

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ
โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย
Provision of Learning Experiences Integrated in Physic Subject Matter
by Using the Engineering Design Process on Science Skills of Young Children

มันทนา รางแดง^{1*} อรพรรณ บุตรกัตตัญญู² และชลธิป สมาชิกโต³
Manthana Rangdaeng^{1*} Oraphan Butkatunyoo² and Chalutip Samahito³

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Manthana.r@ku.th
(Faculty of Education, Kasetsart University)

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Oraphan.b@ku.th
(Faculty of Education, Kasetsart University)

³ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, iluvphon@gmail.com
(Faculty of Education, Kasetsart University)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนการจัดประสบการณ์ และศึกษาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ก่อนและหลังจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มประชากร คือ เด็กชั้นอนุบาล 3 (อายุ 5-6 ปี) จำนวน 19 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวัดลำบัว เครื่องมือที่ใช้ คือ 1) แผนการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับเด็กปฐมวัย 2) แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการทดลอง 3) แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยรายสัปดาห์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแตกต่าง และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า เด็กปฐมวัยมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองทั้งโดยรวมและรายด้านสูงกว่าก่อนการทดลอง โดยมีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับดี ($\mu=3.06$, $\sigma=0.84$) เรียงจากสูงสุด คือ การสังเกต การวัด และการพยากรณ์ ตามลำดับ ส่วนการสื่อความหมาย อยู่ในระดับพอใช้ ผลการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมในขณะจัดประสบการณ์ พบว่า 1) การสังเกต เด็กใช้ประสาทสัมผัสที่หลากหลาย 2) การวัด เด็กเลือกใช้เครื่องมือวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน บอกค่าจากการวัดได้ 3) การพยากรณ์ เด็กเชื่อมโยงความรู้จากการสังเกต และการวัดเพื่อคาดคะเนคำตอบ 4) การสื่อความหมาย เด็กอธิบายชิ้นงานที่สร้างขึ้นอย่างสมเหตุสมผล

คำสำคัญ: สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทักษะทางวิทยาศาสตร์ เด็กปฐมวัย

ABSTRACT

The purpose of this study was to create plans to organize the learning experience and study the science skills of young children before and after the learning experience that integrate the engineering design process. The target population was 19 children who study in kindergarten 3 (5-6 years old), semester

2 of the academic year 2021, at Watlambua School Saraburi Primary Educational Service Area Office 2. The instruments used in this study were: 1) Plans physic subject matter learning experience provision using the engineering design process. 2) Pre and post experiment of science skills assessment form. 3) Weekly science skills assessment form. The statistics used to analyze data consists of mean, standard deviation, difference, and qualitative data analyzed by content analysis. The result of the study concludes that mean scores overall and in each aspect of science skills post-experiment were higher than pre-experiment. Mean scores overall of science skills were at a good level ($\mu=3.06$, $\sigma = 0.84$). Mean scores rank among the highest in observation, measurement, and forecasting. Communication was at a fair level. The results of observation and recording of behavior during the experience found that; 1) Observation skill, they used a variety of senses. 2) Measurement skill, they used non-standard measuring tools and told the value obtained from the measurement. 3) Forecasting skill, they applied knowledge of observations and measurements to predict answers. 4) Communication, they described the work created rationally.

KEYWORDS: Physic Subject, Engineering Design Process, Science Skills, Young Children

**Corresponding author, E-mail: Manthana.r@ku.th โทร. 09-4636-3658*

Received: 22 May 2022 / Revised: 8 July 2022 / Accepted: July 2022 / Published online: 30 December 2022

บทนำ

ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของบุคคลมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และการศึกษา ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มั่นคงยั่งยืน และเป็นการเพิ่มศักยภาพของประเทศ ดังนั้นการถ่ายทอดองค์ความรู้ จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่จะสร้างเสริมให้เยาวชนมีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ทัดเทียมนานาชาติ มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ สามารถใช้ข้อมูล และแก้ปัญหาให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต ให้เติบโตเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศไทยไปสู่สังคมฐานความรู้อย่างแท้จริง (สสวท, 2557)

ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนและผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น (Bonwell & Eison, 1991) เนื่องด้วยความคิดของเด็กจะพัฒนาขึ้นเมื่อเด็กสร้างความเข้าใจในผู้คน วัตถุและสถานการณ์ในชีวิตจริงผ่านประสบการณ์โดยตรง เด็กจะพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในอนาคต (Ministry of Education Republic of Singapore, 2013) ทักษะทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย เน้นการสืบเสาะ เรียนรู้ผ่านการจัดประสบการณ์เพื่อรับข้อมูลและตั้งคำถามจากสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือแม้กระทั่งเกิดความสงสัยจากสิ่งรอบตัวเด็ก และจะเกิดจินตนาการความพยายามหาคำตอบด้วยตนเองผ่านการเล่นและการทดลอง (Nevada Pre-Kindergarten Standards, 2010) นอกจากนั้น ทักษะทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดในการดำรงชีวิต เนื่องจากช่วยให้เด็กสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยการวิเคราะห์ปัญหาที่ใช้กระบวนการคิดที่มีเหตุผล จึงเห็นได้ว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างตนเองกับผู้อื่น ทั้งยังส่งผลโดยตรงต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (ธีรวัช นันทา และ สุทธิดา จำรัส, 2565) ด้วยความสำคัญดังกล่าว การจัดประสบการณ์สำหรับเด็กปฐมวัย จึงเน้นกระบวนการให้เด็กได้รับโอกาสในการลงมือกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ในการสำรวจ สืบค้น สืบเสาะ ค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเด็ก และลงมือปฏิบัติ

