



การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การตกแบบเสรีของลูกแบดมินตันในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

The Development of Creative Thinking Skills by Using STEM Education on Free Fall of Shuttlecocks in Physics at High School Level

กฤษกร บุญประเสริฐ* และ พงษ์แก้ว อุดมสมุทรhirun

Kritsakorn Boonprasert* and Pongkeaw Udomsamuthirun

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Department of Physics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author, E-mail: kik.phy@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หลักสูตรสะเต็มศึกษา จำนวน 35 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1. แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์ 4 ลักษณะ ประกอบด้วย คิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ 2. คู่มือกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติ t-test Independent Sample ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 20.04 ในขณะที่หลังเรียนเท่ากับ 27.17 ซึ่งคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อเสนอแนะ ควรยกระดับกิจกรรมสะเต็มศึกษา(STEM Education) เป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษา(STEAM Education) เชื่อมโยงกับเนื้อหาฟิสิกส์อื่น ๆ เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านต่าง ๆ

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา การตกอย่างเสรี ลูกแบดมินตัน ความคิดสร้างสรรค์



Abstract

The purpose of this research was to develop creative thinking skills of high school students grade 11 using STEM Education activity design in physics: free fall of shuttlecocks. The participants used in the study were 35 students from science and mathematics classroom in STEM education program, selected by using the cluster random sampling. The research instruments used in this study consisted of 1) assessment framework for the 4C's of 21st century skills including fluency, flexibility, originality and elaboration, and 2) The free fall of shuttlecock activity guidebook. Researcher used statistics for the data analysis including mean, standard deviation and independent samples t-test. The results found that the students' average creative thinking scores was 20.04 before studying and 27.17 after studying. It can be seen that post-assessment scores were higher than pre-assessment scores, thus demonstrating statistical significance at .01. It is recommended that teachers turn STEM into STEAM educational activities associated with other physics lessons to enhance 21st century skills.

Keywords: STEM Education, Free falling, Shuttlecock, Creative thinking skill

1. บทนำ

จากทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการศึกษาซึ่งมีอยู่มากมายทั่วโลก โดยนักคิดต่างๆ เช่น อริสโตเติล เพลโต แต่ทฤษฎีการศึกษาซึ่งนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือ การเรียนโดยการเรียนรู้จริง Learning by doing (เยาพา เดชะคุปต์, 2542) การสอนตามแนวคิด “การสอนเชิงรุก (Active learning)” ต้องมีการเคลื่อนไหวทางร่างกายในการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อการสำรวจค้นหาและเคลื่อนไหวทางความคิด ที่มีการคิด ทบทวน คิดใคร่ครวญ คิดวิเคราะห์และคิดเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้พร้อมด้วยการนำเสนอ การเรียนรู้ด้วยการพูดคุย ตอบคำถาม เฝ้าให้ผู้เรียนด้วยกันฟัง ซึ่งมีความสอดคล้องกับปรัชญาการจัดการศึกษาในประเทศไทย จากพระบรมราโชวาท “การศึกษาที่มุ่งทำเพื่อส่งเสริมบุคคลให้มีความรู้ความสามารถ สร้างหลักฐานความมั่นคงในชีวิต และทำประโยชน์แก่ส่วนรวมได้นั้น ต้องจัดอบรมให้ได้พร้อมทั้งด้านวิชาการ ด้านการลงมือปฏิบัติ ด้านความคิดวินิจฉัยและความประพฤติปฏิบัติ” ในพิธีพระราชทานปริญญาบัตรแก่บัณฑิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ๒๕ มิถุนายน ๒๕๒๓ นอกจากนี้การจัดการศึกษาผ่านการปฏิบัติจริง ยังถูกบรรจุเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ที่ให้ความสำคัญต่อการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

การเผชิญหน้ากับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ประเทศไทย 4.0 ซึ่งเป็นยุคเทคโนโลยีสร้างสรรค์นวัตกรรม (Creative and innovation) เน้นการสร้างให้คนไทยสามารถคิดเองได้ (ชวลิต โปธินันท์, 2560) ดังนั้นทิศทางการสร้างนักเรียนในยุคไทยแลนด์ 4.0 ต้องสร้างเด็กและเยาวชนไทยให้มีความรู้ความสามารถ และมีทักษะในการประยุกต์ให้เข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ ยกระดับการสร้างความคิดของเด็กและเยาวชนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นความสำเร็จของการยกระดับคุณภาพการศึกษาของชาติ เพราะฉะนั้นแล้วการพัฒนาเด็กนักเรียน ต้องพัฒนาทั้งด้านความรู้ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวให้ทันการเปลี่ยนแปลงของโลกซึ่งต้องอาศัยทักษะต่าง ๆ เพื่อช่วย



ในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ดังนั้นการศึกษาไทยจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยเตรียมความพร้อมให้แก่พลเมืองภายในประเทศ

การพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมเพื่อู้เท่าทันเทคโนโลยีที่จะเข้ามาช่วยพัฒนาชีวิต ดังนั้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นต้องเริ่มต้นตั้งแต่การเรียนการสอนที่ควรมีการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสังเคราะห์องค์ความรู้ให้มีความครอบคลุมในทุกๆด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์เนื่องจากในประเทศไทยขาดแคลนบุคลากรที่มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (กษกร ธิบัติ, 2547; พาสนา จุรัตน์, 2549; ศูนย์วิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2555) การเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้เป็นคนที่มีความรู้ความสามารถ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างจริงจัง ควรผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนในทุกๆระดับชั้น (พิณสุดา สิริธรรังศรี, 2552) ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะคือการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นมากกว่าก่อนเรียน (ศิวนันท์ ภูมิโคกรักษ์, 2019) เนื่องจากเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการหลากหลายวิชาเข้าด้วยกันในหนึ่งกิจกรรมทั้งยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย (Boy, 2013; Meyrick, 2011; Root-Bernstein, 2015) ซึ่ง สะเต็มศึกษา (STEM education) ประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

พื้นฐานความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์อย่างถ่องแท้จะช่วยให้ผู้เรียนรู้วิธีการรับมือกับเทคโนโลยีที่เข้ามาได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งในการเรียนการสอนในห้องเรียนเป็นเรื่องยากที่จะทำให้ผู้เรียนเห็นภาพและเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างชัดเจน ซึ่งทำให้นักเรียนอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ หนึ่งในปัญหาที่เกิดขึ้นคือการพิจารณาเฉพาะในทางอุดมคติ ในงานวิจัยของ Yun-Ju Chiu (2012) กล่าวว่า ในการเรียนของนักเรียนมัธยมปลายจะพิจารณาการตกอย่างเสรี ในอุดมคติหมายความว่า เป็นการตกโดยที่ไม่คำนึงถึงแรงต้านอากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้การพิจารณาวัตถุขณะตกในเหตุการณ์จริง นักเรียนจะพิจารณาแรงต้านอากาศ ที่เกิดขึ้นขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ได้ไม่ถูกต้อง ทำให้สอดคล้องกับการแก้ปัญหาคความเข้าใจคลาดเคลื่อนของการตกอย่างเสรีโดยใช้การสร้างกราฟ (Montecinos, 2014) ซึ่งในการตกอย่างเสรี วัตถุที่มีการต้านอากาศได้มาก และเป็นของที่ใกล้ตัวผู้เรียนคือ ลูกเบตมินตัน ซึ่งในการตกอย่างเสรีของลูกเบตมินตันสามารถแสดงถึงความเร็วปลายในระยะที่น้อยกว่าลูกกีฬาชนิดอื่นๆ(Cohen et al, 2015) เนื่องด้วยแรงต้านอากาศที่กระทำกับลูกเบตมินตัน 2 ช่วง คือ ช่วงความเร็วกับแรงต้านอากาศแปรผันเชิงเส้น และความเร็วกับแรงต้านอากาศแปรผันกำลังสอง กล่าวคือยิ่งมีความเร็วมากขึ้น แรงต้านอากาศก็จะกระทำมากขึ้น (Chen & Pan, 2009) ทำให้สามารถออกแบบกิจกรรมที่สามารถใช้ในในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นของแรงต้านอากาศได้โดยการพัฒนาการใช้การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ในเฉพาะวิชาฟิสิกส์ยังเป็นที่ต้องการ เนื่องจากเนื้อหาฟิสิกส์มีความเข้าใจยาก และการใช้คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน (Yusuf and Widyaningsih, 2019) โดยรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21 คือควรมีการให้ผู้เรียนร่วมกันคิด ร่วมกันทำงาน เพื่อความ



