ์ดที่บวกอยู่ในกอง แสดงว่าจับคู่ผิด ต้องวิเคราะห์ วางแผน ตั้งสมมติฐานใหม่

4.2.2 ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เกมที่ 1: Wave Control

รูปแบบของเกม ผู้เล่นจะได้ความรู้เรื่องคลื่นกล ผ่านเนื้อหลักของเกม คือ ค่อย ๆ สะสมชิ้นส่วนของคลื่น

วิธืเซตเกม

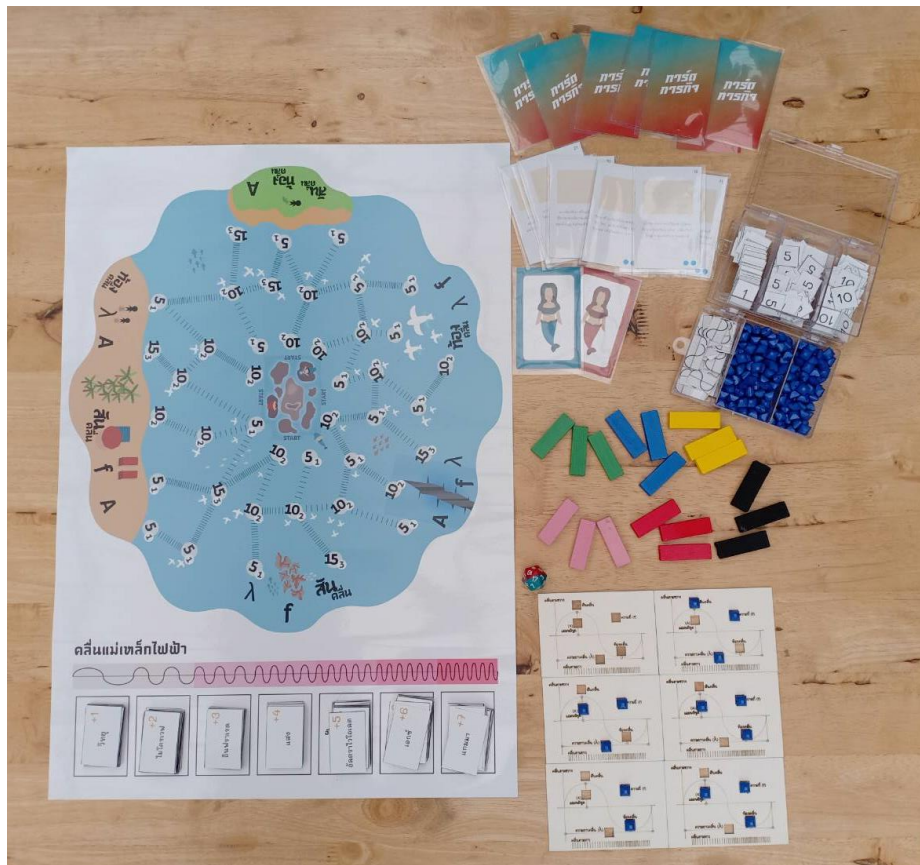
เซตเกมส่วนกลาง : ให้ผู้เล่นวางอุปกรณ์ลงบนกระดานกลางตามที่ระบุไว้ไว้ ดังนี้

- การ์ดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 7 ชนิด
- การ์ด active คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- การ์ดพิเศษ

- ตัวเดิน ตามจำนวนผู้เล่นทั้งหมด
- ลูกเต๋า

เซตเกมส่วนตัว : ให้ผู้เล่นแต่ละคนหยิบอุปกรณ์ดังนี้

1. กระดานส่วนตัว 1 แผ่น
2. ตัวเดิน 1 ชิ้น



ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์โดยรวมของเกม Control Wave

วิธีการเล่นเกม

1. ผู้เล่นทุกคนหยิบการ์ดลำดับคนละ 1 ใบ โดยผู้เล่นที่หยิบได้การ์ดที่ระบุว่า “คุณเป็นผู้เล่นคนแรก” จะเป็นลำดับที่ 1 และให้คนขวามือของผู้เล่นลำดับที่ 1 เป็นผู้เล่นคนถัดไป ตามลำดับ โดยในรอบถัดไป ผู้เล่นคนที่สองจะเป็นผู้เล่นคนแรก
2. ในแต่ละรอบ จะประกอบด้วย 2 รอบย่อย คือ
 - 2.1 รอบกระดานคลื่นกล : ผู้เล่นสามารถทำได้ 2 Action ได้แก่
 - เดินบนกระดาน โดย 1 Action สามารถเดินได้ 3 ช่อง
 - แลกลูกคลื่น เมื่อสะสมส่วนประกอบของคลื่นครบจำนวน โดย 1 Action สามารถ แลกก็ลูกคลื่นก็ได้

ในแต่ละรอบผู้เล่นสามารถเลือกทำทั้งสอง Action หรือเลือกเพียง Action ใด Action หนึ่ง โดยการทำ Action นั้นจะเพิ่มจำนวนแทน เช่น เลือกเดินบนกระดาน 2 Action ผู้เล่นจะสามารถเดินบนกระดานได้ 6 ช่อง

ทุกรอบของการเล่น จะต้องสุ่มตัวกลาง (เสียง น้ำ สปริง เชือก) วางไว้ให้ตรงกับ ตัวเลขบนกระดานที่ได้จากการทอยลูกเต๋า ซึ่งจะต้องทอยลูกเต๋าเพื่อหาตำแหน่งวางตัวกลาง ใหม่ในทุกรอบ

การสะสมส่วนประกอบของคลื่น ผู้เล่นจะต้องเสียตัวกลางที่เป็นตัวเดียวกันกับ ลักษณะของเกาะ ในการเข้าเกาะนั้น ๆ เพื่อได้ส่วนประกอบของคลื่นตามที่ระบุไว้บนเกาะ โดยสามารถแลกตัวกลาง 3 ตัวกลาง เพื่อเปิดการ์ดพิเศษได้

ทำเช่นนี้จนครบจำนวนผู้เล่น ถือเป็นการจบรอบกระดานคลื่นกล

2.2 รอบกระดานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า: ผู้เล่นสามารถนำลูกคลื่นที่แลงมาจากกระดานคลื่นกล ด้วยจำนวนความถี่ที่แตกต่างกันตามชนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อเปิดการ์ดคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า และใช้ความสามารถในการ์ดนั้น โดยผู้เล่นคนแรกที่ได้เล่น จะเป็นผู้เล่นแรก (คนเดียวกันกับรอบกระดานคลื่นกล)

โดยการ์ดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีทั้งหมด 7 ชนิด แต่ละชนิดประกอบด้วย การ์ด 3 สี ประกอบด้วย สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

สีแดง หมายถึง การ์ดโจมตี

สีเขียว หมายถึง การ์ดป้องกัน

สีน้ำเงิน หมายถึง การ์ดเพิ่มพลัง

ผู้เล่นสามารถใช้การ์ดได้ทันทีหรือเก็บไว้ใช้ในครั้งถัดไปได้ ซึ่งการ์ดคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้า จะเป็นการ์ดที่มีผลต่อระดับพลังงานของผู้เล่นแต่ละคน

2.3 เมื่อกระดานที่สองเล่นจนครบจำนวนผู้เล่น นับเป็น 1 รอบ และให้ตัวเดินในกระดาน คลื่นกลของผู้เล่นทุกคนกลับไปจุดเริ่มต้น

เกมที่ 2 : Yes/No Organ

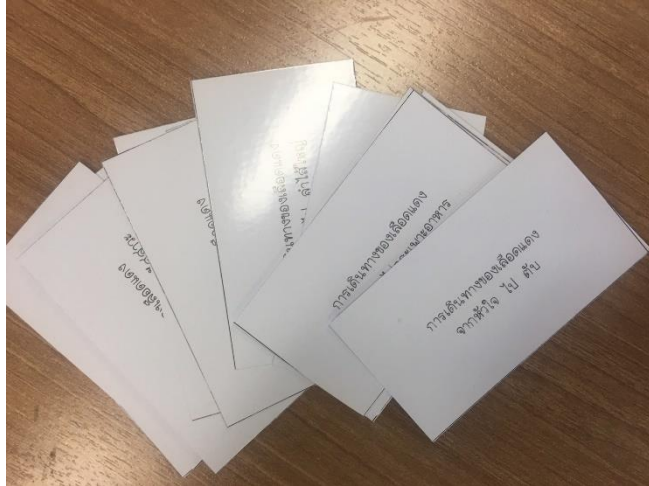
รูปแบบเกมนี้เป็นแบบ Quiz game หรือเกมตอบคำถาม สามารถเล่นได้พร้อมกัน 2-4 คน หรืออาจแบ่งเป็น 4 ทีม ๆ ละ 2 คน (8 คนก็ได้) หากเล่นเดี่ยว ใช้เวลาในการเล่นประมาณ 30 - 45 นาที

ภารกิจ คือผู้เล่นต้องต่อเส้นทางไปถึงเป้าหมายตามที่ Mission กำหนดให้สำเร็จมากที่สุด หรือมีเส้นทางของตัวเองยาวต่อกันมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ

โดยการที่จะได้มาซึ่งเส้นทางนั้นผู้เล่นจะต้องตอบคำถามจากการ์ด Question ให้ถูก

การ์ด Mission

เป็นการ์ดแสดงเส้นทางโดยจะกำหนดจุดเริ่มต้นและปลายทางไว้และกำหนดว่าเส้นทางนั้นลำเลียงสิ่งใด และต้องไปตามทางที่ถูกต้อง หากผู้เล่นทำ Mission ใดสำเร็จสามารถสุ่ม Mission ต่อไปได้ทันที



ภาพที่ 4.2 การ์ด Mission ของเกม Yes/No Organ

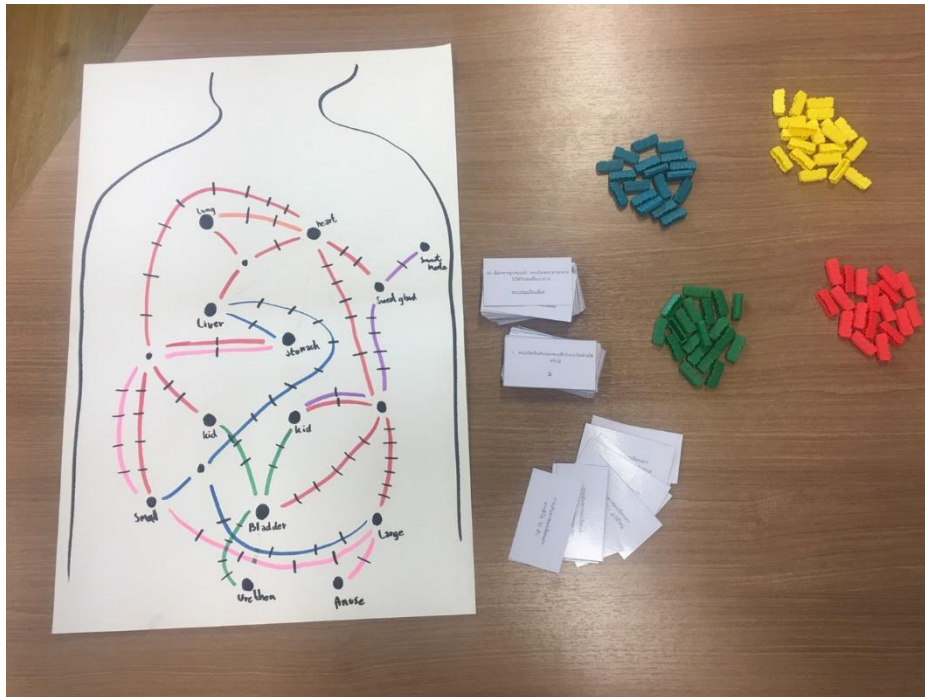
การ์ด Question

เป็นการ์ดแสดงคำถามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาของระบบซับซ้อนทั้งหมด ผู้เล่นจำเป็นต้องตอบคำถามเพื่อให้ได้มาซึ่งเส้นทาง หากผู้เล่นตอบผิดจะไม่ได้เส้นทางในรอบนั้น หากผู้เล่นตอบผิด ยอมคำถาม หรือไม่ตอบภายในเวลาที่กำหนดคือ 30 วินาที หรือตามที่การ์ดคำถามระบุ ผู้เล่นคนอื่นสามารถ steal คำถามได้



ภาพที่ 4.3 การ์ด Question ของเกม Yes/No Organ

เส้นทางจะเป็นตัวกำหนดว่า Mission นั้นต้องเดินไปทางไหน โดยเส้นทางสีแดงจะเป็นเส้นของหลอดเลือดแดง และสีอื่น ๆ จะลำเลียงของเสียในรูปแบบที่ต่างกัน



ภาพที่ 4.4 อุปกรณ์โดยรวมของเกม Yes/No Organ

วิธีการเล่น :

- การเล่นในแต่ละรอบ
 1. ตกลงเลือกลำดับผู้เล่น
 2. แจกการ์ด mission ให้ผู้เล่นแต่ละคน
 3. ผู้เล่นคนแรกหยิบการ์ดคำถามและตอบคำถาม หากตอบถูกจะได้รับตัวเดิน หากตอบผิด หรือ ไม่ได้ตอบ
ผู้เล่นคนอื่นสามารถแย่งตอบได้และได้รับตัวเดิน หากตอบคำถามถูกต้อง
 4. เล่นวนผู้เล่นจนกว่าจะเก็บตัวเดินและทำ mission ได้สำเร็จ

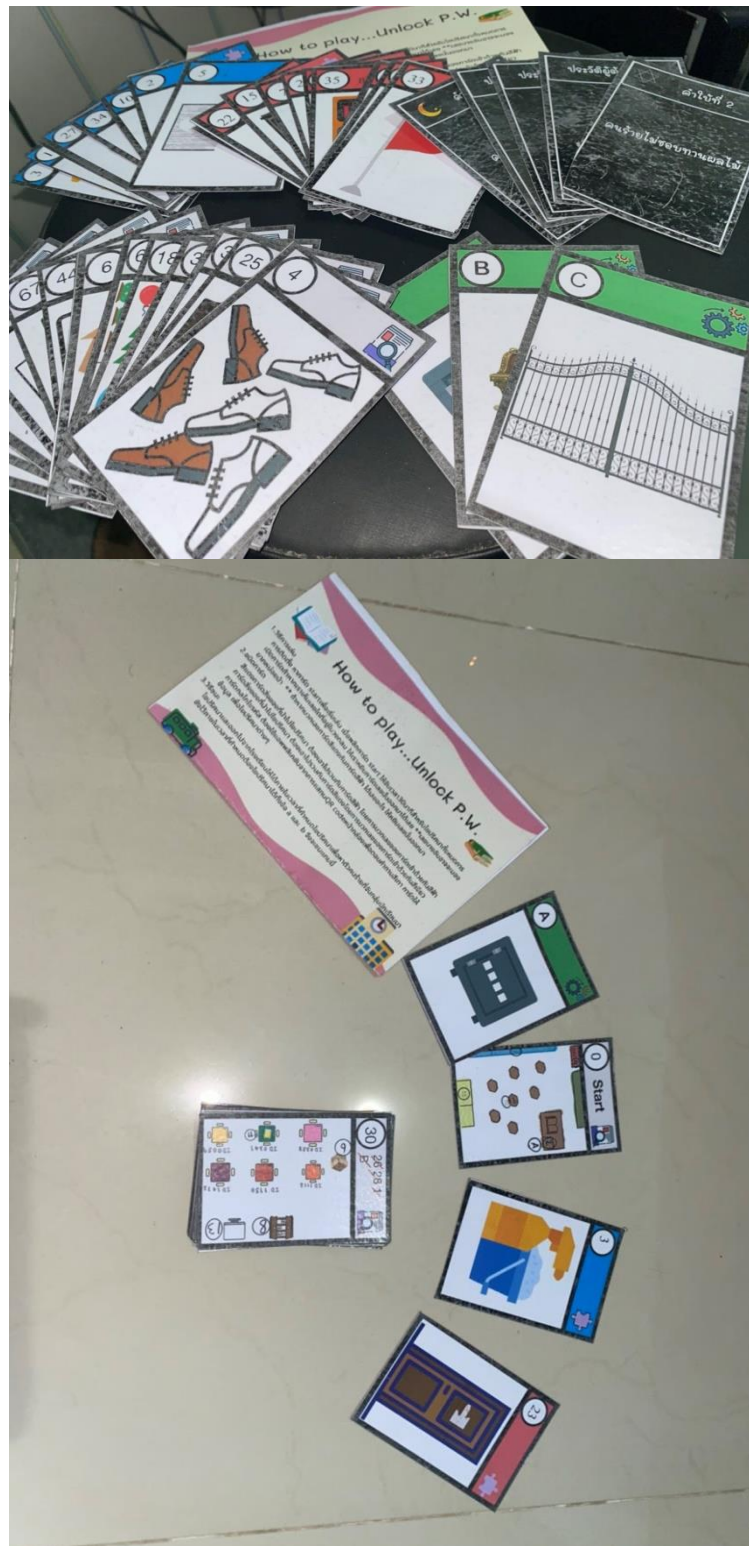
เกมที่ 3 : P.W.Mastery

วิธีการเล่น สถานการณ์และกติกา

Story : กาลครั้งหนึ่งนานมาแล้ว มีเด็กนักเรียนกลุ่มหนึ่งโดนบุคคลปริศนาขังไว้ในโรงเรียนชื่อดังย่านปทุมธานี แห่งหนึ่ง กลุ่มนักเรียนต้องไขปริศนาอันแสนปวดหัวและแยบยลของบุคคลปริศนาออกไปให้ได้ อีกทั้งยังต้องหาตัวคนร้ายในกลุ่มผู้ต้องสงสัยอีกด้วย

- การติดตั้ง หากการ์ด start เพื่อเริ่มเล่น เมื่อพลิกการ์ด start ให้จับเวลา 30 นาทีสำหรับไขปริศนาทั้งหมด
- การเปิดการ์ด
 1. ถ้าหากเราเห็นเลขใดที่อยู่ในวงกลม ให้เราหยิบการ์ดเลขนั้นออกมาได้เลย **เลขบางอันอาจจะมองยากหน่อยน้ำ**
 2. ถ้าหากบวกเลขการ์ดสีแดงกับการ์ดสีฟ้า ได้เลขอะไร ให้หยิบเลขนั้นออกมา
- ชนิดการ์ด
 1. สีแดง การ์ดสิ่งของที่นำไปไขปริศนา ต้องเอาไปรวมกับการ์ดสีฟ้า โดยการบวกเลขของการ์ดเข้าด้วยกัน
 2. สีฟ้า การ์ดสิ่งของที่นำไปไขปริศนา ต้องเอาไปรวมกับการ์ดสีแดงโดยการบวกเลขของการ์ดเข้าด้วยกัน
 3. สีเขียว การ์ดกลไกไซรหัส ต้องใช้แอปพลิเคชันจากการแสกน QR code หน้ากล่อง เพื่อตอบคำถาม
 4. สีเทา การ์ดให้ข้อมูล เพื่อไขปริศนาต่าง ๆ
- วิธีชนะ
 1. ไขปริศนาและออกไปจากโรงเรียนให้ได้ภายในเวลาที่กำหนด
 2. ไขปริศนาเพื่อหาตัวคนร้ายที่จับกลุ่มนักเรียนมาขังไว้ภายในเวลาที่กำหนด
 3. ต้องไขปริศนาได้ทั้งข้อ a และ b จึงจะชนะเกมนี้
- วิธีแพ้
ไม่สามารถไขปริศนาและออกไปจากโรงเรียนให้ได้ภายในเวลาที่กำหนด
- แอปพลิเคชัน
แอปพลิเคชันสามารถโหลดได้จาก QR code (เฉพาะระบบปฏิบัติการแอนดรอยเท่านั้น)