ทดลองจากการลองผิดลองถูกจนเกิดเป็นทักษะ ในประเทศไทยมีรูปแบบจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education Thailand, 2014) ระดับปฐมวัยซึ่งเป็นแนวการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้เด็กมีความพร้อมและประสบการณ์เพื่อก้าวข้ามปัญหาที่ประสบในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรเน้นการเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่รอบตัวของผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง (สิริวิญญู แก้วเกิด, นพดล ทุมเชื้อ, สุรพล ยังวัฒนา และสุวรรณ์ ทวีศาสตร์, 2564) และเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บูรณาการเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหา และส่งเสริมทักษะวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนต่อไปในอนาคตได้ (สสวท, 2557) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการทำงานภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด เพื่อตอบสนองความต้องการ เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการสืบเสาะ ที่นำเอาแนวคิดตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาพัฒนาแนวทางที่เหมาะสม และตรงกับความต้องการ หรือวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Mangold & Robinson, 2013) อีกทั้ง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไม่เพียงแต่เรียนรู้ด้านเนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่ยังมีการใช้ทักษะกระบวนการความรู้ และลักษณะของวิศวกรในการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอนการออกแบบเป็นแนวทางของวิศวกรในการระบุและแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นวิธีวนซ้ำ ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาหรือทักษะการให้เหตุผล ตลอดจนการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหา รวมทั้งการแก้ปัญหา (De Graaf & Kolmos, 2003) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา พัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่หลากหลาย เป็นแนวทางการคิดเชิงระบบการสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ปัญหา (Meeteren & Zan, 2010) โดยการออกแบบทางวิศวกรรม ช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาที่สำคัญผ่านการเรียนรู้ โดยใช้องค์ความรู้สร้างสรรค์ ออกแบบผลงาน ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด การช่วยพัฒนาด้านวิศวกรรมของเด็กและการคิดเชิงออกแบบเป็นการรวมหลายสาขาวิชาเข้าด้วยกัน เพื่อออกแบบการแก้ปัญหาในชีวิตของเด็ก (Next Generation Science Standards, 2013) โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน ช่วยพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ ตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การเรียนรู้จากการออกแบบตามขั้นตอนกระบวนการวิศวกรรมศาสตร์มุ่งเน้นให้เด็กได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองจนเกิดประสบการณ์ตรง ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้านสติปัญญา และทักษะการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น (สิริญลดาณ์ เกียรติทวี, 2560) สำหรับเด็กปฐมวัยควรได้รับการกระตุ้นและส่งเสริมให้เด็กลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อเป็นการสร้างแรงบันดาลใจเด็กให้มีความเป็นวิศวกร ซึ่งส่งผลให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานมากยิ่งขึ้นด้วย (Pantoya, Hunt & Aguirre-Munoz, 2015) ทั้งนี้ เพื่อให้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเหมาะสมกับเด็กปฐมวัย ควรจัดประสบการณ์ผ่านวิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ วัตถุ และสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเด็ก มีโอกาสสัมผัสและพบเจอในชีวิตประจำวัน ช่วยให้เด็กรับรู้และคิดเชื่อมโยงบูรณาการข้อความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันจากประสบการณ์ตรงของเด็ก ส่งเสริมให้เด็กได้รับการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงต่อไปในอนาคต (สสวท, 2563)

จากที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องด้วยเด็กปฐมวัยโรงเรียนวัดลำบัวยังไม่สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง ขาดความกระตือรือร้นในการตั้งคำถาม และค้นหาคำตอบของสิ่งต่าง ๆ มักรอคอยให้ผู้อื่นชี้แนะซึ่งน่าอยู่เสมอ ขาดการเห็นคุณค่าในตนเอง (Self Esteem) โดยเด็กไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถ และศักยภาพในตนเอง กลัวความผิดพลาด อีกทั้งยังขาดการส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ อย่างเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยจึงมีความสนใจเกี่ยวกับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีผลต่อทักษะทาง

วิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย เพื่อพัฒนาให้เกิดทักษะ เจตคติ และความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งผลในการศึกษาครั้งนี้ส่งเสริมให้เด็กได้รับการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด การพยากรณ์ และการสื่อความหมาย อีกทั้งยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดประสบการณ์ และการบูรณาการให้กับเด็กปฐมวัยในโอกาสต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับเด็กปฐมวัย
2. เพื่อศึกษาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้เด็กเกิดการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานของเด็กปฐมวัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นระบุปัญหา และรวบรวมข้อมูล หมายถึง ครูสร้างสถานการณ์ โดยการใช้นิทาน ข้าว และคำถาม เพื่อให้เด็กเกิดความสนใจ และสงสัย อยากรู้ที่มาของปัญหา และเกิดการตั้งคำถามค้นหาสาเหตุของปัญหา เด็กค้นหา รวบรวม ข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามความต้องการ โดยอาจใช้การสังเกต สัมผัส สืบค้น สืบเสาะ ระดมความคิด อภิปราย อย่างเหมาะสมตามวัย