กว้างไกลและหลากหลาย (ธนะวัชร จริยภูมิ, 2558) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ตรงกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การตกอย่างเสรี ของลูกแบดมินตัน เพื่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์ แก่นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 5

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 5 ปีการศึกษา 2562 จากโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวนนักเรียน 35 คน ชาย 20 คน หญิง 15 คน อายุ 16-17 ปี ซึ่งเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ หลักสูตรสะเต็มศึกษา ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งกลุ่มทดลองจะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 คู่มือการจัดการกิจกรรมสะเต็มศึกษา

คู่มือการจัดการกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตันเริ่มต้นโดยการคำนึงถึงปัญหาของการเพิกเฉยแรงต้านอากาศในห้องเรียนซึ่งจะเกิดขึ้นเวลานักเรียนทำโจทย์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจได้ว่าแรงต้านอากาศจะส่งผลต่อวัตถุอย่างไร เพื่อเป็นการแก้ข้อสงสัยดังกล่าวจึงให้นักเรียนศึกษาผลกระทบของแรงต้านอากาศผ่านสิ่งใกล้ตัวนักเรียน คือลูกแบดมินตัน โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องตกอย่างเสรีมาพิจารณาการเคลื่อนที่ของลูกแบดมินตันในการตกภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งต้องคำนึงถึงแรงต้านอากาศที่มี 2 รูปแบบ คือ แรงต้านอากาศแปรผันกับความเร็วเชิงเส้น และแรงต้านอากาศแปรผันกับความเร็วยกกำลังสอง นักเรียนจะต้องทำการออกแบบและปรับปรุงลูกแบดมินตันให้สามารถแสดงความเร็วปลายของการเคลื่อนที่ได้ภายในความสูงจำกัดไม่เกิน 3 เมตร ซึ่งก็คือภายในห้องเรียน

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา : นักเรียนต้องวิเคราะห์ปัญหา โดยมีข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ได้แก่ ทำไมวิถีการเคลื่อนที่ของลูกแบดมินตันแตกต่างจากลูกกีฬาชนิดอื่น และการทำให้ลูกแบดมินตันเกิดความเร็วปลายในการตกแบบเสรีได้ในระยะที่สั้นที่สุด



ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล: นักเรียนต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับลูกแบดมินตัน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบลูกแบดมินตัน รวมถึง การตกที่พิจารณาแรงต้านอากาศ ได้แก่ ลักษณะวิถีการเคลื่อนที่ สมการแรงต้านอากาศ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการต้านอากาศ

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา: นักเรียนร่วมกันออกแบบลูกแบดมินตัน โดยการร่างต้นแบบลูกแบดมินตัน บ่งบอกวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์ ขนาด และมวลของลูกแบดมินตัน เพื่อใช้อธิบายผลการทดลองของกลุ่มตนเอง ซึ่ง การทดลองต้องมีการใช้เทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ในการถ่ายวิดีโอ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ให้ได้พิกัดของตำแหน่งและ เวลา ในการเคลื่อนที่ แล้วนำพิกัดไปแปลงเป็นกราฟการเคลื่อนที่ เพื่อหาความเร็วสุดท้ายของการเคลื่อนที่ซึ่งควรจะเป็นความเร็วคงที่ เรียกว่า ความเร็วปลาย ภายในความสูงไม่เกิน 3 เมตร

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา: ดำเนินการตามทีออกแบบและวางแผนไว้ ซึ่งในการดำเนินการ ออกแบบลูกแบดมินตันนักเรียนจะพบกับปัญหาที่เกิดขึ้นเช่น ลูกแบดมินตันที่ประดิษฐ์ตกได้ไม่นิ่ง แกว่งไปมา หรือ เกิดการหมุน ซึ่งนักเรียนจะต้องทำการแก้ไขให้ตกอย่างนิ่งให้ได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไข: นักเรียนร่วมกันทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไข ลูกแบดมินตัน ของกลุ่ม ตนเอง เพื่อใช้ในการอธิบายผลการทดลองเรื่องการตกแบบเสรีของลูกแบดมินตันด้วย โปรแกรมแทรกเกอร์ พร้อมทั้ง ปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นเป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะต้องทำให้ลูกแบดมินตันมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลการแก้ปัญหา: นักเรียนร่วมกันนำเสนอกระบวนการออกแบบลูกแบดมินตัน และผลการ ทดลองของกลุ่มตนเองที่ได้หลังจากการแก้ไขปัญหา โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ เช่น การทำเป็นคลิปวิดีโอสั้นๆ หรือการใช้สื่อสังคมออนไลน์ เป็นต้น