ภาพถ่ายที่แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของตัวเกม เช่น การ์ด บอร์ด กติกา อุปกรณ์แต่ละส่วน



ภาพที่ 4.5 อุปกรณ์โดยรวมของเกม P.W. Mastery

ตารางที่ 4.4 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อต้นแบบชุดเกม

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อต้นแบบชุดเกม	คนที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านสะเต็มศึกษา	คนที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกม เพื่อการศึกษา	คนที่ 3 ความเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
เกม 1 : Wave Control (เรื่องคลื่น)	เกมน่าสนใจ และจะดีขึ้นหากสามารถแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงคุณสมบัติของคลื่น ได้แก่ การหักเห การสะท้อน การเลี้ยวเบน และการแทรกสอด การเชื่อมต่อระหว่างคลื่นกลกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อาจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้	เป็นเกมที่ให้ความรู้ในระดับความจำเท่านั้น หากพัฒนาต่อไปควรต้องแสดงปรากฏการเกี่ยวเรื่องคลื่นให้ชัดเจนขึ้น อาจแยกเกมส่วนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับคลื่นกลออกจากกัน	เกมจำเป็นต้องสะท้อนถึงกระบวนการแก้ปัญหาให้เด่นชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การถอดบทเรียนหลังเล่นเกม ซึ่ง การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาที่สามารถทำได้จากช่วงของการถอดบทเรียนเช่นกัน
เกม 2 : Yes/No Organ (เรื่องระบบขับถ่ายและระบบย่อยอาหาร)	แม้ว่าเกมจะมุ่งไปที่ระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่าย แต่ก็จำเป็นต้องเชื่อมโยงไปยังระบบอื่น ๆ เกมจะน่าสนใจมากขึ้นถ้าสามารถทำให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบต่าง ๆ จากตัวบอร์ด แล้วนำไปตอบคำถามในการ์ด	กระบวนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน ส่วนหนึ่งเพราะเกมใช้เวลาเกือบทั้งหมดไปอยู่ในส่วนของเกมตอบคำถาม สมดุลนี้จำเป็นต้องแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงทางเลือกต่าง ๆ ที่อาจจะเป็นไปได้	กระบวนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน การที่เกมจะเพิ่มเติมเรื่องการแก้ปัญหาได้อาจจะมีการตั้งคำถามเพื่อให้ได้คิดหรือสร้างโจทย์ปัญหาให้ได้ ลองคำนวณในการ์ดเลย อาจแบ่งการ์ดออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกรวบรวมข้อมูล ส่วนที่สองนำข้อมูลส่วนแรกมาตอบ
เกม 3 : P.W.Mastery (เรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)	เกมมีคุณสมบัติที่ดี ที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการนำนิติวิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นเนื้อเรื่องหลังของเกม อย่างไรก็ตามควรมีการถอดบทเรียนให้เห็นประเด็นเหล่านี้ชัดเจนขึ้น	กระบวนการไม่สะท้อนถึงการแก้ปัญหา มากนัก อาจ เพราะ ปัญหาค่อนข้างง่ายทำให้ขาดการลองผิดลองถูก มีข้อมูลที่ใช้ในการระบุคนร้ายในแต่ละการ์ด การทิ้งการ์ด อาจจะทำให้ไม่เห็นข้อมูลตรงนี้อาจจะต้องลองปรับปรุง	เกมโดยรวมสะท้อนถึงการแก้ปัญหา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นที่จะต้องมีการถอดบทเรียนเพื่อให้เห็นถึงการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้เด่นชัดขึ้น

4.2.3 การปรับปรุงบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ในกระบวนการนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทั้ง 3 เกมตามกรอบที่ได้กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ โดยแต่ละเกมได้มีการออกแบบ นำไปทดลองใช้ และปรับปรุง เกมละ 2 รอบ ซึ่งมีรายละเอียดจากการดำเนินการดังนี้

เกมที่ 1 Wave Control

การทดลองรอบที่ 1

จากการทดลองเล่นเกมในรอบที่ 1 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ผลดังนี้

ปัญหาที่พบ

- การให้ข้อมูลของคลื่นกล และคลื่นไฟฟ้าอยู่ในกระดานเดียวกัน ทำให้ผู้เล่นเกิดความสับสน
- ในแต่ละรอบของการเดินมีการให้ตัวกลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นทรัพยากรคะแนนของเกมน้อยเกินไป ทำให้เกมเล่นเป็นเวลานาน
- เกมมีการให้นักเรียนสุมหยิบตัวกลางของคลื่นกล และเหมือนว่าการเดินทางของคลื่นจะผิดจากพฤติกรรมตามธรรมชาติของคลื่น

การปรับแก้

- ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีระบบการจัดการข้อมูลใหม่ โดยการแยกกระดานคลื่นกล และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกจากกัน เพื่อนักเรียนอ่านข้อมูลได้ง่ายขึ้น
- ผู้วิจัยได้ออกแบบเพิ่มจำนวนทรัพยากรที่ให้แต่ละรอบให้มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ผู้เล่นบรรลุเป้าหมายของเกมได้ดีขึ้น
- ผู้วิจัยได้ออกแบบให้เกมเปลี่ยนจากการเดินข้ามคลื่นแต่ละประเภท เป็นสะสมส่วนประกอบของคลื่นแทน และกำหนดให้คลื่นในเกมนี้เป็นคลื่นเสียงทั้งหมด

การทดลองรอบที่ 2

จากการทดลองเล่นเกมในรอบที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ผลดังนี้

ปัญหาที่พบ

- ตำแหน่งของรูปลูกคลื่นที่ใช้ในการสะสมทรัพยากรนั้น วางไว้ห่างจากกิจกรรมที่ผู้เล่นต้องเล่น ทำให้ผู้เล่นไม่ได้สนใจกับเนื้อหาส่วนนี้
- กระบวนการแก้ปัญหาและการตัดสินใจมีน้อยเกินไป เพราะเกมถูกออกแบบให้มีทางเลือกไม่มาก
- ตัวอักษรในการดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีมากเกินไป อาจจะเป็นข้อจำกัดของนักเรียนที่มีปัญหาในการอ่าน
- การนำเข้าสู่เกม

การปรับแก้

- ผู้วิจัยได้ออกแบบกระดานให้ตำแหน่งของลูกคลื่น (ภาพคลื่นตามยาวและตามขวาง) อยู่ในจุดที่ผู้เล่นเห็นได้ตลอด และได้ทบทวนภาพลูกคลื่นและส่วนประกอบของคลื่นซ้ำ ๆ
- ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้เล่นเลือกเดินเพื่อไปหยิบส่วนประกอบคลื่นตามเกาะเพื่อให้ได้ส่วนประกอบที่ครบ จนทำให้เกิดทางเลือกในการกระทำมากขึ้น การเลือกทำให้เกิดการวางแผนให้ดีขึ้น
- ผู้วิจัยได้ออกแบบให้เล่นเป็นคู่เพื่อให้เพื่อนอ่านให้ฟัง

เกมที่ 2 Yes/No Organ

การทดลองรอบที่ 1

จากการทดลองเล่นเกมในรอบที่ 1 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ผลดังนี้

ปัญหาที่พบ

- ผู้เล่นไม่เข้าใจวิธีการเล่น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การได้เส้นทาง การจองเส้นทาง ซึ่งจำเป็นต้องทดลองเล่น จึงจะเข้าใจได้
- กลไกของเกมไม่สร้างปัญหาจนเกิดการแก้ปัญหา โดยเหมือนว่าผู้เล่นแต่ละคนจะต้องจองเส้นทางต่าง ๆ แต่ถ้าเส้นทางเหล่านั้นโดนจองไปเสียก่อนก็ไม่มีทางเลือกอื่นนอกจากจะเปลี่ยนภารกิจ
- คะแนนที่ได้ตอบแทนกับคำถามที่ตอบ และ ภารกิจที่ทำนั้น ไม่สมดุลกัน กล่าวคือ ภารกิจและคำถามทุกคำถามต่างได้ค่าตอบแทน 1 เท่ากัน
- แผนภาพที่ดำเนินการกับอุปกรณ์นั้นไม่สอดคล้องกันทำให้ผู้เล่นงงว่า แต่ละช่องต้องลงเส้นทางกี่หน่วย

การปรับแก้

- ผู้วิจัยจัดทำคู่มือการอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยอธิบายวิธีการเล่นโดยละเอียด
- ผู้วิจัยได้เพิ่มทางเลือกโดยการให้นักเรียนสามารถใช้ทรัพยากรที่ได้จากการตอบคำถามลบเส้นทางของผู้อื่นได้
- ผู้วิจัยได้ปรับคะแนนตามความยากของภารกิจและคำถาม โดยให้คะแนนภารกิจ 1 – 4 คะแนน และทรัพยากรที่ได้จากการตอบคำถาม 1 – 3 หน่วยตามระดับความยาก
- ผู้วิจัยได้ปรับผังให้แต่ช่องมีขนาดเท่ากัน และให้มีขนาดเท่ากับทรัพยากรเส้นทางด้วย

การทดลองรอบที่ 2

จากการทดลองเล่นเกมในรอบที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ผลดังนี้
ปัญหาที่พบ

- ผู้เล่นยังมีทางเลือกน้อยเกินไปจนไม่แสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาได้ดีพอ
- ผู้เล่นยังคงเน้นการตอบคำถามโดยไม่สนใจภารกิจ
- ผู้เล่นมีความสับสนระหว่างการ์ดภารกิจ และการ์ดคำถามเนื่องจากด้านหลังการ์ดมีลักษณะเดียวกัน
- ผู้เล่นใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเพียงกลยุทธ์เดียว และไม่เห็นถึงทางเลือกในการแก้ปัญหา

การปรับแก้

- ผู้วิจัยออกแบบให้เกมมีทางเลือกเพิ่มขึ้นและให้ผู้เล่นได้สนใจกับภารกิจมากขึ้นโดยให้ผู้เล่นหยิบการ์ดภารกิจ ตั้งแต่เริ่มเกมจำนวน 3 ใบ แล้วให้เลือกเก็บไว้ อย่างน้อย 1 ใบ ทำให้ผู้เล่นต้องพิจารณาภารกิจแต่ละอย่าง ก่อนเริ่มเล่น และเลือกวางแผนให้เหมาะสม
- ผู้วิจัยได้ออกแบบด้านหลังของการ์ด ภารกิจ และคำถามใหม่ ให้มีลักษณะที่แตกต่างกัน ในเบื้องต้นเขียนเป็นตัว M สำหรับการ์ดภารกิจ และตัว Q สำหรับการ์ดคำถาม
- ผู้วิจัยออกแบบกระดานให้มีภาพแสดงระบบร่างกายรวมทั้งอวัยวะต่าง ๆ ให้มองเห็นได้ชัดเจนขึ้นเพื่อเอื้อให้ผู้เรียนที่มีการรับรู้แตกต่างกันสามารถรับรู้ส่วนประกอบนี้ของเกมได้มากขึ้น
- ผู้วิจัยได้จัดทำคำถามถอดบทเรียนสะท้อนคิด ที่จะช่วยให้ผู้เล่นได้เห็นถึงโอกาสของการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

เกมที่ 3 P.W. Mastery

การทดลองรอบที่ 1

จากการทดลองเล่นเกมในรอบที่ 1 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ผลดังนี้
ปัญหาที่พบ

- แม้ว่าเกมจะสะท้อนการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีแต่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลับไม่พออย่างชัดเจน

- พบปัญหาว่าบางครั้งมีการ์ดบางใบที่ผลรวมคะแนนผิดแต่กลับมีการ์ดที่ตรงกับผลรวม ทำให้เล่นเกมผิดไป

การปรับแก้

- ผู้วิจัยได้ออกแบบให้เพิ่มกลไกเกมที่จะทำให้ผู้เล่นต้องตั้งสมมติฐาน และคอยรวบรวมหลักฐาน เพื่อหาข้อสรุปว่าคนร้ายในเหตุการณ์นี้คือใคร โดยจะให้ข้อมูลเมื่อผ่านภารกิจต่าง ๆ
- ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนคะแนนในแต่ละส่วน จนไม่พบความผิดปกติอีก

การทดลองรอบที่ 2

จากการทดลองเล่นเกมในรอบที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ผลดังนี้

ปัญหาที่พบ

- ผู้เล่นเลือกที่จะสู้คนร้ายโดยไม่พิจารณาการหลักฐาน
- หลาย ๆ ครั้งผู้เล่นไม่สนใจพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา แต่กลับใช้การลองผิดลองถูกไปเลย
- กติการไม่ชัดเจนทำให้เกิดความเข้าใจผิด เช่น นำการ์ดสีฟ้า มารวมกัน หรือนำการ์ดสีแดงมารวมกัน
- ผู้เล่นสนุกแต่กลับไม่สามารถระบุกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาได้เท่าที่ควร

การปรับแก้

- ผู้วิจัยปรับระบบเกมใหม่ให้ผู้เล่นมีโอกาสเลือกตอบคนร้ายได้เพียง 1 ครั้ง หากไม่ถูกจะถือว่าภารกิจล้มเหลว
- ผู้วิจัยปรับให้มีกับดักคือ ให้ไฟส่วนใหญ่เมื่อรวมเลขกันแล้วจะมีการ์ดรออยู่ แต่จะแจ้งว่ามาผิดทาง ให้หักคะแนน เพื่อให้ผู้เล่นได้สังเกตมากขึ้น
- ผู้วิจัยจัดทำคู่มือที่มีความชัดเจนมากขึ้น โดยอธิบายการ์ดแต่ละประเภท และทำการ์ดแนะนำเกมอีก 1 ใบ
- ผู้วิจัยจัดทำแผนการถอดบทเรียน เพื่อให้ผู้เล่นได้สะท้อนกระบวนการคิดในระหว่างการเล่นเกม

4.3 ผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.3.1 สมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกม

ผลการประเมินประสิทธิผลของเกมโดยวิธีการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังเล่นเกม ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบ t ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเล่นเกม Control Wave

ตัวแปร		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยผลต่าง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง	t	P																	
ทักษะการแก้ปัญหา	ก่อน	5.69	2.73	0.03	1.70	0.10	.922																	
	หลัง	5.72	2.55					พฤติกรรมการแก้ปัญหา	ก่อน	3.76	0.63	0.34	0.35	5.74	<.001	หลัง	4.10	0.66	การรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา	ก่อน	3.64	0.48	0.02	.39
พฤติกรรมการแก้ปัญหา	ก่อน	3.76	0.63	0.34	0.35	5.74	<.001																	
	หลัง	4.10	0.66					การรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา	ก่อน	3.64	0.48	0.02	.39	0.26	.797	หลัง	3.66	0.52						
การรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา	ก่อน	3.64	0.48	0.02	.39	0.26	.797																	
	หลัง	3.66	0.52																					

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาและคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นไม่แตกต่างจากก่อนการเล่นเกมที่มียุทธศาสตร์ทางสถิติ แต่พฤติกรรมการแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวคือ การเล่นเกม Control Wave นั้นช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการแก้ปัญหา แต่ไม่ช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาและการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบ t ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเล่นเกม Yes/No Organ

ตัวแปร		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ผลต่าง	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของ ผลต่าง	t	P
ทักษะการแก้ปัญหา	ก่อน	4.06	3.68	0.03	1.05	0.17	.869
	หลัง	4.09	3.40				
พฤติกรรมการแก้ปัญหา	ก่อน	3.52	0.95	0.62	0.87	3.64	.001
	หลัง	4.13	0.77				
การรับรู้ความสามารถของ ตนเองในการแก้ปัญหา	ก่อน	3.55	0.53	-0.13	0.53	-1.33	.193
	หลัง	3.43	0.60				

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาและคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหาลังกิจกรรมการเล่นเกมที่แตกต่างจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พฤติกรรมการแก้ปัญหาลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวคือ การเล่นเกม Yes/No Organ นั้นช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการแก้ปัญหา แต่ไม่ช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาและการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบ t ของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา พฤติกรรมการแก้ปัญหา และการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเล่นเกม P.W. Mastery

ตัวแปร		ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ผลต่าง	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานของ ผลต่าง	t	P
ทักษะการแก้ปัญหา	ก่อน	4.16	3.25	0.02	1.64	0.10	.921
	หลัง	4.19	3.10				
พฤติกรรมการแก้ปัญหา	ก่อน	3.52	0.95	0.62	0.87	3.64	.001
	หลัง	4.13	0.77				
การรับรู้ความสามารถของ ตนเองในการแก้ปัญหา	ก่อน	3.54	0.30	-0.11	0.35	-1.88	.070
	หลัง	3.42	0.31				

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าคะแนนทักษะการแก้ปัญหาและคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นแตกต่างจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พฤติกรรมการแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นเพิ่มขึ้นจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวคือ การเล่นเกมทั้ง 3 เกมช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการแก้ปัญหา ส่วนการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาและการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหายังทำได้ไม่ชัดเจนนัก แม้ว่ามีสัญญาณการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาหลังการเล่นเกม

4.3.2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกม

พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกมโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างการเล่นเกมนั้น พบว่า ในแต่ละเกมนั้นนักเรียนเกือบทั้งหมดมีส่วนร่วมในการเล่นเกมนานตลอดเวลา โดยเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ตั้งแต่การศึกษาคติกา จนกระทั่งร่วมในการถอดบทเรียน ทั้งนี้พฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละเกม เป็นดังนี้