- 2) ขั้นจินตนาการ และออกแบบวางแผน หมายถึง เด็กระดมความคิดของตนเอง และนำมาแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น เพื่อเลือกแผนการที่จะสร้าง โดยรวบรวมวัสดุที่จำเป็นในสร้างต้นแบบ และเด็กเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่น่าจะเป็นไปได้ แล้วออกแบบวางแผนตามวิธีที่เลือกโดยอาจใช้การเล่า การวาดเขียนหรือร่างแบบ เพื่อถ่ายทอดสิ่งที่คิดอย่างเป็นลำดับ

- 3) ขั้นดำเนินการสร้าง หมายถึง เด็กดำเนินการสร้างต้นแบบหรือชิ้นงาน อย่างเป็นลำดับขั้นตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงสิ้นสุด ตามการออกแบบของตนเอง

- 4) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง หมายถึง เด็กมีการทดสอบและประเมินต้นแบบร่วมกับเพื่อนและครู โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

- 5) ขั้นนำเสนอต้นแบบ หมายถึง เด็กนำเสนอวิธีการ หรือชิ้นงานที่สร้าง เพื่อแก้ปัญหาที่เหมาะสมตามวัย ใช้การสนทนาถึงวิธีการทำการทดสอบและปรับปรุง รับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น เพื่อนำมาปรับปรุงหรือพัฒนาในครั้งต่อไป

2. ทักษะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของเด็กปฐมวัยในด้านการสังเกต การวัด การพยากรณ์ และการสื่อความหมาย ประเมินได้จากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นเครื่องมือประเมินพัฒนาการของเด็กปฐมวัยก่อนเรียนและหลังเรียนด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์ ในด้านต่าง ๆ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ทักษะการสังเกต หมายถึง เด็กสามารถเลือกใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยนำไปใช้กับวัตถุ หรือสิ่งของเครื่องใช้ เพื่อบอกชื่อ ลักษณะ ส่วนประกอบ และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต

- 2) ทักษะการวัด หมายถึง เด็กสามารถเลือกใช้เครื่องมือที่ไม่เป็นมาตรฐานในการหาความยาว น้ำหนัก ปริมาตร และปริมาณของสิ่งต่าง ๆ และบอกค่าที่ได้จากการวัด

- 3) ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง เด็กสามารถคาดคะเนคำตอบหรือผลที่จะเกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด ที่ได้ศึกษามาแล้ว

4) ทักษะการสื่อความหมาย หมายถึง เด็กสามารถอธิบายข้อค้นพบหรือชิ้นงาน ที่สร้างขึ้นอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมและข้อมูลที่ได้มาช่วย

3. วิทยาศาสตร์กายภาพ หมายถึง การเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ วัตถุ และสิ่งของ เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย ชื่อและลักษณะ ส่วนประกอบ และประโยชน์การเลือกใช้ วัตถุหรือสิ่งของเครื่องใช้

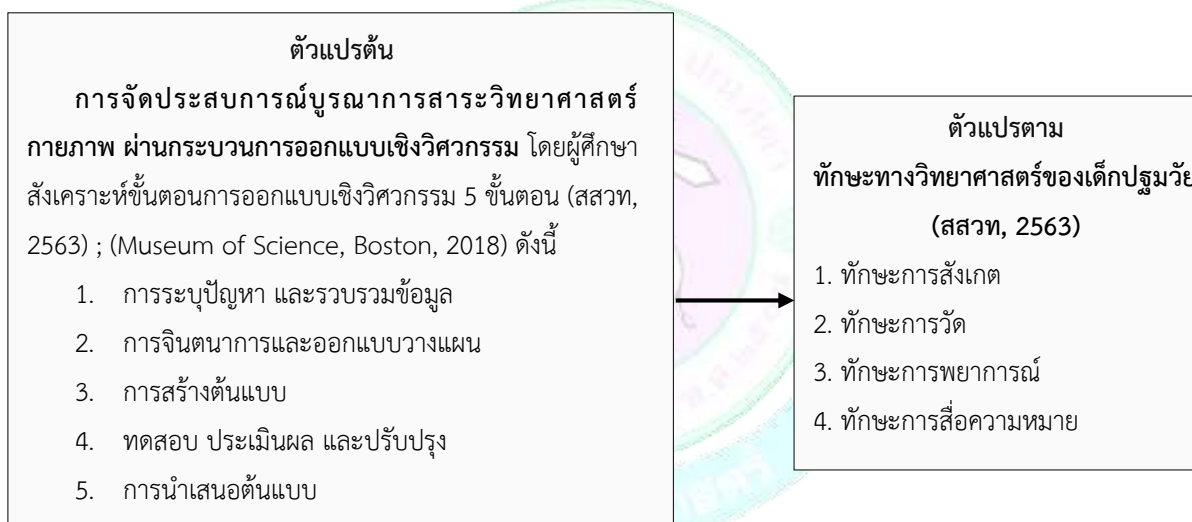
ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ส่งเสริมให้เด็กได้รับพัฒนามีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น จากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการ สาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2. เป็นแนวทางให้กับครู ผู้บริหาร และโรงเรียนสามารถพัฒนารูปแบบการจัดประสบการณ์ให้เด็กปฐมวัย ให้เด็กมีทักษะทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

กรอบแนวคิดในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดกรอบในการศึกษา ดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และสร้างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กปฐมวัย เพศชาย-หญิง อายุระหว่าง 5-6 ปี ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นอนุบาล ปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวัดลำบัว สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 2 จำนวน 19 คน

เครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับเด็กปฐมวัย จำนวน 30 แผน ระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน ใช้เวลาแผนละ 30 นาที ประกอบด้วย กิจกรรม ดังนี้ หน่วยที่ 1 หน่วย บ้าน จำนวน 5 แผน หน่วยที่ 2 หน่วย ของใช้ (รองเท้าของหนู) จำนวน 5 แผน หน่วยที่ 3 หน่วย ของใช้ (กระเป๋าพิเศษ) จำนวน 5 แผน หน่วยที่ 4 หน่วย ภัยพิบัติ (กระสอบกั้นน้ำพายุ) จำนวน 5 แผน หน่วยที่ 5 หน่วย ยานพาหนะพาไป จำนวน 5 แผน หน่วยที่ 6 หน่วย ถูร้อน (ไอศกรีม) จำนวน 5 แผน

ตาราง 1 ตัวอย่างการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเด็กปฐมวัย

สัปดาห์/ หน่วย	วัน	สาระวิทยาศาสตร์กายภาพ	กิจกรรม	ทักษะทาง วิทยาศาสตร์
1 บ้าน	จันทร์	1) ชื่อ ลักษณะและส่วนประกอบ ของวัตถุหรือสิ่งของเครื่องใช้ 2) การใช้ประโยชน์จากวัตถุและ	บ้านน้ำท่วม “ขั้นระบุปัญหา และรวบรวม ข้อมูล”	การสังเกต การสื่อความหมาย
	อังคาร	การเลือกใช้วัตถุหรือสิ่งของเครื่องใช้ อย่างเหมาะสม	วางแผนบ้านลอยน้ำ “ขั้นจินตนาการ และออกแบบ วางแผน”	การสังเกต การวัด การสื่อความหมาย
	พุธ	3) การเลือกใช้และการใช้สิ่งของ เครื่องใช้ในชีวิตรประจำวันโดย คำนึงถึงความปลอดภัยของชีวิต	สร้างบ้านลอยน้ำ “ขั้นดำเนินการสร้าง”	การวัด การพยากรณ์
	พฤหัสบดี	และรักษาสีสิ่งแวดล้อม 4) การลดการใช้สิ่งของเครื่องใช้ และ/หรือนำกลับมาใช้ซ้ำเพื่อรักษา สิ่งแวดล้อมวัสดุในการสร้างบ้าน	ทดสอบประสิทธิภาพ บ้านลอยน้ำ “ขั้นทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุง”	การสังเกต การพยากรณ์
	ศุกร์	จำลอง	นำเสนอต้นแบบของบ้าน “ขั้นนำเสนอต้นแบบ”	การสื่อความหมาย

2. แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการทดลอง 2 สถานการณ์

ตารางที่ 2 แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการทดลอง

แบบประเมิน ทักษะทาง วิทยาศาสตร์ ของเด็กปฐมวัย	สถานการณ์ในแบบประเมิน
สถานการณ์ที่ 1 อุปกรณ์กันฝน พายุ	เย็นวันหนึ่งระหว่างทางกลับบ้าน ก้อนเมฆได้ลอยมารวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเมฆสีดำมืด จากนั้นไม่นานก็เกิดฝนตกหนักลงมาระหว่างเดินทางกลับบ้าน เด็ก ๆ จึงรีบเข้าไปหลบฝนที่ใต้ตึกแห่งหนึ่ง โดยเมื่อหลบฝนเด็ก ๆ ก็นึกขึ้นได้ว่าลูกสุนัขที่เลี้ยงไว้นั้นถูกผูกเชือกไว้กับต้นไม้หลังบ้าน ทำให้เกิดความเป็นห่วงลูกสุนัขมาก จึงหันซ้ายหันขวาเพื่อหาทางกลับบ้านให้ไวขึ้น แล้วได้พบกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ พลาสติก กระดาษ และไว้นิล ตกอยู่รอบ ๆ ให้เด็กตอบคำถามต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 2 พหุวิเศษ	ณดาอยู่บ้านกับพี่สาวแล้วเกิดไฟดับ พัดลมที่เคยทำงานอยู่ก็ดับไป เวลาผ่านไปสักพัก ณดารู้สึกร้อน จึงมีความคิดที่จะทำพัดขึ้นมา เมื่อมองรอบ ๆ ตัว พบวัสดุที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ กระดาษแข็ง แผ่นไม้อัด ถุงพลาสติก ให้เด็กตอบคำถามต่อไปนี้
----------------------------	---

3. แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ตามหน่วยการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์ ภายใต้งานโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายสัปดาห์ 6 สถานการณ์ ประกอบด้วย สถานการณ์ที่ 1 บ้านน้ำท่วม สถานการณ์ที่ 2 รองเท้าคงทน สถานการณ์ที่ 3 กระเป๋าสเปซ สถานการณ์ที่ 4 แนวกันสิ่งหยุด สถานการณ์ที่ 5 รถยนต์ติดล้อ และสถานการณ์ที่ 6 ไอศกรีมคลายความร้อน