3.2.2 แบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์

แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ จะประเมินจากการที่นักเรียนร่วมทำกิจกรรมเสริมศึกษาวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่องการตกอย่างเสรี ซึ่ง บูรณาการกับการพิจารณารูปแบบของลูกแบดมินตัน โดยแบบประเมินเป็นการประเมินแบบ 360 องศา หรือการ ประเมินรอบทิศทาง(คณีย์ เทียนพุด, 2547) จากกลุ่มตัวอย่างประเมินตนเอง กลุ่มตัวอย่างประเมินกลุ่มของตนเอง และ ผู้วิจัยประเมินกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบประเมิน เพื่อสร้างแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ ในงานวิจัย

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล วิธีการสร้างแบบประเมินและการเขียนแบบ ประเมินความคิดสร้างสรรค์ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ จะศึกษาจากการออกแบบผลงานของ นักเรียนและผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น



ขั้นที่ 3. สร้างแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยดัดแปลงเกณฑ์การประเมินมาจาก Guilford โดยเกณฑ์การประเมินประกอบด้วย 4 ลักษณะ ทั้งหมด 8 ข้อ คือ ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดละเอียดละออ (Elaboration)(Guilford,1967) ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการประเมินพฤติกรรมระหว่างการทำกิจกรรมและหลังกิจกรรมของนักเรียน รวมทั้งข้อการประเมินทั้งหมด 8 หัวข้อ

3.2.2.2 การหาประสิทธิภาพของแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

ประเมินความสอดคล้องของทักษะกับองค์ประกอบ(IOC) ของแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 1 ท่าน เพื่อทำการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องขององค์ประกอบจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่า 0.67 – 1.00 แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) จากโรงเรียนมัธยมศึกษาใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2562 ดำเนินการสอนโดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ การทดลองเสรีของลูกแมดมินตัน ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 10 คาบ คาบละ 50 นาที

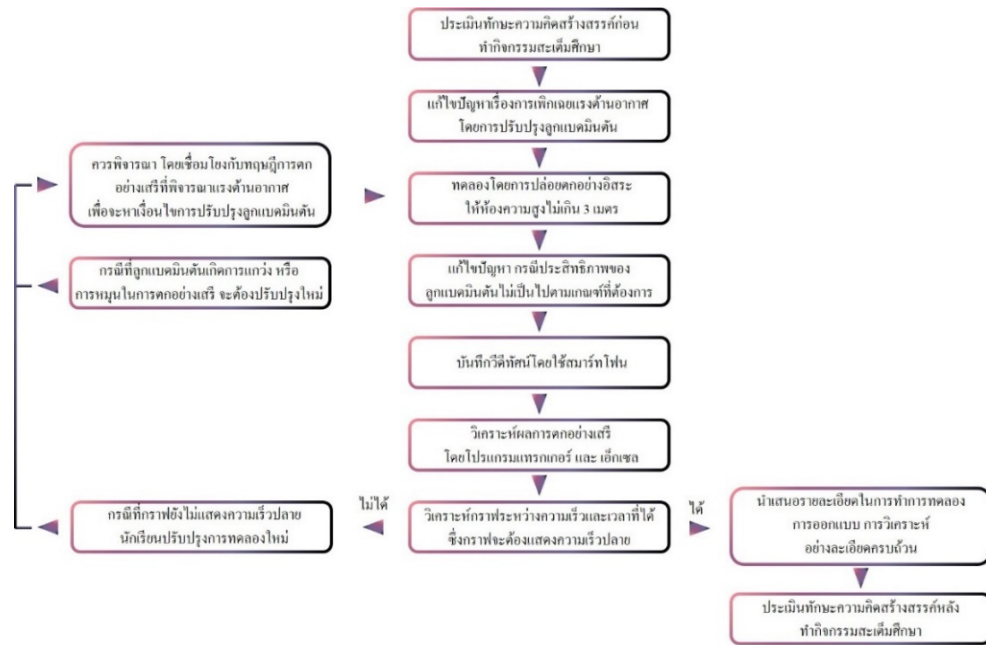
3.3.2 ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเริ่มทำกิจกรรมโดยโยนปัญหา สถานการณ์ที่คล้ายกันกับการทดลองเสรีของลูกแมดมินตัน เพื่อให้ผู้วิจัยได้ทำการประเมินนักเรียน และนักเรียนได้ประเมินตนเอง และกลุ่มของตนเอง