- เกม Wave Control นักเรียนจะเลือกเก็บลูกคลื่นตามที่ตนเองขาดอยู่ โดยเลือกเส้นทางที่จะทำให้ได้ส่วนประกอบของคลื่นที่เอื้อประโยชน์ต่อตนเองมากที่สุด อย่างไรก็ตามหากเห็นว่าเกมใกล้จบก็จะเลือกเปลี่ยนแนวทางการเล่นขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ในการเป็นผู้ชนะ นักเรียนทั้งหมดที่เล่นเกมภายในกลุ่มเล่นเกมและเรียนรู้ร่วมกันได้ นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษหรือเรียนช้าสามารถเล่นร่วมกับเด็กปกติได้ แต่มีการเรียนรู้การเล่นเกมที่ช้าและมีความพยายามที่จะเรียนรู้ตามเพื่อนให้ทัน
- เกม Yes/No Organ นักเรียนจะมุ่งการตอบคำถามและเลือกที่จะเก็บเส้นทางให้ได้มากที่สุด แต่ไม่เปลี่ยนภารกิจ และเมื่อภารกิจของตนเองไม่สามารถทำสำเร็จได้เพราะเพื่อนมาขวางเส้นทาง นักเรียนแต่ละคนจะเลือกใช้วิธีการของตนเอง ซึ่งเป็นรูปแบบตายตัวเช่น หากใครเปลี่ยนภารกิจ ก็จะเลือกเปลี่ยนภารกิจเสมอ หรือ ใครเลือกจะลบเส้นทางที่ถูกทับ ก็จะเลือกลบเส้นทางอย่างเดียว นักเรียนทั้งหมดในแต่ละกลุ่มเล่นเกมและเรียนรู้ร่วมกันได้ นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษหรือเรียนช้าให้ความสนใจในการเล่นเกมน้อยอย่างต่อเนื่อง แต่เพื่อนที่เล่นคู่กันไม่ได้ให้บทบาทเท่าที่ควรเนื่องจากต้องตอบคำถามให้ได้โดยเร็วเพื่อที่จะได้คะแนน ทำให้นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษตอบคำถามไม่ทัน แต่มีส่วนร่วมช่วยหยิบจับอุปกรณ์เกมและพยายามที่จะตอบคำถามให้ได้ตลอดการเล่นเกม
- เกม P.W.Mastery นักเรียนจะมุ่งถอดรหัสเพื่อไขปริศนาและไปยังห้องต่อ ๆ ไปก่อน ซึ่งมักจะเป็นการลองผิดลองถูก ตามสมมติฐานที่ตนเองคิดว่าน่าจะถูกต้อง แต่ไม่ค่อยสนใจที่จะเก็บร่องรอยที่ใช้ในการระบุตัวคนร้าย และจะพยายามรวบรวมหลักฐานเพื่อที่จะระบุตัวคนร้าย หลังจากที่ผ่านมาทุกห้อง และต้องระบุตัวคนร้ายแล้วเท่านั้น นักเรียนทั้งหมดเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มได้เป็นอย่างดี นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษที่มีสมาธิสั้นทำ

กิจกรรมนำเพื่อนในกลุ่มให้เล่นเกม แบ่งบทบาทหน้าที่และรวบรวมข้อมูลจากเพื่อน ภายในกลุ่ม ส่วนนักเรียนที่เรียนซ้ำมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามบทบาทที่แบ่งกัน ภายในกลุ่ม

4.3.3 ประสบการณ์การเรียนรู้ในการเล่นของผู้เรียน

ประสบการณ์การเรียนรู้ในการเล่นของผู้เรียนหลังจากเล่นเกมเสร็จแล้ว โดยให้การสนทนากลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยายและการวิเคราะห์แก่นสาระ พบว่า นักเรียนรู้สึกสนุกไปกับการเล่นเกม และชอบเล่นเกมที่นำมาอย่างมาก ทั้งนี้ผู้วิจัยสรุปรายละเอียดของประสบการณ์การเล่นแต่ละเกมดังนี้

- เกม Control Wave ในตอนแรกค่อนข้างงงกับกติกาเนื่องจากกติกาของเกมค่อนข้างซับซ้อน แต่เมื่อลองเล่นไปซักรูปหนึ่งก็เริ่มเข้าใจ และสนุกไปกับเกม ทั้งนี้ในระหว่างการเล่นเกมก็ได้เรียนรู้ส่วนประกอบของคลื่นที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ จากการเก็บส่วนประกอบแต่ละส่วน รวมไปถึงได้รู้จักประเภทและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละประเภทไปด้วย แต่ในเรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอาจจะยังไม่เข้าใจ หรืออาจจะเปิดผ่าน ๆ ไป แต่เกมจะทำให้นักเรียนเจอปัญหา จากภารกิจต่าง ๆ ที่ต้องค่อย ๆ เลือกไป เกมสามารถจบในเวลาได้ และการสรุปบทเรียนช่วยให้เห็นภาพเรื่องคลื่น และกระบวนการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น
- เกม Yes/No Organ เกมค่อนข้างเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถเรียนรู้และเล่นได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนให้ความสนใจกับการตอบคำถามมากกว่าการสร้างเส้นทางในช่วงแรก แต่เมื่อเก็บสะสมของได้ระดับหนึ่งแล้วก็เริ่มสนใจการแก้ปัญหาบนเส้นทางมากขึ้น ในระหว่างการตอบคำถามนั้นมีทั้งข้อคำถามที่ยากและข้อคำถามที่ง่าย ซึ่งการที่ได้ข้อยากสลับกับข้อง่ายนี้ช่วยให้เกมสนุกขึ้น แต่บางข้อก็ยังรู้สึกว่ายากเกินไป โดยรวมเป็นเกมที่สนุก และอยากกลับมาเล่นอีก ได้ความรู้เพิ่มเติมจากข้อคำถามที่ยาก และอยากให้กลับไปทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อกลับมาเล่นใหม่ และการได้เล่นคู่กับเพื่อนก็ดี เพราะจะได้ช่วยกันคิด หากเราไม่รู้เพื่อนก็อาจจะรู้คำตอบ อย่างไรก็ตามหากคนเล่นไม่มีความรู้มากพอ เกมก็จะไม่สนุก เพราะตอบคำถามไม่ได้ จากการถอดบทเรียนทำให้นักเรียนเห็นว่าคุณเอง มักจะเลือกใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงวิธีการเดียวในการแก้ปัญหา แต่เมื่อได้กลับมาทบทวนก็จะเห็นได้ว่ายังมีทางเลือกอื่น ๆ ที่สามารถใช้ได้อีกในแต่ละกรณี ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ก็อาจจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน
- เกม P.W. Mastery เกมค่อนข้างเข้าใจง่าย แต่ยังคงต้องอธิบายเพิ่มเติมในการเล่นครั้งแรก ด้วยเกมที่มีปัญหาให้ขบคิด การได้เล่นเป็นกลุ่มทุกคนต่างก็ช่วยกันคิดจนทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ในกลุ่มขนาดเล็ก 3 – 4 คน นักเรียนทุกคนมีส่วนช่วยในการแก้ไขปริศนา และรู้สึกสนุกในการที่จะได้ค่อย ๆ ไขปริศนาไปที่ละส่วนจนออกจากห้องได้ในที่สุด อย่างไรก็ตามในช่วงไขปริศนาห้องปิดตาย นักเรียนจะไม่ค่อยได้รวบรวมหลักฐาน

ร่องรอยของผู้ร้าย แต่ในช่วงท้ายที่จะต้องบอกว่าใครเป็นผู้ร้ายนั้น นักเรียนถึงได้ทราบว่าตนเองยังมีข้อมูลไม่เพียงพอ แล้วจึงกลับไปตรวจสอบร่องรอย ตามสถานที่ต่าง ๆ จึงแน่ใจว่าตัวละครใดเป็นผู้ร้าย จากการถอดบทเรียนนั้นช่วยสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเล่นเกมที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.3.4 ความพึงพอใจของครูที่ใช้เกมในการจัดการเรียนรู้

ภาพรวมของการนำเกมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยครูผู้สอนทั้ง 3 คน ระบุว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีส่วนร่วมในการเรียนของนักเรียน โดยเกม “ทำให้เด็กทุกคนในห้องมีส่วนร่วมกับการเรียน”(เกมคลีน) และ “นักเรียนที่ไม่สนใจเรียนก็ยังสนุกไปกับเกมและให้ความร่วมมือในการเรียนรู้” (เกมกระบวนการวิทย์)

อย่างไรก็ตามแต่ละเกมอาจจะมีวิธีการนำไปใช้ในชั้นเรียนจริงที่แตกต่างกัน โดยแต่ละเกมจะมีรายละเอียดดังนี้

- เกม Wave Control เป็นเกมที่สอนเรื่องคลื่นได้ดี ช่วยให้เด็กได้เรียนรู้เรื่องคลื่น แต่อาจยังมีเนื้อหาหลายส่วนที่อาจจะยังไม่ครบ ซึ่งหากนำเกมนี้มาใช้เริ่มต้นในคาบเรียนแรก แล้วจึงค่อยทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อเสริมเนื้อหาที่ขาดไปของเรื่องนี้ได้ ซึ่งทำให้นักเรียนใช้เวลา กับเรื่องนี้เท่าเดิม แต่สิ่งที่ได้กลับมาคือ นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนอย่างมาก คิดว่าในการสอนปีต่อไป น่าจะเอาเกมนี้มาใช้ในช่วงเริ่มต้นบทเรียน ทั้งนี้ก่อนการเล่นหากได้นักเรียนกลุ่มหนึ่งมาเล่นเกมนี้ก่อนและไปช่วยอธิบายวิธีการเล่นให้กับเพื่อนก็จะช่วยทำให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างราบรื่นขึ้น
- เกม Yes/No Organ เป็นเกมที่ใช้ทบทวนเนื้อหาบทเรียนเรื่องระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่ายได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับใช้ในการทบทวนหรือตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ หลังจากเรียนไปแล้วได้ดี ทั้งนี้หากปรับแนวทางการถอดบทเรียนในช่วงท้ายของเกม ก็ น่าจะช่วยให้ นักเรียนได้พัฒนามากยิ่งขึ้น
- เกม P.W.Mastery เป็นเกมพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าโดยตัวเกม ออกแบบมาให้ใช้กับวิชาคั่นคว่ำอิสระของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แต่เกมก็กลับสามารถให้นักเรียนชั้นไหนก็ได้เล่น และจากการที่นักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ก็ น่าจะได้เอาไปใช้ในการสอนของรายวิชาโครงการอิสระ ในปีหน้าด้วย

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์การวิจัย ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในการเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) เพื่อพัฒนากรอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สรุปผลการวิจัย

1. ความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า มีความต้องการระบบข้อมูลในการแสวงหาความรู้ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา เครื่องมือหรือเทคนิควิธีการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ครูเข้าใจผู้เรียนและสามารถออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษได้ และเทคนิควิธีการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

2. กรอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า กรอบการออกแบบเกมมีจุดเน้นในการพัฒนาให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนอย่างน้อย 2 ประการ ได้แก่ ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ตามเนื้อหาหรือกระบวนการในวิชาของกลุ่มสะเต็มศึกษา ซึ่งในประการที่สองนี้ในแต่ละเกมจะมีเป้าหมายที่แตกต่างกัน ได้แก่ ระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่าย คลื่น และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งได้รับความรู้หรือทักษะจากศาสตร์อื่นที่เข้าไปบูรณาการร่วมด้วย โครงเรื่องของเกมให้ผู้เล่นได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ผ่านเนื้อเรื่องและกลไกของเกม ไปพร้อมกับเรียนรู้เนื้อหาวิชาผ่านตัวเนื้อหาของเกม นอกจากนี้ลักษณะของเกมยังเปิดโอกาสให้เด็กที่มีความต้องการพิเศษเล่นร่วมกับเด็กปกติได้ และกิจกรรมการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ยังให้มีการประเมินผ่านเกมหรือถอดบทเรียนประสบการณ์การเรียนรู้ภายหลังการเล่นเกมที่ ส่วนต้นแบบบอร์ดเกม จำนวน 3 เกม ได้แก่ เกม Yes/No Organ สอนเรื่องระบบย่อยอาหารและขับถ่ายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เกม Control Wave สอนเรื่องคลื่นกลและเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเกม P.W. Mastery พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3

3. ผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า คะแนนพฤติกรรมกรแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมที่สามเกมเพิ่มขึ้นจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนทักษะการแก้ปัญหาและ

คะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหาหลังกิจกรรมการเล่นเกมนั้นทั้งสามเกมไม่แตกต่างจากก่อนการเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเกมทั้งสามเกมช่วยเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้เกิดพฤติกรรมแก้ปัญหาได้ เกมที่ได้จัดทำขึ้นมานั้นสามารถนำไปเป็นส่วนหนึ่งของการสอนในชั้นเรียนได้ ตามโจทย์ที่ผู้วิจัยได้รับจากครูที่เป็นอาสาสมัคร ทั้งนี้เกมทั้ง 3 เกม ช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ผ่านการลงมือแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้เรื่องกระบวนการแก้ปัญหาและการรับรู้ความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา พฤติกรรมแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละเกมมีลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ เกม Yes/No Organ นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ทำเป็นปกติวิธีการเดียว เกม Control wave นักเรียนแก้ปัญหาโดยการวางแผนที่เปลี่ยนไปตามสถานการณ์ในการเล่นเกมนั้น ส่วน เกม P.W. Mastery นั้นผู้เล่นแก้ปัญหาโดยการลองผิดลองถูก นอกเหนือจากการฝึกการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกมนั้น นักเรียนจะได้ประโยชน์ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาจากการสะท้อนคิดพฤติกรรมการเล่นและการเทียบเคียงกับกระบวนการแก้ปัญหา ในส่วนของเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้สองลักษณะได้แก่ การได้เรียนรู้เนื้อหาที่นั้นซ้ำ ๆ แบบในเกม Control Wave และการพบว่าตนเองนั้นเข้าใจผิด หรือไม่รู้อะไรเนื้อหาที่นั้น แบบในเกม Yes/No Organ ครูผู้สอนคาดว่าจะนำเกมเหล่านี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้จริงในปีการศึกษาต่อไป โดยเกม Control Wave และ PW Mastery นั้นครูจะนำไปใช้เป็นกิจกรรมเปิดบทเรียน ส่วนเกม Yes/No organ นั้นครูจะนำไปใช้ในการทบทวนเนื้อหา และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนหลักจากเรียนเสร็จแล้ว

อภิปรายผล

1. ความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่ามีความต้องการที่หลากหลายทั้งในแง่ความต้องการระบบข้อมูลในการหาความรู้ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา หรือเครื่องมือและวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกันทั้งครูที่สอนเด็กปกติและครูที่เน้นการศึกษาพิเศษ ความต้องการของครูแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสมรรถนะการแก้ปัญหาที่ควรได้รับการเน้นย้ำ และแม้กระทั่งเป็นสมรรถนะที่สำคัญมากเป็นอันดับแรกของสะเต็มศึกษา (Khuyen, et al., 2020) ความต้องการนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวรกันยา แก้วกลม พินิจ ขำวงษ์ และจรรยา ดาสา (2561) ที่พบว่าครูมีความต้องการพัฒนาตนเองเพิ่มเติมทั้งในด้านการสร้างสื่อการเรียนรู้และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการประเมินการเรียนรู้ ความต้องการเหล่านี้มีสาเหตุหลายประการ เช่น ครูยังขาดความรู้ความเข้าใจในด้านจุดเน้นในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในสะเต็มศึกษา (วรกันยา แก้วกลม พินิจ ขำวงษ์ และจรรยา ดาสา, 2561; Khuyen, et al., 2020) ความรู้เชิงลึกและทักษะเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา (Muste, 2020; Hoi, 2018) การพัฒนาครูผู้สอนสะเต็มศึกษาให้สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นเรื่องสำคัญมากของการพัฒนาสะเต็มศึกษา

ความสำคัญอีกประการหนึ่งคือด้านสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรียกเรื่องเครื่องมือหรือทรัพยากรสนับสนุน ซึ่งเป็นเรื่องที่เป็นปกติของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ต้องใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นไปอีก (Shermoff, et al., 2017) และปัญหาที่

พบคือการขาดสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา (Muste, 2020) และเป็นความท้าทายในการจัดหาหรือสร้างสื่อวัสดุอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของครู ในด้านนี้ ในกรณีนี้บอร์ดเกมที่เสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาจึงเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนในกลุ่มสะเต็มศึกษา ในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ความต้องการด้านเทคนิควิธีการประเมินที่สอดคล้องกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยเฉพาะสมรรถนะการแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ครูเน้นย้ำเช่นเดียวกัน งานวิจัยพบว่าการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียน (formative assessment) เป็นความท้าทายอย่างหนึ่งของครูผู้สอน (Khuyen, et al., 2020) และวิธีการประเมินที่แย่งทำให้การสอนสะเต็มศึกษาไม่ประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการประเมินสิ่งนี้นอกเหนือจากความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน (Ejiwale 2013) แสดงให้เห็นว่าความต้องการด้านนี้เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาและพัฒนาให้มีคุณภาพมากขึ้น

2. กรอบการออกแบบและต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า กรอบการออกแบบเกมประกอบด้วยจุดเน้นด้านผลลัพธ์การเรียนรู้ทั้งทางปัญญาและเนื้อหาในรายวิชา โครงเรื่องหรือกลไกของเกม ลักษณะของเกม และกิจกรรมการใช้เกม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ตั้งไว้ทั้งการพัฒนาสมรรถนะ การเรียนรู้และการประเมินผ่านเกม และการออกแบบเพื่อทุกคน หลักการเหล่านี้เป็นจุดมุ่งหมายสำคัญที่เป็นแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมครั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดการเติมเต็มในจุดที่ยังเป็นช่องว่างของความรู้อยู่ แม้เกมที่สร้างขึ้นแต่ละเกมมีความแตกต่างกันตามจุดเน้นด้านกลไกของเกมละเนื้อหา แต่สอดคล้องกับกรอบการออกแบบ “กลไก พลวัต และสุนทรียภาพ” (Mechanics, Dynamics, Aesthetics หรือ MDA) (Hunicke, LeBlanc, & Zubek, 2004) ซึ่งแสดงกติกาของเกม ระบบการเล่น และประสบการณ์ทางอารมณ์ในการเล่น

ต้นแบบบอร์ดเกมที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับกรอบการออกแบบเกม โดยเป็นเกมที่ให้ผู้เล่นได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ผ่านเนื้อเรื่องและกลไกของเกม เรียนรู้เนื้อหาวิชาผ่านตัวเนื้อหาของเกมไปพร้อม ๆ กัน การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหานี้ อาจจะได้ฝังอยู่ในตัวเกมเพียงอย่างเดียว แต่ยังให้ความสำคัญกับการสะท้อนคิดในช่วงท้ายเกมเพื่อให้เกิดการใคร่ครวญสมรรถนะการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเล่นเกมได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการสะท้อนคิดตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Kolb & Kolb, 2009) ต้นแบบเกมมีองค์ประกอบหลักครบทั้ง 3 ประการ ทั้งการแข่งขัน การมีส่วนร่วม และการให้รางวัลทันที (Teed, 2004) นอกจากนี้ในฐานะที่เป็นเกมการเรียนรู้ (serious game) เกมที่สร้างขึ้นยังสอดคล้องกับกรอบการออกแบบ การเล่น และประสบการณ์ (Design, Play, and Experience หรือ DPE) และมีส่วนประกอบทั้งด้านโครงสร้างของเกม กลไกของเกม และผลลัพธ์การเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับส่วนประกอบด้านเนื้อหาของเกม การออกแบบเกม และผลลัพธ์ทางปัญญา (Roungas & Dalpiaz, 2016) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของการออกแบบเกมการศึกษา

นอกเหนือจากการออกแบบเกมตามหลักการข้างต้นแล้ว ต้นแบบบอร์ดเกมยังได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนช่วยให้เกมมีคุณภาพมากขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสะเต็มศึกษาค่อนข้างเน้นไปในทาง

ที่เฉพาะเจาะจง เช่น ใช้เนื้อหาที่มีความท้าทายมากขึ้น ส่วนผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกมเห็นว่าเป็นเกมที่เน้นการแก้ปัญหาและพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาได้ ส่วนผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาพิเศษแนะนำให้ลดจำนวนตัวอักษร เพิ่มขนาดตัวอักษร ใช้ภาพแทนตัวอักษร ซึ่งเกมทั้งสามเกมได้รับการปรับให้สอดคล้องกับคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปทดลองใช้

3. ผลการใช้ต้นแบบบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าการเล่นเกมทั้ง 3 เกมช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการแก้ปัญหา และมีสัญญาณการเพิ่มขึ้นของทักษะการแก้ปัญหาหลังการเล่นเกมแม้ว่าผลยังไม่มีความสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเกมที่สร้างขึ้นมีศักยภาพในการเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ซึ่งอยู่ในช่วงวัยรุ่น สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget, 1943) ที่กล่าวว่าวัยรุ่นมีความสามารถในการคิดเชิงเหตุและผลในลักษณะที่เป็นนามธรรม (เต็มศักดิ์ คทวณิช, 2553; จิราภา เต็งไตรรัตน์, 2554; Adeyemo, 2010) นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการออกแบบเกมทำได้ค่อนข้างเหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มนี้ สอดคล้องกับ Lai และคณะ (2014) ที่กล่าวว่าการออกแบบเกมที่ทำได้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และสร้างการมีส่วนร่วมนั้นทำให้เกิดการพัฒนาการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ และจากการรายงานของผู้เล่นเกมพบว่าเกมที่เล่นกระตุ้นเร้าให้เกิดการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการวางแผนแก้ปัญหาและการลงมือแก้ปัญหา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของพฤติกรรมซึ่งเป็นการกระทำหรือการแสดงออกในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลที่กล่าวถึงความสำคัญของสิ่งเร้าที่มีต่อการประมวลผลข้อมูลของบุคคล (Klausmeier, 1985) ส่วนทักษะการแก้ปัญหานั้นโดยธรรมชาติต้องใช้การฝึกฝนเป็นระยะเวลาอันยาวนาน การเล่นเกมเพียงหนึ่งครั้งและใช้เวลาเพียงประมาณ 30-45 นาที อาจยังไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดทักษะได้ นอกจากนี้การตอบข้อสอบโดยการเขียนข้อความอาจทำให้ผู้สอบเกิดความเร่งรีบในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะในช่วงท้ายชั่วโมงเรียน ทำให้เร่งรีบและไม่สามารถมีเวลาพอในการเขียนตอบได้ ซึ่งสอดคล้องกับพลพี ทุมมาพันธ์ Dongsheng Dong และ Min Li (2563) ที่ทำการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และพบว่าเมื่อผู้เข้าสอบเพียงร้อยละ 49.95 ที่มีทักษะการเขียนตอบข้อสอบปลายเปิด สะท้อนให้เห็นว่าการเขียนเป็นประเด็นสำคัญที่พึงพิจารณาในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา แม้ในกลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก็ตาม ส่วนการรับรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีทั้งคะแนนเพิ่มขึ้นและลดลงหลังการเล่นเกมนั้นมีความน่าสนใจ ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นผลจากการที่ผู้ตอบบางคนยังติดอยู่กับผลการเล่นเกมที่มีผลแพ้ชนะ ผู้เล่นเกมที่แพ้อาจเกิดความคลงแคลงใจในการแก้ปัญหาของตนเองที่เกิดในการเล่น และทำให้การรับรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาของตนเองต่ำลง ในระยะเวลาอันสั้นจากการเล่นเกม ซึ่งผลที่เกิดขึ้นกับสมรรถนะการแก้ปัญหาที่พบในงานวิจัยนี้เป็นสิ่งที่ควรทำวิจัยต่อไปเพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่ชัดเจนและลึกซึ้งยิ่งขึ้น

พฤติกรรมและการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละเกมมีลักษณะแตกต่างกันตามกลไกของเกม เช่น เกม Yes/No Organ นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่เป็นแบบแผนวิธีการเดียว ส่วนเกม Control wave นักเรียนแก้ไขปัญหโดยการวางแผนที่เปลี่ยนไปตามสถานการณ์ของการเล่นเกม ซึ่งถือว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการพัฒนาบอร์ดเกมที่ต้องการให้เกิดการลงมือแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม ซึ่งสอดคล้องกับ Hoi และคณะ

(2018) ที่ระบุว่านักวิชาการเห็นว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาเกิดขึ้นผ่านกระบวนการแก้ปัญหาและเมื่อมีการแก้ปัญหาได้ อย่างไรก็ตามการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้เวลานาน แม้มีความคาดหวังว่าการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นจากการเล่นเกม ซึ่งอาจจะเป็นจริงได้ แต่เนื่องจากเกมเป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาในเกมจึงเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับในช่วงเวลาหนึ่ง แต่หากต้องการให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหามากขึ้น อาจต้องให้การจัดการเรียนรู้ในภาพรวมสอดคล้องและเน้นหนักสมรรถนะการแก้ปัญหาด้วย

นอกเหนือจากสมรรถนะการแก้ปัญหาแล้วเกมยังสามารถทำให้ผู้เล่นเกมมีส่วนร่วมในเกม (engagement) ได้เป็นอย่างมาก ทั้งกลุ่มเด็กปกติและเด็กที่มีความต้องการพิเศษ ซึ่งถือว่าเป็นความสำเร็จในแง่ของการสร้างการมีส่วนร่วมในเกม และเป็นที่ต้องการของการออกแบบและพัฒนาเกมทางการศึกษาลักษณะการมีส่วนร่วมในเกมนี้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ที่กล่าวว่าวัยรุ่นมีความกล้าที่จะลองผิดลองถูก ซึ่งเกมเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองทำและเรียนรู้ในระหว่างการเล่นเป็นอย่างดี (เดิมศักดิ์ คทวณิช, 2553; จิราภา เต็งไตรรัตน์, 2554; Adeyemo, 2010) การมีส่วนร่วมในเกมอย่างมากของกลุ่มผู้เล่นเกมนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะลักษณะของเกมที่สร้างขึ้นยังมีความคล้ายคลึงกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี คือมีทั้งผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนบรรลุ การจูงใจให้ผู้เรียนเล่นเกม และการประเมินการเรียนรู้ของผู้เล่น/ผู้เรียน (Teed, 2004)

จากการทดลองใช้เกม พบว่าเด็กปกติและเด็กที่มีความต้องการพิเศษเล่นเกมด้วยกันได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เป็นเพราะเด็กที่มีความต้องการพิเศษที่เรียนในห้องเรียนเรียนรวมมีศักยภาพในระดับที่เรียนกับเด็กปกติได้ และเกมที่สร้างขึ้นเหมาะสมสอดคล้องกับพัฒนาการและความสามารถของเด็กทั้งสองกลุ่ม สะท้อนให้เห็นว่าหลักการสำคัญของการออกแบบเพื่อทุกคนที่ใช้ในการออกแบบเกมครั้งนี้คือ การรักษาความพยายามมุ่งมั่นในการเล่นของเด็ก โดยใช้กลยุทธ์การให้เด็กเล่นเกมแบบกลุ่ม/ร่วมมือกันในการเล่นบอร์ดเกม (multiple means of engagement) และการใช้รูปแบบการนำเสนอที่หลากหลายทั้งตัวอักษรและภาพ (multiple means of representation) (Evmenova, 2018) ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้ในการออกแบบเกม Double Compare เกมคณิตศาสตร์ที่ใช้หลักการออกแบบเพื่อทุกคน (Buchheister, Jackson, & Taylor, 2017) และพบว่าช่วยให้การเล่นเกมนร่วมกันระหว่างเด็กปกติและเด็กที่มีความต้องการพิเศษเป็นไปได้

อย่างไรก็ตามการพัฒนาเกมให้ตอบสนองความต้องการของเด็กที่มีความต้องการพิเศษ และให้เด็กปกติและเด็กที่มีความต้องการพิเศษเล่นด้วยกันได้นั้น ยังมีประเด็นต้องพิจารณาทั้งลักษณะความสามารถพิเศษเฉพาะด้านและปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม จากผลการศึกษาในสถานการณ์จัดตั้งพบว่าเด็กที่มีความต้องการพิเศษที่มีสมาธิสั้นสามารถเล่นเกมในลักษณะเป็นผู้นำในการเล่นได้ เด็กเรียนช้ามีส่วนร่วมและบทบาทในการเล่น ช่วยเหลือกลุ่มในการคิดและแก้ปัญหาในการเล่นได้เป็นอย่างดี แต่เด็กที่มีปัญหาด้านการได้ยินและการมองเห็นหนึ่งข้าง แต่ไม่ได้มีปัญหาด้านสติปัญญา เล่นไม่ได้เลย เนื่องจากการได้ยินไม่ชัดเจน และเพื่อนไม่ได้เปิดโอกาสให้เล่น เพราะต้องการให้ทีมชนะเกมจึงพยายามให้เพื่อนในทีมที่มีความสามารถมากกว่าเล่นเป็นหลัก กรณีดังกล่าวสะท้อนว่าเกมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถตอบสนองความต้องการของเด็กที่มีความต้องการพิเศษบางกลุ่มได้ และการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ต้องมีการจัดการปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มของผู้เรียนให้เปิด

โอกาสให้เด็กที่มีความต้องการพิเศษบางคนสามารถเล่นเกมร่วมกับเพื่อนได้ นอกเหนือจากตัวเกมที่พัฒนามาให้สอดคล้องกับความต้องการพิเศษของเด็กแล้ว ซึ่งการใช้บอร์ดเกมในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเด็กที่มีความต้องการพิเศษเฉพาะประเภทเป็นเรื่องที่ท้าทายและยังต้องทำการวิจัยพัฒนาต่อไป

ในด้านการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาควรใช้ข้อมูลผลการประเมินจากหลายแหล่ง จากการทดลองใช้เกมพบว่า การทดลองใช้เกมในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งไม่ได้ใช้เวลาหลายครั้งในการทำกิจกรรม การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาในลักษณะการประเมินก่อนและหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อาจให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เล่นได้ไม่มากเท่าที่ควร เนื่องจากระยะเวลาและปริมาณของการทำกิจกรรมยังไม่เข้มข้นเพียงพอที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะการแก้ปัญหาได้อย่างเด่นชัด แต่การถอดบทเรียนหรือประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนให้ข้อมูลได้ค่อนข้างละเอียดลึกซึ้งมากกว่า เนื่องจากเป็นการเล่าประสบการณ์ที่ผู้เล่นเกมได้กระทำผ่านการเล่นเกม การสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมของผู้เรียน โดยครูผู้สอนพบว่าสามารถทำได้ ซึ่งเป็นการประเมินผ่านเกม หรือการประเมินอิงเกม ทำให้ครูได้มีโอกาสสังเกตว่านักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร และสามารถเข้าไปช่วยเหลือให้การเล่นเกมเป็นไปอย่างราบรื่น ให้นักเรียนได้มีบทบาทและมีส่วนร่วมในการเล่นอย่างเหมาะสม

นอกจากนี้แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่น่าสนใจ เครื่องมือมีประโยชน์ แม้จะมีการใช้ในบริบทของศึกษาประสิทธิผลของเกมในการวิจัยบางเรื่อง (เช่น Lee, 2012) ซึ่งเน้นการประเมินความรู้คำศัพท์ การประเมินก่อนหลังการเล่นเกมใช้เวลาไม่นาน แต่การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการเล่นเกมมีประเด็นที่ต้องพิจารณาในทางปฏิบัติ เนื่องจากใช้เวลาในการประเมินค่อนข้างนาน โดยปกติการเล่นเกมที่แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที การทำแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาต้องใช้เวลาในการตอบประมาณ 15 นาที ทั้งก่อนและหลังการเล่นเกม ซึ่งเป็นเวลาที่ค่อนข้างมากในทางปฏิบัติ เนื่องจากเป็นการวัดการลงมือแก้ปัญหา โดยเฉพาะในกรณีของการวิจัยที่ต้องตรวจสอบผลที่เกิดจากการเล่นเกม ผู้วิจัยมองว่าเครื่องมือนี้อาจเหมาะสำหรับเป็นทางเลือกในการประเมินสมรรถนะของผู้เล่นเกม และใช้การสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนในระหว่างการเล่นเกม และการถอดประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการเล่นเกม จะทำให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงของการจัดการเรียนรู้มากกว่า และครูผู้สอนอาจใช้เครื่องมือนี้เป็นทางเลือกในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนเมื่อมีเวลามากพอในการจัดการเรียนรู้ได้ และไม่ต้องการตรวจสอบผลการใช้เกม แต่ต้องการพิจารณาผลการจัดการเรียนรู้เป็นหลัก

ข้อจำกัดของผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของเก็ด้วยวิธีการต่าง ๆ หลายวิธี อาทิ การสัมภาษณ์ การสังเกต ซึ่งนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และมีการใช้แบบทดสอบในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงปริมาณ และมีการทดสอบทางสถิติ ซึ่งเป็นการใช้ขั้นตอนตามระเบียบวิธีวิจัยแบบก่อนการทดลอง อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบนั้นยังคงไม่อาจสรุปได้ว่าเกมทั้งสามเกมนี้สามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาทุกคนอย่างไรผล เนื่องด้วยข้อจำกัดในการเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย ดังนั้นผู้ที่อ้างอิงผลของเกมไปใช้นั้นอาจจะต้องพิจารณาความคล้ายคลึงของกลุ่มเป้าหมายในโครงการวิจัยนี้กับกลุ่มเป้าหมายของตนเอง

ในส่วนของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษนั้น แม้จะปรากฏอยู่ในกลุ่มที่ผู้วิจัยเลือกในการทดสอบเกมพยายามเลือกใช้เรียนที่มีอยู่ในสภาพจริงให้มากที่สุด จึงทำให้นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษมีจำนวนน้อยเกินไปและไม่มีความหลากหลาย จึงอาจจะยังไม่สามารถสรุปเป็นผลได้ว่าเกมสามารถใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษได้อย่างหลากหลาย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอเชิงนโยบาย

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็น เนื่องจากเป็นสมรรถนะสำคัญสำหรับคนไทยในยุค 4.0 ผู้กำหนดนโยบายและหน่วยงานควรกำหนดนโยบายและจัดสรรงบประมาณและทรัพยากรที่เพียงพอในการจัดการเรียนรู้ เช่น จำนวนชุดของบอร์ดเกม เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนที่ใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ควรศึกษาควรรู้การใช้เกมอย่างละเอียด และทำความเข้าใจเกม กติกาการเล่น และเอกสารประกอบ อย่างครบถ้วน เพื่อให้สามารถจัดวางเกมในแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับกิจกรรมอื่น ๆ ในบทเรียนได้อย่างราบรื่น นอกจากนี้เกมที่พัฒนาขึ้นเป็นเกมที่ใช้เวลาค่อนข้างนานในการเล่น การใช้เกมในสถานการณ์การจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่งช่วงเวลาได้อย่างเหมาะสมหรือจัดสรรคาบเวลาเรียนที่เพียงพอ

2. เนื่องจากเกมที่พัฒนาขึ้นมุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเหล่านี้ควรให้ความสำคัญกับสมรรถนะการแก้ปัญหาคด้วย โดยการติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาคควรใช้วิธีการที่หลากหลาย โดยเฉพาะการสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมและการถอดบทเรียนประสบการณ์การเรียนรู้หลังการเล่น

3. เกมที่พัฒนาขึ้นพยายามให้เด็กที่มีความต้องการพิเศษเล่นร่วมกับเด็กปกติได้ ซึ่งพบว่ามีความเป็นไปได้ในเด็กบางกลุ่ม เช่น เด็กสมาธิสั้นและเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ แต่เด็กที่มีความต้องการ

พิเศษบางประการ เช่น ด้านการมองเห็นหรือการได้ยิน ยังมีข้อจำกัดอยู่ ครูผู้สอนอาจจำเป็นต้องให้การสนับสนุนช่วยเหลือในระหว่างการเล่นเกมนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในการใช้แนวคิดหลายประการ ในระยะเวลาที่จำกัด ทำให้ต้องเร่งดำเนินงาน คณะผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการทดลองใช้และปรับปรุงพัฒนาบอร์ดเกมอย่างต่อเนื่อง

2. สมรรถนะมีธรรมชาติของการใช้เวลาในการพัฒนา เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลาของการวิจัย ทำให้มีเวลาในการทดลองใช้เกมน้อย และนักเรียนมีเวลาและจำนวนครั้งที่จำกัดในการเล่นเกมน หากต้องการให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะอย่างเด่นชัด จำเป็นต้องใช้เวลามากขึ้น ซึ่งควรดำเนินการวิจัยเชิงทดลองจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกมที่พัฒนาขึ้นในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นเพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการฝึกฝนและพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหามากขึ้น

3. หากต้องการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับเด็กปกติและเด็กที่มีความต้องการพิเศษเฉพาะกลุ่มอย่างแน่ชัด อาจจำเป็นต้องทำการวิจัยเชิงทดลองและจัดกระทำอย่างเคร่งครัด ซึ่งต้องปรับปรุงพัฒนาเกมให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละกลุ่มต่อไป