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

ขั้นตอนดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาข้อมูลการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์ภายใต้งานโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเด็กปฐมวัย

1.1. ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์ภายใต้งานโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเด็กปฐมวัย (สสวท, 2563) ; The Engineering Design Process จาก Museum of Science; (Boston, 2018)

1.2. ศึกษาวิธีการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยจากกรอบการเรียนรู้และแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในระดับปฐมวัย (สสวท, 2563) และหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เพื่อมาเป็นแนวทางในการออกแบบและเขียนแผนการเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์ภายใต้งานโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเด็กปฐมวัย

ขั้นที่ 2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1. สร้างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์ภายใต้งานโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเด็กปฐมวัย ให้สอดคล้องกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ศึกษาได้กำหนดไว้คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการสื่อความหมาย จำนวน 30 แผน โดยครอบคลุมหัวข้อเกี่ยวกับการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเด็กปฐมวัย ซึ่งมีขอบข่ายของเนื้อหาบูรณาการวิทยาศาสตร์ภายใต้งานตามหน่วยการเรียนรู้ โดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา 1 ท่าน อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 ท่าน และอาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 1 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของแผน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.04 ซึ่งอยู่ในระดับดี ซึ่งถือว่าเป็นแผนการประสบการณ์ที่มีคุณภาพเหมาะสม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ สำหรับเด็กปฐมวัยได้

2.2. กำหนดลักษณะของแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของเด็กปฐมวัย ซึ่งเป็นแบบประเมินเชิงปฏิบัติจริง โดยให้เด็กลงมือปฏิบัติกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย สร้างแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมทั้ง 4 ทักษะ ซึ่งแบบประเมินมีจำนวน 2 สถานการณ์ ดำเนินการสร้างคู่มือประกอบคำแนะนำการใช้แบบประเมิน โดยใช้เกณฑ์แปลผลแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามแนวคิดของ (Best, 1995) ดังนี้

$$\text{พิสัยช่วงคะแนน (I)} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับ}}$$

เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาถึงความเห็นและให้คะแนน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้ค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00 ซึ่งมีค่าสูงพอในการนำไปใช้ได้

2.3. กำหนดลักษณะของแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยตามหน่วยการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายสัปดาห์ เป็นแบบประเมินเชิงปฏิบัติจริง โดยให้เด็กลงมือปฏิบัติกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทักษะทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ดำเนินการสร้างแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยตามหน่วยการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายสัปดาห์ให้ครอบคลุมทั้ง 4 ทักษะ จำนวน 6 สถานการณ์ สร้างคู่มือประกอบคำแนะนำการใช้แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยตามหน่วยการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายสัปดาห์ โดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาถึงความเห็น ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้ค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00 ซึ่งมีค่าสูงพอในการนำไปใช้ได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการทดลอง

3.1. นำแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของเด็กปฐมวัยไปทดลองกับเด็กปฐมวัย โดยใช้เวลาการทดลองรวมทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ วันละ 30 นาที จำนวน 30 แผน

3.2. นำแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของเด็กปฐมวัย ที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับเด็กปฐมวัย แบบประเมินมีจำนวน 2 สถานการณ์ ประกอบด้วย สถานการณ์ที่ 1 อุปกรณ์กันฝนหรรษา สถานการณ์ที่ 2 พัดพิเศษ โดยมีเกณฑ์การวัดและประเมินผลแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 เกณฑ์การวัดและประเมินผลแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ทักษะการสังเกต สถานการณ์ที่ 2

รายการประเมิน		คำอธิบายระดับคุณภาพ/ระดับคะแนน		
		2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
การสังเกต	คำถามที่ 1 จากการที่เด็กได้สังเกต และสัมผัสวัสดุทั้ง 3 ชนิด วัสดุแต่ละชนิดคือวัสดุอะไรบ้าง	เด็กสามารถบอกรูปร่างวัสดุทั้ง 3 ชนิดได้อย่างถูกต้อง แนวคำตอบ (กระดาษแข็ง แผ่นไม้อัด ถุงพลาสติก)	เด็กตอบคำถามถูกต้อง 1-2 ข้อ	เด็กตอบผิดหรือไม่ตอบ
	คำถามที่ 2 ให้เด็กนำวัสดุทั้ง 3 ชนิด มาทดสอบการได้ยินเสียง โดยให้เด็กหยิบวัสดุทั้ง 3 ชนิด ขึ้นมา ระดับเหนือศีรษะแล้วปล่อย ว่าวัสดุใดมีเสียงดังที่สุด และวัสดุใดที่มีเสียงเบาที่สุด	เด็กตอบคำถามถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ แนวคำตอบ (เสียงดังที่สุด : แผ่นไม้อัด เสียงเบาที่สุด : ถุงพลาสติก)	เด็กตอบคำถามถูกต้อง 1 ข้อ	เด็กตอบผิดหรือไม่ตอบ

ตาราง 4 เกณฑ์การวัดและประเมินผลแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ทักษะการวัดสถานการณ์ที่ 2