3.3.3 ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน โดยใช้ระยะเวลา 1 คาบเรียน

3.4 การวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์จากแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยทำการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังทำกิจกรรมของนักเรียน โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample

สามารถสรุปกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการทดลองเสรีของลูกแมดมินตันเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกเบลมินตันเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกเบลมินตัน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	5	32	20.04	1.28	2.776	P< .001
หลังเรียน	5	32	27.17	1.04		

จากตารางที่ 1 พบว่า จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน ก่อนการเรียนการสอนผลการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ 18 – 21 คะแนน เฉลี่ยอยู่ที่ 20.04 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ ดี และหลังจากการเรียนการสอนผลการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ 26 – 28 คะแนน เฉลี่ยอยู่ที่ 27.17 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก พัฒนาการของนักเรียนสูงสุด คือมีคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน 10 คะแนน ดังนั้นหลังจากนักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกเบลมินตันมีทักษะความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิจัย การเปรียบเทียบการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกเบลมินตันสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปได้ว่าเมื่อนักเรียน



ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน ก่อนเรียนผู้วิจัยได้ทำการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนทำกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีทักษะความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ก่อนไปทางดี แสดงว่านักเรียน พอมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ก่อนแล้วบ้างเพียงแต่ยังไม่สามารถบูรณาการทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่มีในแต่ละด้านให้เป็นรูปเป็นร่างพอที่จะบรรลุผลตามสถานการณ์ที่ตั้งไว้ได้ จากนั้นเริ่มทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยสอดแทรกเนื้อหาแรงต้านอากาศที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุในสถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น ทำให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ผ่านกระบวนการในการทำงานกลุ่มในการสร้างสรรค์ลูกแบดมินตัน สอดคล้องกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Blumenfeld et al, 1991) และเนื่องด้วยรูปแบบการจัดการกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนร่วมกันนำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 6) นำเสนอผลการแก้ปัญหา มากไปกว่านั้นนักเรียนยังได้ลงมือทำด้วยตนเองทำให้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนสังเคราะห์องค์ความรู้ได้เอง โดยการประเมิน จะประกอบด้วยการประเมินนักเรียน 4 ลักษณะ คือ คิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ ซึ่งพัฒนาการสูงสุดของนักเรียนอยู่ในด้านการคิดละเอียดลออ ซึ่งเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 10.30 คะแนน และพัฒนาการน้อยสุดของนักเรียนอยู่ในด้านการคิดคล่องแคล่ว ซึ่งเพิ่มขึ้นเพียง 7.30 คะแนน โดยรวมนักเรียนทำคะแนนอยู่ในเกณฑ์และดีมาก ซึ่งพัฒนาขึ้นจากก่อนเรียนที่คะแนนอยู่ในเกณฑ์ พอใช้ และดี ดังนั้นในการพิจารณาระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ ในภาพรวมคะแนนหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดอยู่ในระดับที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน สามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kristy M. Meyrick (2011) ; Boy, (2013) Root-Bernstein, Robert (2015) และศิวฉวี ภูมิโคกรักษ์ (2019) ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านการลงมือปฏิบัติสามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนให้สูงกว่าก่อนเรียนได้

6. บทสรุป

จากการใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยดำเนินการวิจัยตั้งแต่ศึกษาเอกสารเพื่อสร้างแบบประเมินความคิด