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- จำรัส อินทลาภาพร และคณะ. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *E-Journal Silapakorn University ฉบับภาษาไทยมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*, 8(1), 62-74.
- ณัฐญา นาคะสันต์ และ ชวณัฐ นาคะสันต์. (2559). เกม : นวัตกรรมเพื่อการศึกษาเชิงสร้างสรรค์. ใน *วารสารร่มพญักษ์ มหาวิทยาลัยเกริก*, 34(3), 159-182.
- ณัฐญา นาคะสันต์ และ ศุภรางค์ เรืองวานิช. (2559). Augmented Reality : เติมชีวิตให้สื่อสิ่งพิมพ์ทางการศึกษา. *วารสารร่มพญักษ์ มหาวิทยาลัยเกริก*, 34(2), 162-184.
- ไตรรัตน์ จารุรัตน์. (ม.ป.ป.). *Universal Design : การออกแบบเพื่อคนทั้งมวล*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563 จาก <http://www.nstda.or.th/nac2013/download/presentation/Set4/NT-106-02/03Tirat>
- ทิพวัลย์ ทองอาจ. (ม.ป.ป.). *การออกแบบเพื่อมวลชน Universal Design*. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563 จาก http://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/july_sep_10/pdf/aw12.pdf
- ทิตนา แชนมณี. (2562). 10 สมรรถนะหลัก ปั่นเด็กไทยฉลาดรู้ อยู่ดีมีสุข มีความสามารถสูง และใส่ใจสังคม. บทความตีพิมพ์ในหนังสือที่ระลึกวันครู ครั้งที่ 63. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563 จาก http://site.ksp.or.th/content.php?site=library&SiteMenuID=4472&Action=view&Sys_Page=&Sys_PageSize=&DataID
- นัสรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ*, 33(2), 49-56.
- พรวิฑู โคว์คชาภรณ์. (2557). *อารยสถาปัตย์ (Universal Design)*. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2563 จาก http://library.senate.go.th/document/Ext8864/8864876_0002.PDF
- พลรพี ทูมมาพันธ์, Dongsheng Dong และ Min Li. (2563). การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อชี้แนะการจัดการเรียนรู้: การประยุกต์ใช้โมเดลวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*, 15(1), 146-164.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- มนตรี จุฬาวัดทนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและจุดสะเต็ม. ใน *นิตยสาร สสวท.* 42(185), 14-18.
- รพีพร เพชรรัตน์. (2550). *พฤติกรรมการใช้ความรุนแรงต่อผู้อื่นของวัยรุ่น ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา.*
- วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (จิตวิทยาชุมชน) มหาวิทยาลัยศิลปากร กรุงเทพฯ.
- ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์. (2555). *หลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554 [ปรับปรุง 11-13 มิ.ย.55].* สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563 จาก http://www.pccpl.ac.th/pccpl2012/images/imagefile56/curi_sec.pdf
- รัชกร เวชวรนนท์, เอกรัตน์ ทานาค, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และสุรเดช ศรีทา. (2562). การพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมวิชาการเสนองานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20, 1664-1774.*
- วรกันยา แก้วกลม, พินิจ ขำวงษ์, และจรรยา ดาสา. (2561). สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา. *Veridian E-Journal Silapakorn University ฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 11(3), 2092-2112.*
- วรรตต์ อินทสระ. (2562). *เอกสารประกอบการอบรมและปฏิบัติการ “เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น” [Game Based Learning]; Game Based Learning: The Latest Trend Education 2019 เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น.* มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- เวทิสา ต้อยเขียว สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และ อัญชลี. สิริกุลขจร. (2563). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(1), 237-248.*
- ศรีเรือน แก้วกังวาล. (2561). *ทฤษฎีจิตวิทยาบุคลิกภาพ (รู้เขา รู้เรา).* พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.
- ศูนย์การศึกษาพิเศษส่วนกลาง . (ม.ป.ป.). *การออกแบบการเรียนรู้เพื่อทุกคน Universal Design for Learning.* สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม 2563 จาก <http://www.csec.ac.th/csec/wpcontent/uploads/2019/10/%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%AB>
- สกุล สุขศิริ. (2550). *ผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบ Game Based Learning The Study of Effectiveness of Game Based Learning Approach,* สืบค้นเมื่อ 13 พฤษภาคม 2563 จาก <http://library1.nida.ac.th/termpaper5/hrd/2550/19311.pdf>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6.* กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของสสสค.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557ก). *รู้จักสะเต็ม. สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563*
จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557ข). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสศ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). *รายงานผลการวิจัยและพัฒนา กรอบสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2563 จาก https://www.thaiedreform.org/wpcontent/uploads/2019/08/Core_competency_01.pdf
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). *รายงานผลการวิจัยและพัฒนากรอบสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). *คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สำนักบริหารการมัธยมศึกษาตอนปลาย. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21*. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2563 จาก https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2016/09/20160908101755_51855.pdf
- สุทธิดา จำรัส. (2559). *แผนการจัดการเรียนรู้วัดพื้นที่ไปไม่: เอกสารประกอบการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา*. [เอกสารอัดสำเนา]. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). *นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*, 10(2), 13-34.
- สุนีย์ คล้ายนิล ปรีชาญ เดชศรี และ อัมพิกา ประโมจน์ย์. (2549). *สมรรถนะการแก้ปัญหาสำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ร่วมกับ ORGANISATION for ECONOMIC CO-OPERATION and DEVELOPMENT (OECD). กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป.
- Adeyemo, S. A. (2010). Students' ability level and their competence in problem solving task in Physics. *International Journal of Educational Research and Technology*, 1(2), 35 – 47
- Alaswad, Z., & Nadolny, L. (2015). Designing for game-based learning: The effective integration of technology to support learning. *Journal of Educational Technology Systems*. 43(4), p. 389-402.

- Brathwaite, B., & Schreiber, I. (2009). *Challenges for game designers*. Boston, MA: Course Technology, a part of Cengage Learning
- Buchheister, K. E., Jackson, C., & Taylor, C. E. (2014). Integrating universal design and response to intervention in methods courses for general education mathematics teachers. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 5(2), 63–71.
- Buchheister, K. E., Jackson, C., & Taylor, C. E., (2017). *Maths games: A universal design approach to mathematical reasoning*. Faculty Publications, Department of Child, Youth, and Family Studies. 265. <https://digitalcommons.unl.edu/famconfacpub/265>
- Burgstahler, S. (2009). *Definition, principles, and examples*. WA: DO-IT. Retrieved May 11, 2020. from <http://www.washington.edu/doi/Brochures/Academics/instruction.html>
- Carl, R. R. (1940). The process of therapy. *Journal of Consulting Psychology* 4, no. 5, p. 161-164.
- Chin, J., Dukes, R., & Gamson, W. (2009). Assessment in simulation and gaming: A review of the last 40 years. *Simulation and Gaming*, 40(4), 553–568.
- Eagleton, M. (2008). *Universal design for learning*. Retrieved May 11, 2020. from www.ebscohost.com/thisTopic.php?topicID=1073
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., & Miller, R. (2014). An investigation of the interrelationships between motivation, engagement, and complex problem solving in game-based learning. *Educational Technology & Society*, 17(1), 42–53.
- Ejiwale, J. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), p. 63–74
- Evmenova, A. (2018). Preparing teachers to use universal design for learning to support diverse learners. *Journal of Online Learning Research*, 4(2), 147-171.
- Fullerton, T. (2008). *Game design workshop-A playcentric approach to creating innovative games*. 2nd Edition. Miami. USA: Morgan Kaufmann.
- Herschbach, D.R. (2011). The STEM initiative: constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(1), 96-122.
- Hoi, P.T., Bao, D.Q., Nghe, P.K., Nga, N.T. (2018). Developing problem-solving competency for students in teaching biology at high school in Vietnam. *American Journal of Educational Research*, 6(5), 539-545.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research,” in *Proceedings of the Challenges in Games AI Workshop, Nineteenth National Conference of Artificial Intelligence*. San Jose, CA: AAAI Press.

- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books. <http://dx.doi.org/10.1037/10034-000>.
- Izzo, M.V., Murray, A., Novak, J. (2008). Universal design for learning: the faculty perspective. *Journal of Postsecondary Education and Disability* 21, 60-72.
- IREX. (2012). *21st century youth competencies. assessment*. Retrieved October 30, 2020 from <https://www.irex.org/sites/default/files/node/resource/midline-youth-competencies-assessment-full-report.pdf>
- Jamil, F., Linder, S., & Stegelin, D. (2017). Early childhood teacher beliefs about STEAM education after a professional development conference. *Early Childhood Education Journal*, 46, 1–9.
- Järvinen, A. (2008). *Games without frontiers: Theories and methods for game studies and design*. Tampere University Press.
- Khammani, T. (2014). *Science of teaching: Body of knowledge for effective management of learning process. (18th ed.)*. Thai: Bangkok: Darnsutha Press.
- Khuyen, N. T. T., Bien, N. V., Lin, P. L., Lin, J., & Chang, C.Y. (2020). Measuring teachers' perceptions to sustain STEM education development. *Sustainability*, 12(4), 153; doi:10.3390/su12041531
- Klausmeier, H. J. (1985). *Educational psychology*. (5" ed.). New York: Harper & Row.
- Klawe, M. (1998). *When does the use of computer games and other interactive multimedia software help students learn mathematics* Canada: University of British Columbia.
- Klieme, E. (2004). Assessment of cross-curricular problem-solving competencies. In J. H. Moskowitz, and M. Stephens, *Comparing learning outcomes* London: International Assessment and Education Policy Routledge Falmer, London. p. 81-107.
- Koppelt, J. (2011). *Modellierung dynamischer problemlösekompetenz im Chemieunterricht*. Berlin: Mensch & Buch.
- Kolb, A. & Kolb, D. (2009). Experiential learning theory: a dynamic, holistic approach to management learning, education and development. In S. J. Armstrong & C. V. Fukami *The SAGE handbook of management learning, education and development* (pp. 42-68). London: SAGE Publications Ltd doi: 10.4135/9780857021038.n3
- Knowles, M. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Chicago: IL:Follett Publishing Company.

- Lai, C. H., Lee, T. P., Jong, B. S., & Hsia, Y. T. (2014). *A research on applying game-based learning to enhance the participation of student*. Retrieved May 12, 2020. from http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-007-5076-0_36
- Lee, H. L. J. (2012). SMARTies: Using a board game in the English classroom for edutainment and assessment. *Malaysian Journal of ELT Research*. 8(1). 1-35.
- Ministry of Education. (2012). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Bangkok: The Agriculture Co-operative Federation of Thailand Printing. Thai.
- Moursund, D. (2016). *Learning problem-solving strategies by using games: A guide for educators and parents*. Eugene, OR: Information Age Education. Retrieved June 10, 2020 from http://iaepedia.org/Learning_Problemsolving_Strategies_by_Using_Games:_A_Guide_for_Educators_and_Parents
- Muste, D. (2020). Teachers' perception of developing problem solving skills in primary education. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 723-729, DOI: 10.15405/epsbs.2020.06.75
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematic*. The National Academies Press. Retrieved May 10, 2020. from <https://doi.org/10.17226/13158>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2004). *Problem solving for tomorrow's world: First measures of cross-curricular competencies from PISA 2003*. Paris: OECD publications.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013a). *Assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013b). *PISA 2015 draft collaborative problem solving frame work*. Retrieved May 10, 2020. from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20P>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *Programme for International Student Assessment (PISA) results from PISA 2018 country note*. Retrieved October 30, 2020 from https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_THA.pdf

- Paraskeva, F., Bouta, H., and Papagianni, A. (2008). Individual characteristics and computer self-efficacy in secondary education teachers to integrate technology in educational practice. *Computers & Education*, 50(3), 1084–1091.
- Parrish, C. L. A., Bilec, K., Landis, M. M., & Dancz, A. E. (2017). Assessment of Students' Mastery of Construction Management and Engineering Concepts through Board Game Design. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143(4). [04017009]. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000340](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000340)
- Pennsylvania Department of Education. (September 2014). *The framework for integrative science, technology, engineering & mathematics (STEM) education endorsement guidelines*. Retrieved May 10, 2020. from <https://www.education.pa.gov/Documents/TeachersAdministrators/Certification%20Pr>
- Pho, A., & Dinscore, A. (2015). *Game-based learning*. Retrieved September 15, 2020 from <https://acrl.ala.org/IS/wp-content/uploads/2014/05/spring2015.pdf>
- Piaget, J. (1943). *The Origin of Intelligence in Children*. New York: The McMillan Co.
- PISA. (2012). *PISA 2012 assessment and analytical framework*. Retrieved March 1, 2020. from https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA%202012%20framework%20e-book_final.pdf
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Plomp, T. (2007). Educational design research: An introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *An introduction to educational design research*. Enschede: SLO.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Ralabate, P. (2011). *Universal design for learning: Meeting the needs of all students*. Retrieved May 11, 2020. from <http://www.asha.org/publications/leader/2011/110830/Universal-Design-for-Learning--Meeting-the-Needs-of-All-Students/>
- Roungas, B., & Dalpiaz, F. (2016). A model-driven framework for educational game design. *International Conference on Games and Learning Alliance*. DOI: 10.1007/978-3-319-40216-1_1
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM education primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.

- Scherer, R., & Tiemann, R Scherer. (2014). Measuring students' progressions in scientific problem solving: A psychometric approach. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 112, 87–96.
- Scott, S. S., McGuire, J. M., & Embry, P. (2002). *Universal design for instruction fact sheet*. Storrs: University of Connecticut, Centre on Postsecondary Education and Disability.
- Scott, S. S., Mcguire, J. M., & Shaw, S. F. (2003). Universal design for instruction: A new paradigm for adult instruction in postsecondary education. *Remedial and Special Education*, 24(6), 369–379.
- Schwab, K. (2019). *The global competitiveness report 2019*. World Economic Forum. Retrieved October 31, 2020 from http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- Sengupta, D.B., Brady, P., Martinez-Garza, C.E., Killingsworth, M.M., & Clark S.S. (2015). Disciplinary integration of digital games for science learning. *International Journal of STEM Education*, 2(2), p. 1-21.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 4, 1-16.
- Siekman, G. (2016). *What is STEM? The need for unpacking its definitions and applications*. Retrieved October 30, 2020 from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED570651.pdf>
- Smith R.M. (1982). *Learning how to learn: Applied theory for adult*. Chicago: Follett Publishing.
- Sneider, J., Comer, C., & Vasquez, M. (2013). *STEM lesson essentials grade 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heineman.
- Stemberg, R.J. (1985). *Beyond I.Q.: A triarchic theory of human intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Teed, R. (2004). *Game-based learning*. Retrieved September 14, 2020 from <https://serc.carleton.edu/introgeo/games/whatis.html>
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), p. 5–8.
- Thummaphan, P. (2017). *Innovative assessments that support students' STEM learning*. Doctoral Dissertation, University of Washington, Seattle, USA.
- Wachirasakmongkol, B. (2012). Group dynamics: Fundamental of collaboration. *Rachaphruek Journal*, 10(2), p. 6-17.

- Winn, B. (2008). The design, play, and experience framework. In R. E. Ferdig, *Handbook of research on effective electronic gaming in education Vol 3*, (pp. 1010–1024). Hershey PA: Information Science Reference.
- Wirth, J. & E. Klieme. (2004). Computer-based assessment of problem solving competence. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 10(3), 329–345.
- World Economic Forum. (2016). *New vision for education: Fostering social and emotional learning through technology*. Retrieved December 4, 2019. from http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf
- Zabal, J.-P., A., & Reeff, C. B. (2006). The assessment of problem-solving competencies. In *A draft version of a general framework*. Bonn: Deutsches Institut für Erwachsenenbildung.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- 1) รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการออกแบบและพัฒนาเกม
- 3) รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาต้นแบบชุดเกม
- 4) รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

1) รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. ผศ.ดร.องอาจ ชิมรัมย์ ครู โรงเรียนประชาอุทิศ (จันทาบอนุสรณ์)
สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร
2. ดร.หนึ่งฤทัย คุณานนท์ อาจารย์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
จังหวัดปทุมธานี
3. นายศตภิชช์ ไกรชี ครู โรงเรียนลือคำหาญวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
4. นางสาวอรวิษณ์ ทองมาก ครู โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี
5. นางสาวเพ็ญนภา หมีโต อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
กรุงเทพมหานคร
6. นางสาวรัตนธร ชูปวา ครู โรงเรียนกันทรารมณี จังหวัดศรีสะเกษ
7. นางทิพย์สุดา สรณะ ครู โรงเรียนท่าใหม่พูลสวัสดิ์ราษฎร์นุกูล จังหวัดจันทบุรี
8. นางช่อนกลีน พิมเทพา ครู โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ
9. นายอานนท์ ชันติวงษ์ ครู โรงเรียนท่าโพธิ์ศรีพิทยา จังหวัดอุบลราชธานี
10. นายชาติ แก้ววารี ครู โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก จังหวัดชุมพร
11. นางสาวพัชรี ปานอุดม ครู โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช

2) รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการออกแบบและพัฒนาเกม

1. รศ.ดร.ภคพล อนุฤทธิ์ อาจารย์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
2. รศ.ดร. วีวัฒน์ ประกอบผล อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. รศ.ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ผศ.ดร.ชนิดา มิตรานันท์ อาจารย์ สถาบันวิจัยและพัฒนาการศึกษาพิเศษ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. ผศ.ดร.สุทธิดา จำรัส อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6. ผศ.ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. ดร.เดชรัตน์ สุขกำเนิด ผู้ก่อตั้งบริษัท Deschooling game
8. ดร.โชติมา หนูพริก ผู้อำนวยการกลุ่มพัฒนาการศึกษา สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.)
กระทรวงศึกษาธิการ
9. ดร.หนึ่งฤทัย คุณานนท์ อาจารย์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
10. นายเอกรินทร์ อชชะกุลวิสุทธิ รักษาการผู้อำนวยการสาขาการวัดและประเมินผลระดับนานาชาติ
และผู้จัดการโครงการ PISA (PISA National project manager)
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
11. นายไพฑูรย์ อนันต์ทเขต อาจารย์ สถาบันการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี (มจร.)
12. นางสาวรัตติกกร วุฒิกกร ผู้ก่อตั้งบริษัทออกแบบของเล่นเพื่อสังคม Club Creative
13. นายศตภิชช์ ไกรษี ครู โรงเรียนสือคำหาญวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
14. นางสาวอรวิษัญ ทองมาก ครู โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี
15. นางสาวเพ็ญนภา หมีโต อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
จังหวัดปทุมธานี

3) รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาค้นแบบชุดเกม

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ | อาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 2. ผศ.ดร.นฤพนธ์ พุฒิมานะ | อาจารย์ คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต |
| 3. ดร.ศรัณวิชญ์ พรหมสาขา ณ สกลนคร | อาจารย์ คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต |

ภาคผนวก ข

คู่มือบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน

ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จำนวน 3 เกม

คู่มือของบอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน
ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เกมที่ 1

ชื่อเกม : Control Wave

เนื้อหาการสอน : คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

วิชา : วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น : มัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ :

1. ผู้เล่นสามารถอธิบายความหมายของคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
2. ผู้เล่นสามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคลื่นกลได้
3. ผู้เล่นได้เรียนรู้เกี่ยวกับประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อตนเอง

ลักษณะเกม :