รายการประเมิน		คำอธิบายระดับคุณภาพ/ระดับคะแนน		
		2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
การวัด	คำถามที่ 3 เด็กเรียงลำดับน้ำหนักของวัสดุทั้ง 3 ชนิด วัสดุชนิดใดที่มีน้ำหนักหนักที่สุดและวัสดุชนิดใดที่มีน้ำหนักเบาที่สุด	เด็กเรียงลำดับน้ำหนักได้ถูกต้อง ทั้ง 3 ลำดับ แนวคำตอบ (หนักที่สุด : แผ่นไม้อัด เบาที่สุด : गुणพลาสติก)	เด็กเรียงลำดับน้ำหนักได้ถูกต้อง 1 ข้อ	เด็กตอบผิดหรือไม่ตอบ
	คำถามที่ 4 เด็กเรียงลำดับพื้นที่ของวัสดุทั้ง 3 ชนิด วัสดุชนิดใดที่มีพื้นที่มากที่สุดและวัสดุชนิดใดที่มีพื้นที่น้อยที่สุด	เด็กเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมและตอบคำถามถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ	เด็กเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมและตอบคำถามถูกต้อง 1 ข้อ	เด็กเลือกใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม ตอบผิด หรือไม่ตอบ

ตาราง 5 เกณฑ์การวัดและประเมินผลแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ทักษะการพยากรณ์สถานการณ์ที่ 2

รายการประเมิน		คำอธิบายระดับคุณภาพ/ระดับคะแนน		
		2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
การพยากรณ์	คำถามที่ 5 เด็กคิดว่าพัดที่ทำจากวัสดุชนิดใดเมื่อใช้งาน จะใช้งานได้ดีที่สุด เพราะเหตุใด	เด็กสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล แนวคำตอบ (พัดที่ทำมาจากกระดาษแข็งใช้งานได้ดีที่สุด เพราะมีความแข็งแรง และน้ำหนักพัดมีไม่หนัก)	เด็กสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมได้	เด็กตอบผิดหรือไม่ตอบ
	คำถามที่ 6 เด็กคิดว่าพัดที่ทำจากวัสดุชนิดใดเมื่อใช้งาน จะพังและไม่สามารถใช้งานได้ เพราะเหตุใด	เด็กสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล แนวคำตอบ (พัดที่ทำมาจาก गुणพลาสติกไม่สามารถใช้งานได้ เพราะมีความไม่แข็งแรง มีความยืดหยุ่นเมื่อโดนลมจะเสียรูปร่างทรง)	เด็กสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลเพิ่มเติมได้	เด็กตอบผิดหรือไม่ตอบ

ตาราง 6 เกณฑ์การวัดและประเมินผลแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ทักษะการสื่อความหมายสถานการณ์ที่ 2

รายการประเมิน		คำอธิบายระดับคุณภาพ/ระดับคะแนน		
		2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
การสื่อความหมาย	คำถามที่ 7 เด็กคิดว่าถ้าสร้างพัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม จะมีข้อดีและข้อเสียอย่างไรบ้าง	เด็กสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล แนวคำตอบ (ข้อดี สามารถพัดได้ลมที่แรงมากขึ้น ข้อเสีย พัดหนักขึ้น เมื่อย)	เด็กสามารถตอบคำถามและให้เหตุผลได้ถูกต้อง 1 ข้อ	เด็กตอบผิดหรือไม่ตอบ

รายการประเมิน		คำอธิบายระดับคุณภาพ/ระดับคะแนน		
		2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
การสื่อ ความหมาย	คำถามที่ 8 พัดที่สร้าง ขึ้นมามีข้อดีกว่าพัดลม ไฟฟ้าอย่างไรบ้าง เพราะ อะไร	เด็กสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง พร้อมให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล แนวคำตอบ (พัดที่สร้างขึ้นไม่ต้องใช้ ไฟฟ้าทำให้ประหยัดไฟ และใช้งานได้ ในพื้นที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง พกพาได้ง่าย)	เด็กสามารถตอบ คำถามได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถ อธิบายเหตุผล เพิ่มเติมได้	เด็กตอบผิด หรือไม่ตอบ

3.3. นำแบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยตามหน่วยการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายสัปดาห์ที่แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปใช้กับเด็กปฐมวัยจำนวน 6 สถานการณ์ ประกอบด้วย สถานการณ์ที่ 1 บ้านน้ำท่วม สถานการณ์ที่ 2 รองเท้าคงทน สถานการณ์ที่ 3 กระจาพิเศษ สถานการณ์ที่ 4 แนวกันสิ่งหยุด สถานการณ์ที่ 5 รถยนต์ติดล้อ และสถานการณ์ที่ 6 ไอศกรีมคลายความร้อน

ขั้นที่ 4 ดำเนินการทดลองและศึกษาผล

การศึกษาครั้งนี้ มีขั้นตอนการดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาผลการทดลอง ดังนี้

4.1. ผู้ศึกษาดำเนินการประเมินเด็กก่อนทำการทดลอง (Pre-test) โดยใช้แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังของเด็กปฐมวัยทั้ง 4 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการสื่อความหมายจำนวน 2 สถานการณ์ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น ใช้เวลา 1 สัปดาห์ ในวันจันทร์ - วันศุกร์ วันละ 30 นาที