สร้างสรรค์ ใน 4 ลักษณะประกอบด้วย คิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ เพื่อประเมินนักเรียนก่อนและหลังทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา เชื่อมโยงกับรายวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการตกอย่างเสรี ซึ่งในห้องเรียนจะเพิกเฉยการพิจารณาแรงต้านอากาศ ทำให้นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับปัจจัยผลกระทบของแรงต้านอากาศที่กระทำกับวัตถุเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ โดยกิจกรรมจะให้นักเรียนแก้ประเด็นปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ คือกราฟระหว่างความเร็ว และเวลาในการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตันต้องแสดงความเร็วปลายภายในระดับความสูงไม่เกิน 3 เมตร ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ให้นักเรียนสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด หลังจากกิจกรรมเสร็จสิ้นผู้วิจัยจะประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน พบว่า ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน ควรมีการวัดทักษะคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็น หนึ่งใน ทักษะในศตวรรษที่ 21 เพิ่มเติม
2. การทำกิจกรรมควรให้เวลานักเรียนเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้มีหลากหลายในแต่ละกลุ่มจะได้ส่งเสริมความอิสระในการคิดสร้างสรรค์
3. กิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องการตกอย่างเสรีของลูกแบดมินตัน ควรเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรมเป็นกิจกรรม สเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION)

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกว.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

8. เอกสารอ้างอิง

- กชกร ชิปัดดี. (2547). *การเรียนรู้และการพัฒนาการเรียนการสอน*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
- ชวลิต โพธิ์นคร. (2560). การศึกษาไทยในยุคไทยแลนด์ 4.0. [ออนไลน์] แหล่งที่มา. <https://km.li.mahidol.ac.th/thai-studies-in-thailand-4-0/>
- दनัย เทียนพุด. (2547). ธุรกิจและกลยุทธ์ HR การประเมินระบบ 360 องศา(360 Degree Feedback). กรุงเทพมหานคร: โครงการ Human capital.
- ธนะวัชร จริยภูมิ. (2558). รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*. 7(3), 292-302.



- พาสนา จุลรัตน์. (2549) *การศึกษาและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ
- พิณสุดา สิริธรรังศรี. (2552). *ภาพการศึกษาไทยในอนาคต 10 - 20 ปี : รายงานการวิจัย*. กรุงเทพมหานคร: สำนักนโยบายและแผนการศึกษา สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา.
- เขาวพา เฉษฐคุปต์. (2542). *การจัดการศึกษาสำหรับเด็กปฐมวัย*. กรุงเทพฯ: แม็ค จำกัด.
- ศิวนัญญ์ ภูมิโคกรักษ์. (2019). การศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. *วารสารราชพฤกษ์*. 17(2), 73-79.
- ศูนย์วิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (2555). *ความคิดสร้างสรรค์กับการพัฒนาประเทศ*. สืบค้น 20 มกราคม 2563, จาก <http://bangkokpoll.bu.ac.th/poll/result/poll577.php?pollID=436>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (1)*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., and Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*. 26(3-4), 369-398.
- Boy, G. A. (2013). From STEM to STEAM: toward a human-centred education, creativity & learning thinking. In *The European Conference on Cognitive Ergonomics*. 26-28 august 2013. Toulouse, France. doi:10.1145/2501907.2501934
- Chen, L. M. and Pan, Y. H. (2009). A study of shuttlecock's trajectory in badminton. *Journal of Sports Science and Medicine*. 8, 657-662.
- Cohen, C., Texier, B. D., Quéré, D., and Clanet, C. (2015). The physics of badminton. *New Journal of Physics*. 17(6), 1-17. doi:10.1088/1367-2630/17/6/063001
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York US: McGraw-Hill.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM Education Improves Student Learning. *Computer Technologies Journal*. 14(1), 1-7.
- Montecinos, A. M. (2014). Free Fall Misconceptions: Results of A Graph Based Pre-Test of Sophomore Civil Engineering Students. *European J of Physics Education*. 5(3), 1-7.



Root-Bernstein, R. (2015). Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students. *Asia Pacific Education Review*. 16(2), 203-212.

Yun-Ju Chiu. (2012). Students' Misunderstanding of Galileo's Experiment on the Leaning Tower of Pisa. *New Perspectives in Science Education*. 8-9 march 2012, Florence, Italy.

Yusuf, I. and Widyaningsih, S. W. (2019). HOTS profile of physics education students in STEM-based classes using PhET media. *Journal of Physics: Conference Series*. 1157(3), 1-5.

doi:10.1088/1742- 6596/1157/3/032021