1. เป็นเกมแข่งขันกันระหว่างผู้เล่นจำนวน 6 คน
2. เป็นเกมผลัดกันเล่น (Turn-base)
3. ผู้เล่นจะได้ความรู้เรื่องคลื่นกล ผ่านเนื้อหลักของเกม คือ ค่อย ๆ สะสมชิ้นส่วนของคลื่น ส่วนความรู้เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ผู้เล่นจะได้จากทำภารกิจต่าง ๆ ซึ่งจะให้ความรู้เรื่องคลื่นออกมา
4. กระบวนการแก้ปัญหาานั้น จะอาศัยวิธีการสะท้อนคิด หลังจากการเล่นเกมที่ในแต่ละช่วงของเกมเกิดอะไรขึ้น และเรามีการแก้ปัญหาอย่างไร

จำนวนผู้เล่น : 2 คน, 4 คน, 6 คน

อุปกรณ์ส่วนกลาง

- กระดานกลาง 1 แผ่น
- การ์ดภารกิจ
- ตารางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 2 แผ่น
- แผนที่รอบเกาะ 3 แผ่น
- อากาศ
 - 1 หน่วย
 - 5 หน่วย
 - 10 หน่วย
- ลูกคลื่น
- ลูกเต๋า 20 หน้า 1 ลูก
- ลูกปัดแทนส่วนประกอบของคลื่น
- ตัวเดินกระดานกลาง 6 สี

- สีดำ
- สีแดง
- สีเหลือง
- สีเขียว
- สีฟ้า
- สีชมพู

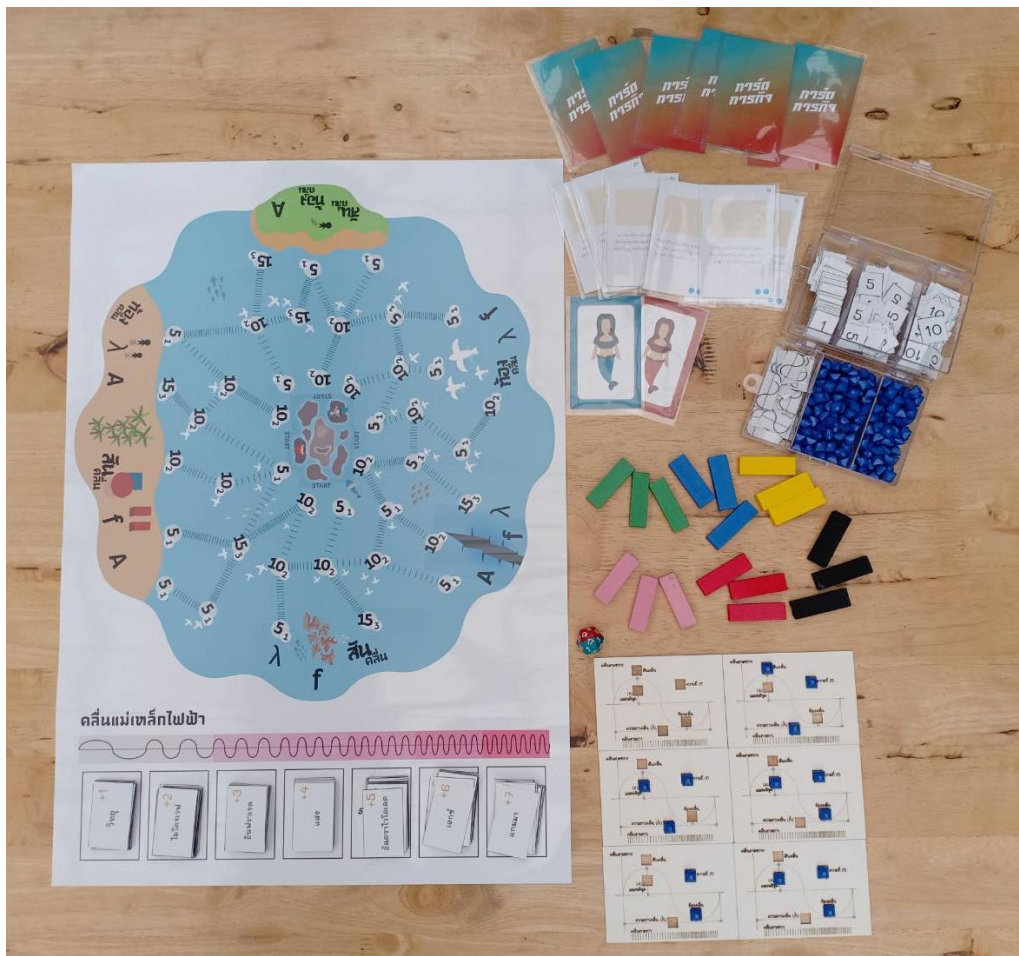
- การ์ดแบ่งทีม 3 ชุด

- ทีมสีฟ้า
- ทีมสีแดง

อุปกรณ์ส่วนตัว

- กระดานลูกกลิ้ง คนละ 6 กระดาน

ภาพแสดงองค์ประกอบของบอร์ดเกม



เรื่องราวหรือสถานการณ์ :

การแข่งขันกีฬาสืนางเงือกประจำปีของเมืองบาดาลได้วนมาอีกครั้ง พวกเขาแยกตัวออกเป็นสองฝั่ง เพื่อแข่งกันทำภารกิจที่แต่ละคนได้รับมอบหมาย โดยเริ่มจากการสะสมส่วนประกอบของคลื่นที่กระจัดกระจาย อยู่พื้นที่รอบโขดหินที่พวกเขาได้ก้าวขึ้นมารับแสงอาทิตย์ และทีมที่มีคะแนนรวมสุดท้ายมากกว่าจะเป็นฝ่ายชนะ

ภารกิจหรือชัยชนะของเกม :

ทีมที่มีคะแนนรวมมากที่สุดจะเป็นทีมที่ชนะ

กติกา :

ให้เล่นเกมแบบเดี่ยวโดยเก็บคะแนนภารกิจที่ทำสำเร็จและการคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของตนเอง เพื่อรวมเป็นคะแนนของทีมในตอนสุดท้าย

วิธีการเซตเกม :

การเซตเกมส่วนกลาง

นำการ์ดแบ่งทีมผู้เล่นให้เท่ากับจำนวนผู้เล่นในรอบ โดยการ์ดทั้งสองทีมจะต้องมีจำนวนเท่ากัน และให้ผู้เล่นวางอุปกรณ์ลงบนกระดานกลาง ดังระบุไว้ในหัวข้ออุปกรณ์ส่วนกลาง

การเซตเกมส่วนตัว

ให้ผู้เล่นแต่ละคนหยิบกระดานลูกคลื่น 6 กระดาน

วิธีการเล่นเกม :

เริ่มเกม

1. ผู้เล่นทุกคนจับการ์ดแบ่งทีมคนละ 1 ใบ เมื่อได้ทีมแล้วผู้เล่นสามารถตั้งชื่อทีมหรือนางเงือกของตนได้ และทอยลูกเต๋า 20 หน้า เพื่อหาผู้เล่นที่มีคะแนนมากที่สุด จะเป็นผู้เล่นคนแรก โดยคนถัดไปจะอยู่ทางขวามือตามลำดับ
2. ผู้เล่นทุกคนจับการ์ดภารกิจคนละ 2 ใบ และสามารถเปลี่ยนการ์ดภารกิจได้เมื่อถึงรอบของตน โดยสามารถเปลี่ยนการ์ดได้ 1 ครั้ง ในครั้งนั้นเปลี่ยนการ์ดได้เพียง 1 ใบเท่านั้น

ขณะเล่น ผู้เล่นแต่ละคนจะต้องทำดังนี้ โดยจะทำลำดับใดขึ้นก่อนก็ได้

1. ทอยลูกเต๋า 20 หน้า เพื่อเก็บอากาศตามเลขที่ทอยได้
2. เลือกทางเดินอากาศจุดที่ติดกับโขดหินนางเงือก สามารถวางได้ครั้งละ 2 จุดต่อรอบ โดยจะต้องเสียอากาศให้ส่วนกลางตามเลขที่ระบุไว้ในช่อง และต้องเป็นจุดที่ติดกับโขดหิน หรือต่อจากจุดที่มีตัวเดินของตนหรือของผู้เล่นคนอื่นวางไว้

เมื่อเส้นทางนั้นถึงจุดหมายแล้ว ผู้เล่นที่วางตัวเดินของตนเองจะได้รับส่วนประกอบคลื่นตามจำนวนเลขคูณที่เขียนไว้ โดยการคูณแต่ละเลขนับเป็นชุดและสามารถบวกกันได้ เช่น

พื้นที่หนึ่งได้ความยาวคลื่น แอมพลิจูด และความถี่

- โดย ผู้เล่น A วางตัวเดินเลข 10(2), 5(1) จะได้ ความยาวคลื่น 3, แอมพลิจูด 3 และความถี่ 3
ผู้เล่น B วางตัวเดินเลข 10(2) จะได้ ความยาวคลื่น 2, แอมพลิจูด 2, และความถี่ 2
3. แลกได้ 1 ลูกคลื่น เมื่อสะสมส่วนประกอบครบ 5 ตัว
 4. แลกการ์ดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามที่ระบุไว้ในการ์ดภารกิจ ซึ่งการ์ดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้จำนวนลูกคลื่นที่ต่างกัน และมีคะแนนพิเศษที่สามารถรวมได้เมื่อจบเกม
- จบเกม เกมจะจบลงเมื่อมีผู้เล่นทำการ์ดภารกิจครบ 2 ใบ ได้คนแรก ให้ผู้เล่นในทีมรวมคะแนนกัน

วิธีเก็บคะแนน :

1. ทำการ์ดภารกิจให้สำเร็จ จะได้รับคะแนนบวกด้านบนขวาของการ์ด
2. สะสมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะได้รับคะแนนบวกจากด้านบนขวาของการ์ด (ถ้าใช้ในการ์ดภารกิจสำเร็จ จะไม่นับเป็นคะแนน)

คำถามถอดบทเรียน :

1. จากการเล่นเกมบอร์ดเกมนักเรียนมีความรู้สึอย่างไรต่อเกมที่เล่น
2. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากการเล่นเกม
3. นักเรียนได้พัฒนาทักษะอะไรบ้าง
4. ปัญหาที่พบระหว่างการเล่นเกมมีอะไรบ้าง
5. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหานั้นอย่างไร

โดยระหว่างเกมนักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการแก้ไขปัญหาดังนี้

สมรรถนะการแก้ปัญหา	กิจกรรม
การเข้าใจปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - จำนวนทรัพยากร (อากาศ) ที่ได้รับ - การสะสมลูกคลื่น ต้องการส่วนประกอบของคลื่นใดบ้างให้ครบ 1 ลูกคลื่น - ใช้ก๊วยคลื่นในการแลกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ต้องการคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใดบ้างที่ระบุในการ์ดภารกิจ - วิธีที่จะทำให้ทีมของตัวเองชนะ - เสียจำนวนอากาศในแต่ละทางเดินไม่เท่ากัน ส่งผลให้ได้จำนวนส่วนประกอบคลื่นไม่เท่ากัน
การระบุปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - การระบุเป้าหมายที่ต้องทำให้สำเร็จในเกม
การสร้างทางเลือกการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - จากทรัพยากรที่มี สามารถเลือกที่จะลงหรือไม่ลง - เลือกทางเดินเพื่อเก็บส่วนประกอบของคลื่นที่กระจายอยู่โดยรอบ (หลายเส้นทาง) - แลกการ์ดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อทำภารกิจ หรือแลกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อสะสมคะแนนแทน
วางแผนดำเนินการ	<ul style="list-style-type: none"> - บริหาร จัดการทรัพยากรเพื่อให้ได้เส้นทางที่ต้องการ หรือร่วมมือกับผู้เล่นคนอื่น - เลือกวิธีการสร้างทางเดินอากาศตามกลยุทธ์ที่สามารถเก็บส่วนประกอบของคลื่นที่ต้องการได้
การดำเนินการตามแผน	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
การติดตามผล	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ เพื่อสะสมส่วนประกอบของคลื่น ลูกคลื่น และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามใบภารกิจได้ - ผลคะแนนรวมของทีมมากที่สุด

ภาพบรรยากาศการทดลองเกม :



ภาพบรรยากาศการทดลองบอร์ดเกมในสถานการณ์จัดการเรียนรู้ :





เกมที่ 2

ชื่อเกม: Yes/No Organ

เนื้อหาการสอน: ระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่ายของมนุษย์

วิชา: วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น: มัธยมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์:

1. ผู้เล่นได้รับความรู้ความเข้าใจเนื้อหาเรื่องระบบขับถ่าย
2. สามารถใช้ในการวัดความรู้และความเข้าใจของผู้เล่น
3. ใช้ทบทวนเนื้อหาความรู้เรื่องระบบขับถ่าย

ลักษณะเกม:

1. เป็น Quiz game ที่เล่นได้พร้อมกัน 2-4 คน หรืออาจแบ่งเป็น 4 ทีม ๆ ละ 2 คน (8 คนก็ได้)
2. เป็นเกมผลัดกันเล่น (Turn-base)
3. หากเล่นเดี่ยว ใช้เวลาในการเล่นประมาณ 30 - 45 นาที
4. ผู้เล่นจะได้เลือกทำภารกิจโดยจะเป็นการเชื่อมโยงอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ในการจะเชื่อมอวัยวะต่าง ๆ ผู้เล่นต้องผลัดกันตอบคำถามเพื่อเอาทรัพยากรมาใช้ในการต่อเส้นทาง การเชื่อมโยงภารกิจของผู้เล่นแต่ละคนจะสร้างปัญหาในกับคนอื่น ๆ
5. กระบวนการแก้ปัญหา นั้น จะอาศัยวิธีการสะท้อนคิด หลังจากการเล่นเกมที่ในแต่ละช่วงของเกมเกิดอะไรขึ้น และเรามีการแก้ปัญหาอย่างไร โดยในระหว่างเล่นเกม ผู้เล่นจะได้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกม

จำนวนผู้เล่น:

4 คน, 8 คน หรือ 12 คน โดยเกมนี้สามารถแข่งขันแบบเดี่ยวและแบบทีมได้ โดยจะมีทั้งหมด 4 ทีม (4 สี) ทีมละ 1-3 คน แต่จำนวนคนต้องเท่ากันทุกทีม

อุปกรณ์:

บอร์ดเส้นทางอวัยวะ

เป็นเส้นทางตามภารกิจต่าง ๆ ที่กำหนดโดยจะมีสีเส้นทางที่ต่างกัน ผู้เล่นจำเป็นที่จะต้องใช้เส้นทางที่ถูกต้องในการลำเลียงให้ถูกชนิด เช่น เส้นแดงลำเลียงเลือด เส้นสีน้ำเงินลำเลียงเลือดเสีย เส้นสีอื่น ๆ นอกเหนือ 2 สีนี้ลำเลียงของเสียแตกต่างกันไป

การ์ด Mission

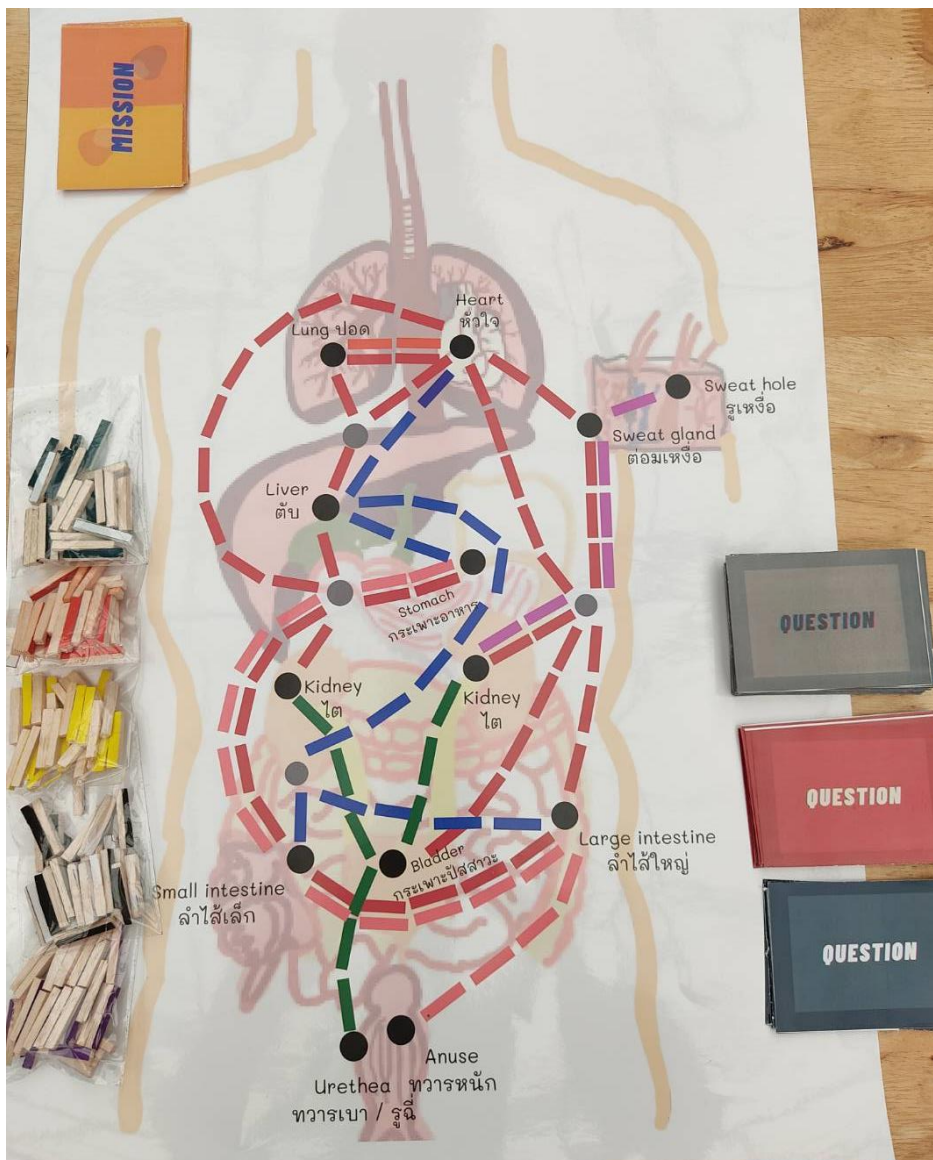
เป็นการ์ดที่บอกอวัยวะเริ่มต้นและอวัยวะสุดท้ายของภารกิจ บอกสิ่งที่ลำเลียงในภารกิจนั้นเพื่อการเลือกเส้นทางที่ถูกต้อง โดยจะมีคะแนนตามระยะทางความยากง่ายของภารกิจตั้งแต่ 1-4