4.2. ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการจัดประสบการณ์ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น โดยดำเนินการทดลองรวมทั้งหมดใช้เวลา 6 สัปดาห์ วันละ 30 นาที จำนวน 30 แผน และใช้แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยตามหน่วยการจัดประสบการณ์รายสัปดาห์ เพื่อสังเกตแนวโน้ม และความก้าวหน้าทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย

4.3. ดำเนินการประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยหลังการจัดประสบการณ์ (Post-test) ระยะเวลาที่ใช้ 1 สัปดาห์ ในวันจันทร์ - วันศุกร์ วันละ 30 นาที

4.4. นำผลที่ได้จากการประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์ก่อนและหลังการทดลองทั้งโดยรวมและรายด้าน วิเคราะห์ผลของคะแนนเฉลี่ยทักษะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างจัดประสบการณ์ วิเคราะห์ผลการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมในขณะการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย

ผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และนำมาเสนอผลการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการจัดประสบการณ์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นการระบุปัญหา และรวบรวมข้อมูล 2. ขั้นจินตนาการ และออกแบบวางแผน 3. ขั้นดำเนินการสร้าง

4. ขั้นตอนสอบ ประเมินผล และปรับปรุง และ 5. ขั้นนำเสนอต้นแบบ สอดคล้องกับการบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมถือเป็นแกนหลักในการบูรณาการที่ไม่เพียงเน้นเนื้อหาอย่างเดียว แต่มีการใช้ทักษะ กระบวนการ และความรู้ ในการจัดประสบการณ์อีกด้วย โดยรวมเด็กเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ช่วยพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัยสูงขึ้น ในการจัดประสบการณ์ควรมีขั้นตอนที่ยืดหยุ่นตามความสนใจและความสามารถของเด็ก มีการใช้คำถามปลายเปิดกับเด็ก ให้เด็กมีโอกาสสื่อสารเพื่อบอกปัญหา และการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ของตนเอง

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้งโดยรวมและรายด้าน ดังตาราง

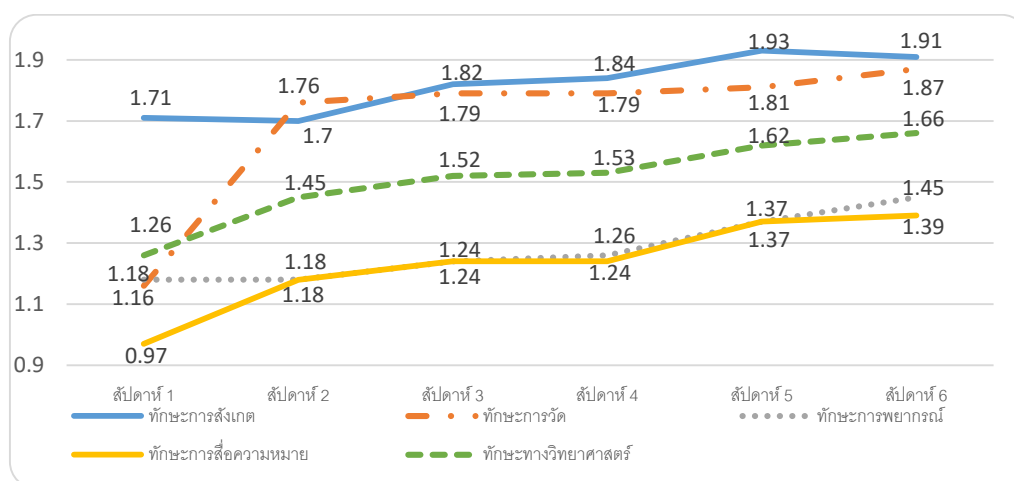
ตาราง 7 ผลการประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการทดลอง ทั้งโดยรวมและรายด้าน

ทักษะทางวิทยาศาสตร์	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		$\bar{D}$
	μ	σ	μ	σ	
1.ทักษะการสังเกต	2.89	0.46	3.71	0.45	0.82
2.ทักษะการวัด	2.74	0.69	3.45	0.55	0.71
3.ทักษะการพยากรณ์	1.68	0.93	2.71	0.79	1.03
4.ทักษะการสื่อความหมาย	1.42	0.58	2.39	0.81	1.21
ทักษะทางวิทยาศาสตร์โดยรวม	2.18	0.93	3.06	0.84	0.88

จากตาราง 7 ผลการประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยก่อนและหลังการทดลอง ทั้งโดยรวมและรายด้าน พบว่า หลังการทดลองเด็กปฐมวัยมีคะแนนเฉลี่ยทักษะวิทยาศาสตร์ทั้งโดยรวมและรายด้านสูงขึ้นทุกด้าน โดยทักษะทางวิทยาศาสตร์โดยรวมก่อนการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.93 อยู่ในระดับ พอใช้ แต่ภายหลังการทดลองพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะทางวิทยาศาสตร์โดยรวมเพิ่มขึ้นโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 อยู่ในระดับ ดี และมีค่าความแตกต่างของคะแนนภายหลังการทดลองกับก่อนการทดลองเท่ากับ 0.88

ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ตามหน่วยการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายสัปดาห์ที่มีต่อเด็กปฐมวัย ปรากฏดังต่อไปนี้