การ์ด Question

การ์ดคำถามที่เปรียบเทียบการปะลองปัญญาของหุ่นยนต์ตัวจิ๋วในแต่ละทีมว่ามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบขับถ่ายของร่างกายดีหรือไม่ และเมื่อหุ่นยนต์สามารถตอบคำถามได้ถูกก็จะได้รับชิ้นส่วนการสร้างเส้นทางลำเลียงในการทำภารกิจ โดยจะมีระดับคำถามอยู่ 3 ระดับคือ Basic ความรู้รอบตัวเกี่ยวกับระบบขับถ่ายของร่างกายเมื่อตอบถูกจะได้รับ 1 ชิ้นส่วนทางเดิน ระดับ Normal ความรู้ความจำเกี่ยวกับชิ้นส่วนอวัยวะต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ขับถ่ายของเสียภายในร่างกาย เมื่อตอบถูกจะได้รับ 2 ชิ้นส่วนทางเดิน และระดับ Hard คำถามคิดวิเคราะห์ที่หุ่นยนต์แต่ละทีมต้องเชื่อมโยงความรู้รอบตัวและความรู้ความจำในการแก้ปัญหา คำถามในระดับนี้เมื่อตอบถูกจะได้รับ 3 ชิ้นส่วนทางเดิน

ตัวเดิน 4 สี

ผู้เล่นสามารถเลือกสีทีมหรือสีตัวเดินได้ตามอัธยาศัย สีตัวเดินไม่มีผลต่อสีเส้นทาง
ภาพแสดงองค์ประกอบของบอร์ดเกม



เรื่องราวหรือสถานการณ์

ในเกมนี้ทุกคนจะได้เป็นหุ่นยนต์ตัวจิ๋วที่ทำงานอยู่ในร่างกาย คอยช่วยลำเลียงเลือดและของเสียในร่างกาย ใน 1 เกมจะแบ่งออกเป็น 4 ทีม ที่จะได้รับภารกิจที่มีเป้าหมายแตกต่างกันไป และทีมจะชนะก็ต่อเมื่อสามารถทำใบภารกิจได้สำเร็จมากที่สุดหรือมีเส้นทางการทำงานยาวที่สุดหรือได้รับแต้มจากการทำภารกิจครบ 8 คะแนนก่อนทีมอื่น โดยจะได้รับเส้นทางจากความสามารถในการตอบคำถามของหุ่นยนต์ตัวจิ๋วของแต่ละทีมเกี่ยวกับเนื้อหาระบบขับถ่าย

ภารกิจและชัยชนะของเกม

ทำใบภารกิจได้สำเร็จมากที่สุดหรือมีเส้นทางการทำงานยาวที่สุดหรือได้รับแต้มจากการทำภารกิจครบ 8 คะแนนก่อนทีมอื่น

กติกาและวิธีการเล่น

การที่เราจะสามารถทำตามเป้าหมายในภารกิจ หุ่นยนต์แบบเราจะต้องช่วยสร้างทางลำเลียงของเลือดหรือของเสียตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย และเส้นทางเหล่านั้นจะเกิดจากการตอบคำถามจากการ์ด Question เสมือนเป็นการประลองความรู้ความสามารถเรื่องระบบขับถ่ายของหุ่นยนต์ตัวจิ๋ว โดยมีระดับคำถามคือ Basic/Normal/Hard ที่จะได้จำนวนตัวเดินแตกต่างกันคือ 1 2 3 ตามลำดับ ในคำถามโหมด Basic และ Normal การตอบคำถามผิดจะไปส่งผลอะไร แต่หากผู้เล่นเลือกที่จะตอบคำถามในโหมด Hard และตอบไม่ได้จะหมดสิทธิ์เล่น 1 รอบ

ทุกคำถามสามารถใช้เวลาคิดได้ครั้งละ 30 วินาทียกเว้นที่ระบุเวลาในการ์ด ทุกคำถามยกเว้นคำถามใช่หรือไม่ หากทีมใดตอบผิดหรือตอบไม่ได้ ทีมอื่นยกเว้นทีมที่อ่านคำถามสามารถขอ Steal (แย่งตอบ) แต่เมื่อแย่งไปแล้วยังตอบผิดจะต้องเสีย 1 ตัวเดินของตัวเองไป โดยวิธีการถามคือ ทีมที่ต้องคำถามส่งคำถามให้ทีมถัดไปอ่านและเฉลยให้

ในการวางแผนเส้นทาง ผู้เล่นจะต้องวางแผนเส้นทางที่เดียวตามจำนวนช่องที่กำหนด หากมีจุดค้ำระหว่างทางหมายความว่าสามารถแบ่งวางแผนเป็นระยะได้ หากเส้นทางที่ต้องการเดินถูกทีมอื่นใช้ไปแล้ว ทีมที่ต้องการใช้เส้นทางนั้นจำเป็นต้องใช้ตัวเดินคุณ 2 เพื่อทับเส้นทางทีมอื่นได้ ถ้าเส้นทางนั้นทีมอื่นทำภารกิจสำเร็จไปแล้วจะไม่มีผลต่อภารกิจ หรือเลือกที่จะทิ้งภารกิจแล้วจับใหม่แต่จะไม่ได้โอกาสในการตอบคำถามในรอบนั้น

วิธีการเซตเกม

- วางบอร์ดตามต้องการ
- จัดกองการ์ด Mission
- จัดกองการ์ด Question ตามสี (Hard สีน้ำเงิน, Normal สีแดง, Basic สีเทา)
- แต่ละทีมเลือกสีตัวเดินอิสระ

คำถามถอดบทเรียน

- เกมที่ได้เล่นไปเป็นอย่างไรบ้าง
- ระหว่างการเล่นเกมได้ใช้ความรู้หรือทักษะอะไรบ้าง

- ทีมที่ชนะช่วยแชร์/แลกเปลี่ยนให้ฟังหน่อยว่าทำอย่างไรบ้าง
- แต่ละทีมเจอปัญหาอะไรระหว่างเล่นเกมบ้าง แล้วมีวิธีแก้ยังไง
- หากมีโอกาสได้เล่นอีกครั้งจะเตรียมตัวหรือเล่นต่างจากเดิมอย่างไร พร้อมให้เหตุผล

ข้อเสนอแนะในการใช้เกม

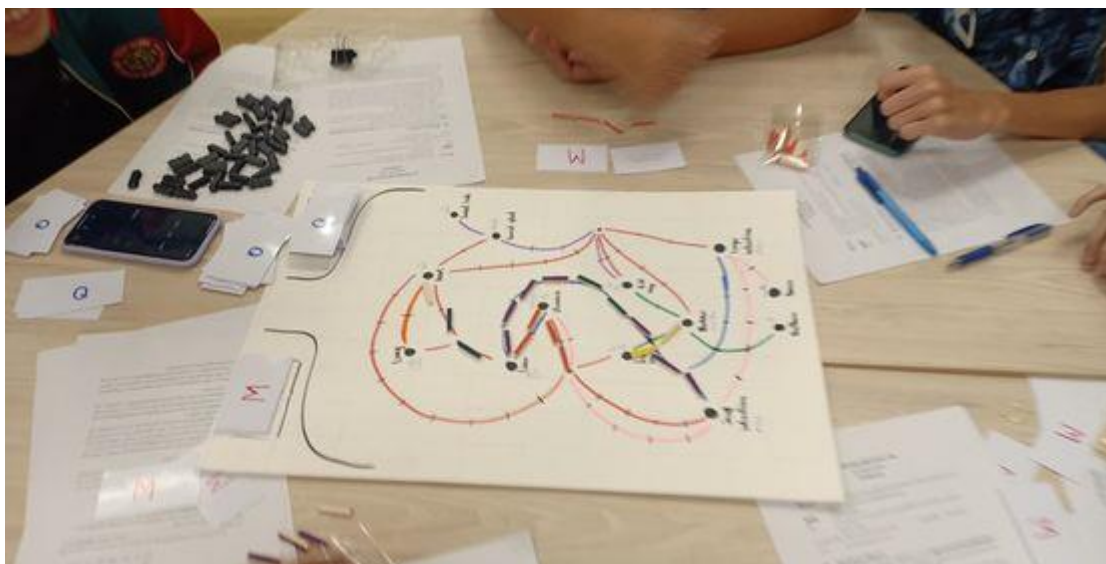
- คำถามของเกมค่อนข้างเป็นไปในทางความรู้ความจำ ควรใช้บอร์ดเกมในช่วงใกล้สอบหรือต้องการทบทวนเนื้อหาก่อนสอบเพื่อความสนุกและเป็นการเรียนรู้แบบใหม่
- ในการเล่นควรจัดโต๊ะเล่นห่างกันเพราะระหว่างเล่นจะมีการถามคำถามและตอบ หากโต๊ะของอีกกลุ่มใกล้เกินไปอาจทำให้ไม่ได้ยินได้

ภาพบรรยากาศการทดลองเกม:





ภาพบรรยากาศการทดลองบอร์ดเกมในสถานการณ์จัดตั้ง:







ภาพบรรยากาศกิจกรรม การทดลองบอร์ดเกมในสถานการณ์จัดการเรียนรู้:







บอร์ดเกมกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา :

เกม Yes/No Organ

เกมนี้นุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคำนวณ ผู้เล่นจะชนะเกมได้ต้องมี

1. ทักษะการวางแผน
 2. ทักษะการตัดสินใจ
 3. ทักษะการทำงานเป็นทีม
 4. องค์กรความรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบย่อยอาหารและขับถ่ายระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2
- โดยในระหว่างเล่นเกม ผู้เล่นจะได้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกมดังนี้

สมรรถนะการแก้ปัญหา	กิจกรรม
การเข้าใจปัญหา	รู้ภารกิจเป้าหมายที่จะทำการจิว์การ์ด Mission
การระบุปัญหา	การระบุเป้าหมายที่ต้องทำให้สำเร็จในเกม
การสร้างทางเลือกให้แก่ปัญหา	ดูทุกเส้นทางที่มีความเป็นไปได้ในการบรรลุเป้าหมายตามภารกิจในการ์ด Mission
วางแผนดำเนินการ	เลือกเส้นทางที่คุ้มค่าที่สุดในการบรรลุเป้าหมาย แต่ยังมีเส้นทางอื่นเป็นเส้นทางสำรอง
การดำเนินการตามแผน	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
การติดตามผล	สามารถวางตัวเดินบนเส้นทางได้ตามที่วางแผนไว้หรือไม่ หากไม่มีการแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป

เกมที่ 3

ชื่อเกม : P.W. Mastery

เนื้อหาการสอน : กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชา : วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น : มัธยมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์ :

1. เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

ลักษณะเกม :

1. เป็นเกมเล่นคนเดียว
2. เป็นเกมนักสืบในห้องปิดตายที่ใช้บริบทของโรงเรียนเป็นตัววางเนื้อเรื่อง
3. ผู้เล่นจะต้องค่อย ๆ รวบรวมไขปริศนา และค่อย ๆ รวบรวมหลักฐานเพื่อออกจากห้องปิดตาย
4. ผู้เล่นจะได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกลไกของเกม
5. กระบวนการแก้ปัญหานั้นจะอาศัยวิธีการสะท้อนคิด หลังจากการเล่นเกมที่ในแต่ละช่วงของเกมเกิดอะไรขึ้น และเรามีการแก้ปัญหายังไร

วิธีการเล่นเกม :

เรื่องราว/สถานการณ์

กาลครั้งหนึ่งนานมาแล้ว มีเด็กนักเรียนกลุ่มหนึ่งโดนบุคคลปริศนาขังไว้ในโรงเรียนชื่อดังย่านปทุมธานี แห่งหนึ่ง กลุ่มนักเรียนต้องไขปริศนาอันแสนปวดหัวและแยบยลของบุคคลปริศนาออกไปให้ได้ อีกทั้งยังต้องหาตัวคนร้ายในกลุ่มผู้ต้องสงสัยอีกด้วย

การติดตั้ง

หากการ์ด start เพื่อเริ่มเล่น เมื่อพลิกการ์ด start ให้จับเวลา 30 นาที สำหรับไขปริศนาทั้งหมด

การเปิดการ์ด

1. ถ้าหากเราเห็นเลขใดที่อยู่ในวงกลม ให้เราหยิบการ์ดเลขนั้นออกมาได้เลย
2. ถ้าหากบวกเลขการ์ดสีแดงกับการ์ดสีฟ้า ได้เลขอะไร ให้หยิบเลขนั้นออกมา

ชนิดของการ์ด

1. สีแดง การ์ดสิ่งของที่นำไปไขปริศนา ต้องเอาไปรวมกับการ์ดสีฟ้า โดยการบวกเลขของการ์ดเข้าด้วยกัน
2. สีฟ้า การ์ดสิ่งของที่นำไปไขปริศนา ต้องเอาไปรวมกับการ์ดสีแดงโดยการบวกเลขของการ์ดเข้าด้วยกัน
3. สีเขียว การ์ดกลไกไซรหัส ต้องใช้แอปพลิเคชันจากการแสกนQR codeหน้ากล่องเพื่อตอบคำถาม
4. สีเทา การ์ดให้ข้อมูล เพื่อไขปริศนาต่าง ๆ

ภาพบรรยากาศการทดลองบอร์ดเกมในสถานการณ์จัดตั้ง :



ภาพบรรยากาศกิจกรรม การทดลองบอร์ดเกมในสถานการณ์จัดการเรียนรู้ :







บอร์ดเกมกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา :

เกม P.W.Mastery

เกมนี้นุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคำนวณ ผู้เล่นเกมจะได้ต้องมี

1. ทักษะการแก้ปัญหา
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การสังเกต การตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ ทดลอง สรุป)
3. ทักษะการคำนวณ

โดยในระหว่างเล่นเกม ผู้เล่นเกมจะได้พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาผ่านการเล่นเกมดังนี้

สมรรถนะการแก้ปัญหา	กิจกรรม
การเข้าใจปัญหา	- ทำอย่างไรจะออกจากโรงเรียนได้ - ตามหาผู้ร้ายว่าคนที่จับเรามาเป็นใคร
การระบุปัญหา	การระบุเป้าหมายที่ต้องทำให้สำเร็จในเกม
การสร้างทางเลือกให้แก้ปัญหา	- การจับคู่การ์ดให้ได้ซึ่งข้อมูล หรือการ์ดใบใหม่ สำหรับถอดรหัสใน Application เพื่อไปยังห้องถัด ๆ ไป - สังเกตจากหลักฐานที่ซ่อนอยู่ภายในห้องต่าง ๆ รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลในคำใบ้เพื่อระบุตัวตนของผู้ร้ายที่จับเรามา
วางแผนดำเนินการ	- วางแผนวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการจับคู่การ์ด - ตั้งสมมติฐานจากการจับคู่การ์ดแต่ละคู่ - ผู้เล่นเกมวางแผนช่วยกันดูข้อมูลในแต่ละส่วนของห้องต่าง ๆ รวมถึงดูเลขหลังไฟในการเปิดไฟต่าง ๆ
การดำเนินการตามแผน	ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
การติดตามผล	- เมื่อบวกเลขการ์ด หากเจอการ์ดเลขที่ผู้เข้าร่วม บวกเลขได้ถูกต้อง แสดงว่า จับคู่ได้ถูกต้อง แต่ถ้าจับคู่ผิด ไม่มีเลขการ์ดที่บวกอยู่ในกอง แสดงว่าจับคู่ผิด ต้องวิเคราะห์ วางแผน ตั้งสมมติฐานใหม่

ภาคผนวก ค

แผนการจัดการเรียนรู้

สำหรับการใช้บอร์ดเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียน
ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 แผน ดังนี้

- 1) เกมที่ 1: Control Wave
- 2) เกมที่ 2: Yes/No Organ
- 3) เกมที่ 3: P.W. Mastery

แผนการจัดการเรียนรู้ : เกมที่ 1 (Control Wave)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

รหัสวิชา ว 23101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้สอน

ชื่อรายวิชา วิทยาศาสตร์ 5

ภาคเรียนที่ 1

นางสาวเพ็ญภา หนีโต

เรื่อง คลื่น

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2563 เวลา 2 คาบ

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายส่วนประกอบของคลื่นกล
2. อธิบายความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
3. รู้และเข้าใจการใช้ประโยชน์และอันตรายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

2. สาระสำคัญ

คลื่นกลเป็นคลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีส่วนประกอบคือ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น ความถี่

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวาง เกิดจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic disturbance) โดยการทำให้สนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อสนามไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก สเปกตรัม (Spectrum) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่และความยาวคลื่นแตกต่างกัน ประกอบด้วย คลื่นแสงที่ตามองเห็น อัลตราไวโอเล็ต อินฟราเรด คลื่นวิทยุ โทรทัศน์ ไมโครเวฟ ริงส์เอกซ์ ริงส์แกมมา เป็นต้น

3. สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

คลื่นเกิดจากการการส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลางและไม่อาศัยตัวกลาง ในคลื่นกลพลังงานจะถูกถ่ายโอนผ่านอนุภาคของตัวกลางไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น คลื่นที่แผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอย่างต่อเนื่อง และมีรูปแบบที่ซ้ำกัน บรรยายได้ด้วย ความยาวคลื่น ความถี่ แอมพลิจูด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่ไม่อาศัยตัวกลาง ในการเคลื่อนที่ มีความถี่ต่อเนื่อง เคลื่อนที่ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่างกันในตัวกลางอื่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็นช่วงความถี่ต่าง ๆ เรียกว่า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงที่มองเห็น อัลตราไวโอเล็ต ริงส์เอกซ์ และริงส์แกมมา ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านอกจากจะสามารถนำไปใช้ ประโยชน์แล้ว ยังมีโทษต่อมนุษย์ด้วย เช่น ถ้ามนุษย์ได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อาจจะทำให้เกิด มะเร็งผิวหนัง หรือถ้าได้รับริงส์แกมมาซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูงและสามารถทะลุผ่านเซลล์และอวัยวะได้ อาจทำลายเนื้อเยื่อ หรืออาจ ทำให้เสียชีวิตได้เมื่อได้รับริงส์แกมมาในปริมาณสูง

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการสื่อสาร
- 4) ความเข้าใจเรื่องคลื่น

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) ชี้นำ

ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 6 คน 6 กลุ่ม ครูชี้แจงการดำเนินกิจกรรม จากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายวิธีการดำเนินกิจกรรม

- 2) ชี้นกิจกรรม

แบ่งกลุ่ม อธิบายวิธีการเล่นเกม และเล่นเกม

- 3) ชี้นสรุป

อภิปรายหลังทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปส่วนประกอบของคลื่นกล สรุปความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. การวัดและการประเมิน

เป้าหมาย	หลักฐาน	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
สาระสำคัญ คลื่นกลเป็นคลื่นที่อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ มีส่วนประกอบคือ สันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น ความถี่	สมุด	การสรุปความรู้ความเข้าใจในสมุด	สามารถสรุปเนื้อหาความรู้ได้ครอบคลุม ผ่านเกณฑ์ 70 %
ตัวชี้วัด ว 2.3/10 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดคลื่นและบรรยายส่วนประกอบของคลื่น ว 2.3/11 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและสเปกตรัม คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากข้อมูลที่รวบรวมได้ ว 2.3/12 ตระหนักถึงประโยชน์และอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเสนอการใช้ประโยชน์	สมุด	การสรุปความรู้ความเข้าใจในสมุด	สามารถสรุปเนื้อหาความรู้ได้ครอบคลุม ผ่านเกณฑ์ 70 %

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

บอร์ดเกมเรื่องคลื่น ชื่อ Control Wave

แผนการจัดการเรียนรู้ : เกมที่ 2 (Yes/No Organ)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง ระบบขับถ่าย

รหัสวิชา วค103

ชื่อรายวิชา รากฐานของชีวิต

กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2563 เวลา 2 คาบ

ผู้สอน อ.ดร.หนึ่งฤทัย คุณานนท์

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถอธิบายกระบวนการกำจัดของเสียของมนุษย์ได้
2. เห็นถึงความสำคัญของระบบขับถ่าย และเชื่อมโยงกับระบบต่าง ๆ ได้
3. ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน

2. สาระสำคัญ

ระบบขับถ่าย (excretory system) เป็นระบบการขับของเสียออกจากร่างกาย ได้แก่

2.1 การกำจัดของเสียทางปอด

ปอดทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส โดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้พลังงานของร่างกายจะออกจากเซลล์แพร่เข้าไปในหลอดเลือด ลำเลียงไปยังปอดและแพร่เข้าสู่ถุงลมปอด ผ่านหลอดเลือดแล้วออกทางจมูก

2.2 การกำจัดของเสียออกทางไต

หน่วยไตทำหน้าที่กรองสารที่อยู่ในเลือด ซึ่งสารที่ยังมีประโยชน์จะถูกดูดซึมกลับคืน ส่วนของเสียจะถูกส่งไปตามท่อไตลงสู่กระเพาะปัสสาวะ กระเพาะปัสสาวะ มีความจุ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่เมื่อมีน้ำปัสสาวะ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เราก็จะปวดปัสสาวะ คนเราขับปัสสาวะออกมาประมาณ 1 – 1.5 ลิตรต่อวัน แต่หากกลั้นปัสสาวะไว้นาน ๆ ก็อาจทำให้เป็นโรคนิ่วในไตหรือกระเพาะปัสสาวะอักเสบ

2.3 การกำจัดของเสียออกทางผิวหนัง

ผิวหนังมีต่อมเหงื่อที่เป็นท่อขดไปมาและกลุ่มหลอดเลือดฝอยรอบ ๆ ที่ทำหน้าที่ลำเลียงของเสียมายังต่อมเหงื่อ เมื่อของเสียมาถึงต่อมเหงื่อก็จะแพร่ออกจากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่ท่อต่อมเหงื่อ จากนั้นของเสียก็จะถูกขับออก ซึ่งก็คือเหงื่อ เหงื่อที่ระเหยยังช่วยระบายความร้อนออกไปด้วย

2.4 การกำจัดของเสียออกทางลำไส้ใหญ่

เมื่อลำไส้เล็กย่อยและดูดซึมสารอาหารแล้ว จะส่งกากอาหารไปยังลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่ครั้งแรกจะดูดซึมสารอาหารที่ยังเหลืออยู่ ส่วนครึ่งหลังจะเป็นที่พักกากอาหารที่เป็นกึ่งของแข็ง จากนั้นลำไส้ใหญ่จะบีบตัวและขับเมือกออกมาหล่อลื่น เพื่อให้กากอาหารเคลื่อนที่ไปรวมกันที่ลำไส้ตรง และ

ขับถ่ายเป็นอุจจาระออกทางทวารหนัก แต่ถ้าอุจจาระตกค้างอยู่ในลำไส้ใหญ่หลายวัน ลำไส้ใหญ่จะดูดน้ำกลับ ทำให้อุจจาระแข็ง ขับถ่ายลำบาก เกิดอาการท้องผูก และผู้ที่ท้องผูกนาน ๆ อาจทำให้เป็นโรคริดสีดวงทวาร วิธีป้องกันท้องผูกก็คือการดื่มน้ำ การรับประทานผักผลไม้ที่มีกากใยทุกวัน เพื่อช่วยให้ลำไส้ใหญ่ขับถ่ายสะดวก

3. สารการเรียนรู้

ระบบขับถ่ายในร่างกายของมนุษย์ ประกอบด้วยอวัยวะหลายชนิดที่ทำงานอย่างเป็นระบบ ในแต่ละระบบมีการทำงานที่สัมพันธ์กับระบบอื่น ๆ ทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ ถ้าระบบใดระบบหนึ่งทำงานผิดปกติ ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบอื่น ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลรักษาสุขภาพ

4. สมรรถนะของผู้เรียน

ผู้เรียนเข้าใจและอธิบายกระบวนการกำจัดของเสียของมนุษย์และสัตว์ได้ (ระบบขับถ่าย/เหงื่อ/ไต) และเข้าใจความสัมพันธ์ของกระบวนการกำจัดของเสียของมนุษย์และสัตว์ได้

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ชี้นำ

- นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามเลขที่ครูจัดไว้ กลุ่มละ 6 คน จำนวนทั้งหมด 5 กลุ่ม
- ทักทาย
- ครูถามนักเรียนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปก่อนหน้านี้ เพื่อทวนความจำ (มีการแจกคะแนนเป็นกลุ่ม)
- ครูนำด้วยคำถามเกี่ยวกับของเสีย ว่าถ้าพูดถึงของเสีย นักเรียนนึกถึงอะไรบ้าง ครูจดไว้บนกระดาน (วงกลมคำที่เกี่ยวข้องเช่น ปัสสาวะ เหงื่อ อุจจาระ)
- ถามความคิดเห็นของนักเรียนว่าระบบขับถ่ายคืออะไร มีความสำคัญกับชีวิตอย่างไร

2) ชี้นสอน

- ครูชวนสรุปความหมายของระบบขับถ่าย และยกตัวอย่างอวัยวะที่พบ (ในบทเรียนนี้จะเน้นไต)
- ชวนนักเรียนคุยถึงการทำงานของไตว่าเป็นอย่างไร (มีวิดีโอประกอบ)
- มีการเชื่อมโยงเรื่องความผิดปกติที่พบในไต โดยให้นักเรียนลองบอกถึงโรคที่รู้จัก ครูเล่าสรุปให้ฟังคร่าว ๆ ถึงโรคที่อาจพบได้ รวมถึงความรู้ทางการแพทย์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการรักษาโรค
- ให้ลองทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากข้างต้น มาทดสอบในเกม Yes/No Organ
- จัดทีมภายในกลุ่ม เป็น 4 ทีม อาจจะเป็นทีมเดี่ยวหรือคู่ก็ได้

- อธิบายวิธีการเล่นบอร์ดเกม และเป้าหมายของการแพ้-ชนะของเกม
- เล่นบอร์ดเกม 45 นาที

3) ขั้นสรุป

- สรุปบทเรียนจากบอร์ดเกม โดยการตั้งคำถามทบทวนความรู้สึกและสิ่งที่เกิดขึ้น
- สรุปหลักการและหน้าที่ของระบบซับซ้อน
 - อวัยวะในระบบซับซ้อน
 - หน้าที่ของแต่ละอวัยวะ
 - การทำงานของแต่ละอวัยวะในระบบซับซ้อน
 - ความผิดปกติที่พบในระบบซับซ้อน การรักษา และป้องกัน
- ครูเล่าให้ฟังคร่าว ๆ ถึงระบบซับซ้อนที่พบในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ
- ถาม-ตอบ กรณีนักเรียนมีข้อสงสัย และให้การบ้านนักเรียนไปศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม

6. การวัดและประเมินผล

- 1) สังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม
- 2) สังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา
- 3) สังเกตพฤติกรรมการมีปฏิสัมพันธ์ของเพื่อน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1) สไลด์ (Powerpoint)
- 2) บอร์ดเกม ชื่อ Yes/No Organ

แผนการจัดการเรียนรู้ : เกมที่ 3 (P.W. Mastery)

แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา	การศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้	รหัสวิชา I20201
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2563
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง 2 เรื่อง บรรณาคำตอบ	เวลา 20 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล	เวลา 5 ชั่วโมง
ผู้สอน	อาจารย์อรรวิชัย ทองมาก	

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K)

บอกแหล่งข้อมูลที่ดีและน่าเชื่อถือได้

2) ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

2.1 ทักษะการแก้ไขปัญหา

2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การสังเกต การตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ ทดลอง และสรุป)

2.3 ทักษะการคำนวณ

3) ด้านคุณลักษณะ (A)

เลือกสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

2. สารสำคัญ

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือแหล่งที่มาของข้อมูลนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติที่เหมาะสมจะช่วยให้ค้นพบข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอน คือ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ ทดลอง และสรุปผล

กระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการแสวงหาความจริงและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

3. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้แกนกลาง

1) แหล่งข้อมูลที่ดีและน่าเชื่อถือ

2) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3) เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล

4. สมรรถนะของผู้เรียน

- 1) ทักษะการแก้ปัญหา
- 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การสังเกต การตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ ทดลองสรุป)
- 3) ทักษะการคำนวณ

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ชี้นำ

เกริ่นนำและเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาการเรียนรู้

ขั้นสอน

นักเรียนเล่นบอร์ดเกมพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคำนวณ

ขั้นสรุป

สรุปการเรียนรู้เชื่อมโยงหลักการเรื่องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำไปใช้ในชีวิต

6. การวัดและประเมินผล

1) วิธีการวัดและประเมินผล

- (1) ตรวจสอบบันทึกการรวบรวมข้อมูล
- (2) ตรวจสอบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพแหล่งที่มาของข้อมูล
- (3) สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- (4) ตรวจสอบบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม
- (5) สังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหา การคิดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคำนวณ
- (6) ตรวจสอบแฟ้มสะสมผลงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่สนใจ

2) เครื่องมือวัดและประเมินผล

- (1) แบบบันทึกการรวบรวมข้อมูล
- (2) แบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพแหล่งที่มาของข้อมูล
- (3) สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- (4) ตรวจสอบบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม
- (5) แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- (6) แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

3) เกณฑ์การวัดและประเมินผล

- (1) ตรวจสอบแบบบันทึกการรวบรวมข้อมูล ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
- (2) ตรวจสอบแบบบันทึกการตรวจสอบคุณภาพแหล่งที่มาของข้อมูล ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
- (3) สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มข้อมูล ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
- (4) ตรวจสอบแบบบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมข้อมูล ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
- (5) สังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหา การคิดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการคำนวณ
- (6) ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
- (7) มีผลการประเมินแฟ้มสะสมผลงาน ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

(7) สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1) แหล่งค้นคว้าอ้างอิง เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือ บุคคล ฯ
- 2) เครื่องคอมพิวเตอร์
- 3) โทรศัพท์มือถือ กลุ่มละ 1 เครื่อง
- 4) บอร์ดเกม ชื่อ P.W.Mastery

ภาคผนวก ง
เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ประเด็นคำถามในการศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) ประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มผู้ปฏิบัติ (Practitioners)
และผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ
การจัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ เพื่อการออกแบบและพัฒนาเกม
- 3) ประเด็นคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มนักเรียนที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกม
- 4) ประเด็นคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ครูที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกม
- 5) แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ประเด็นคำถามในการศึกษาความต้องการของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

- บทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบ
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา
- สภาพการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
- ปัญหาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
- ความต้องการในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

2) ประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มผู้ปฏิบัติ (Practitioners) และผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ การจัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ เพื่อการออกแบบและพัฒนาเกม

- บทบาทหน้าที่ในการปฏิบัติงานที่รับผิดชอบ
- ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา หลักสูตรฐานสมรรถนะ การจัดการเรียนการสอน และการศึกษาพิเศษ โดยเฉพาะประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้
- ความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในบริบทการเรียนรวม
- ความต้องการเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในบริบทการเรียนรวม
- ข้อเสนอแนะในการออกแบบและพัฒนาเกมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน
- ข้อคำนึงในการออกแบบเกมและการนำเกมไปใช้

3) แนวทางการสังเกตพฤติกรรมการเล่นของนักเรียน

- การมีส่วนร่วมในการเล่น
- การลงมือแก้ปัญหาในขณะที่เล่นเกม
- ปัญหาหรือต้องการความช่วยเหลือในการเล่น

4) ประเด็นคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มนักเรียนที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกม

- จากการเล่นเกมนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อเกมที่เล่น
- นักเรียนได้เรียนรู้และหรือพัฒนาทักษะอะไรบ้าง
- นักเรียนมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเกมอย่างไร

- ข้อดีของเกม ทั้งในแง่ของการเล่น และการสอน

5) ประเด็นคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ครูที่เข้าร่วมการทดลองใช้เกม

- จากการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกม ครูมีความรู้สึกอย่างไร
- จากการจัดการเรียนรู้ ครูเห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้และหรือพัฒนาทักษะอะไรบ้าง
- เกมที่เล่นมีข้อดีและข้อจำกัดในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้อย่างไร
- ครูมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมนี้นี้หรือไม่ อย่างไร
- ครูมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงพัฒนาเกมอย่างไร

6) แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหา

ข้อ 1 : Pretest

การทำงานของทีมงาน

นักเรียนได้ทำงานกลุ่มกับเพื่อนจำนวน 4 คน เพื่อทำโครงการออกแบบนวัตกรรมประกวด กลุ่มของนักเรียนนั้นเป็นกลุ่มที่คุณครูจัดตั้งขึ้นมา โดยเอาคนเก่งของแต่ละห้องมาทำงานร่วมกัน ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมนั้นนักเรียนพบว่างานไม่คืบหน้าเท่าที่ควร และไม่สามารถนัดหมายเพื่อประชุมงานร่วมกันได้เลย เพราะสมาชิกของกลุ่มแต่ละคน ต่างต้องไปเรียนพิเศษ หรือต้องไปทำธุระกับที่บ้านเสมอ ๆ อย่างไรก็ตามงานนวัตกรรมนั้นจะต้องส่งประกวดนั้นจะต้องส่งในอีก 1 เดือนข้างหน้า จากสถานการณ์นี้ ...

1. ข้อมูลสำคัญที่ทำให้ระบุปัญหาได้คืออะไรบ้าง หรือต้องหาข้อมูลอะไรเพิ่มเติม

.....
.....
.....

2. ปัญหามีโอกาสเป็นอะไรได้บ้าง

.....
.....
.....

3. แนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร มีทางเลือกอะไรบ้าง แต่ละทางเลือกมีข้อดีข้อจำกัดอย่างไร

.....
.....
.....

4. ขั้นตอนการปฏิบัติการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

5. วิธีการติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

ข้อ 2 : Posttest

ลานกิจกรรม

นักเรียนได้เป็นประธานนักเรียนของโรงเรียน โดยโรงเรียนนี้จัดให้มีลานกิจกรรมบริเวณพื้นที่โถงของอาคารหลักของโรงเรียน โดยมักจะมีการจัดแสดงดนตรี การแสดงละคร หรือ กิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียนอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามเมื่อจัดกิจกรรม ที่ลานแห่งนี้ มักจะมีผู้เข้าร่วมไม่มาก เมื่อเทียบกับการจัดกิจกรรมในโรงยิมของโรงเรียน รวมถึงแทบทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมที่ลานนี้มักจะมีคนเป็นลมอยู่เสมอ จากสถานการณ์นี้ ...

1. ข้อมูลสำคัญที่ทำให้ระบุปัญหาได้คืออะไรบ้าง หรือต้องหาข้อมูลอะไรเพิ่มเติม

.....
.....
.....

2. ปัญหามีโอกาสเป็นอะไรได้บ้าง

.....
.....
.....

3. แนวทางการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร มีทางเลือกอะไรบ้าง แต่ละทางเลือกมีข้อดีข้อจำกัดอย่างไร

.....
.....
.....

4. ขั้นตอนการปฏิบัติการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

5. วิธีการติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

ความคิดเห็นที่มีต่อการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความแล้วพิจารณาว่าข้อความดังกล่าวเป็นความจริงสำหรับนักเรียนมากน้อยเพียงใด แล้วจึงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องด้านบนของตัวเลือก ให้ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

เมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่ต้องแก้ปัญหาฉันพบว่าตัวเองไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นจากตรงไหน

_____	_____	_____	_____	_____
ไม่จริงเลย	ไม่จริง	จริงบ้างไม่จริงบ้าง	จริง	จริงที่สุด

ในสถานการณ์ที่ปัญหามีความซับซ้อนฉันเลือกได้ว่าปัญหาใดควรลงมือแก้ไขก่อน

_____	_____	_____	_____	_____
ไม่จริงเลย	ไม่จริง	จริงบ้างไม่จริงบ้าง	จริง	จริงที่สุด

ฉันสามารถสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้หลายวิธี

_____	_____	_____	_____	_____
ไม่จริงเลย	ไม่จริง	จริงบ้างไม่จริงบ้าง	จริง	จริงที่สุด

ฉันสามารถหาข้อดีข้อเสียของทางเลือกต่าง ๆ และตัดสินใจได้ว่าควรเลือกทางเลือกใดในการแก้ปัญหา

_____	_____	_____	_____	_____
ไม่จริงเลย	ไม่จริง	จริงบ้างไม่จริงบ้าง	จริง	จริงที่สุด

เมื่อแผนมีการกำหนดไว้แล้วฉันสามารถดำเนินการตามแผนได้อย่างถูกต้อง

_____	_____	_____	_____	_____
ไม่จริงเลย	ไม่จริง	จริงบ้างไม่จริงบ้าง	จริง	จริงที่สุด

เมื่อการดำเนินการแก้ปัญหาเสร็จสิ้นลงฉันจะมีวิธีการติดตามประเมินผลที่ทำให้รู้ว่าการแก้ปัญหาลุล่วงไปได้ด้วยดีหรือไม่

_____	_____	_____	_____	_____
ไม่จริงเลย	ไม่จริง	จริงบ้างไม่จริงบ้าง	จริง	จริงที่สุด

การปฏิบัติการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อความแล้วพิจารณาว่าข้อความดังกล่าวเป็นความจริงสำหรับนักเรียนมากน้อยเพียงใด แล้วจึงทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องตัวเลือกด้านขวามือของข้อความ ให้ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียน

ข้อความ	การปฏิบัติ				
	เป็นประจำ	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	น้อยครั้ง	ไม่เคย
1. ฉันทำความเข้าใจปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่อย่างรอบคอบ					
2. ฉันตัดสินใจว่าปัญหาที่ต้องแก้ไขคืออะไรโดยอาศัยข้อมูลที่มี					
3. ฉันคิดพิจารณาทางเลือกก่อนการแก้ปัญหา					
4. ฉันมีแผนที่ชัดเจนในการแก้ปัญหา					
5. ฉันลงมือแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้					
6. เมื่อลงมือแก้ปัญหา ฉันตรวจสอบผลการแก้ปัญหาและปรับปรุงการแก้ปัญหา					