กราฟ 1 ผลแสดงคะแนนเฉลี่ยทักษะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดประสบการณ์การเรียนรู้รายสัปดาห์



จากกราฟ 1 พบว่า ในแต่ละสัปดาห์เด็กปฐมวัยมีค่าเฉลี่ยทักษะทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและรายด้านทุกด้านสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีทักษะการสังเกตสูงที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 1.91 อยู่ในระดับ ดี รองลงมาคือทักษะการวัดมีคะแนนเฉลี่ย 1.87

อยู่ในระดับ ดี ทักษะการพยากรณ์มีคะแนนเฉลี่ย 1.45 อยู่ในระดับ ดี และทักษะการสื่อความหมายมีคะแนนเฉลี่ย 1.39 อยู่ในระดับ ดี ตามลำดับ นอกจากนี้ทักษะวิทยาศาสตร์โดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย 1.66 ซึ่งอยู่ในระดับ ดี

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากการใช้การจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย พบว่ามีประเด็นที่น่าสนใจแก่การนำมาวิจารณ์ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการทดลองใช้แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้งโดยรวมและรายด้าน

เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมก่อนและหลังการทดลอง พบว่า เด็กปฐมวัยมีทักษะทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยมีค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง 3.06 สูงกว่าก่อนการทดลอง 2.18 แสดงว่ามีความก้าวหน้าในการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.88 ผลการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการทดลอง เนื่องจากเด็กได้รับการจัดกิจกรรมผ่านการลงมือกระทำด้วยตนเองได้สำรวจ สังเกต ทดลอง แสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งการออกแบบ ดำเนินการสร้างต้นแบบ เรียนรู้การทำงานด้วยตนเองและการทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้รับโอกาสในการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Piaget (อ้างใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2564) ที่กล่าวว่า มนุษย์มีความสามารถในการปรับตัว และพร้อมมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวตั้งแต่เกิดอย่างเป็นธรรมชาติ เมื่อได้รับการเปิดโอกาสให้มีประสบการณ์ใหม่ ๆ จึงเกิดการซึมซาบประสบการณ์เหล่านั้น เพื่อเป็นการรับข้อมูล ตีความจากสิ่งที่ได้รับเข้าอยู่ในโครงสร้างของสติปัญญา และสอดคล้องกับ Dewey (อ้างใน นุชลี อุบภัย, 2558) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้เด็กเข้ามามีส่วนในกระบวนการเรียนการสอนเช่นเดียวกับครู เพื่อให้เด็กค้นพบความสัมพันธ์ของสิ่งของต่าง ๆ ผ่านประสบการณ์ตรง ได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล ความคิด หรือเหตุการณ์ อีกทั้งสิ่งที่สำคัญคือเด็กได้มีประสบการณ์ตรงในสิ่งที่เรียน การเรียนรู้เกิดจากการที่เด็กได้ลงมือปฏิบัติ ลงมือกระทำกับวัตถุ ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าในการสำรวจ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ แพรวนภา ไชยวงศ์ และ เดชา ศุภพิทยาภรณ์ (2565) ที่ระบุว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในกิจกรรมของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กในภาพรวมเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัย ชุติกานต์ เอี้ยวเล็ก และอรพรรณ บุตรกตัญญู (2562) ที่ระบุว่า เด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์วิทยาศาสตร์โดยใช้ การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ที่มีต่อการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัยสูงขึ้นกว่าก่อนได้รับการจัดประสบการณ์แบบปกติ

2. ผลการทดลองใช้แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย ตามหน่วยการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมรายสัปดาห์ที่มีต่อเด็กปฐมวัย

ในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้วทำการประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริง พบว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนการทดลองทั้งโดยรวมและรายด้าน เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทักษะที่มีคะแนนเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อย คือ ทักษะการสังเกต มีค่าเฉลี่ย 3.71 ทักษะการวัด มีค่าเฉลี่ย 3.45 ทักษะการพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ย 2.71 ซึ่งอยู่ในระดับ ดี และทักษะการสื่อความหมาย มีค่าเฉลี่ย 2.39 อยู่ในระดับ พอใช้ ตามลำดับ จากผลที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kurnianingish (2017) ที่ระบุว่า ทักษะการสังเกต เป็นทักษะที่เกิดขึ้นเด่นมากกว่าทักษะอื่น จากการศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์เคมีที่ผลต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ เด็กมีความคุ้นชินและได้กระทำที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสังเกตในชีวิตประจำวันเป็นประจำ ทำให้เป็นทักษะที่เกิดการพัฒนามากที่สุด สอดคล้องกับ รัตติยาพร พูแสง (2561) ที่กล่าวว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่

อาศัยประสาทสัมผัสทั้งห้า เด็กเรียนรู้และจดจำได้ง่าย ต่อมาทักษะการวัด เป็นการสังเกตที่เจาะจงมากขึ้น เด็กเลือกใช้เครื่องมือวัดที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐานจากสิ่งของรอบตัว และบอกค่าที่ได้จากการวัด เป็นทักษะที่ต้องมีการประยุกต์ใช้ร่วมกับทักษะการสังเกต ตามด้วยทักษะการพยากรณ์ เป็นทักษะที่มีความซับซ้อนต้องการความเชื่อมโยงมากขึ้น ที่เด็กจะต้องนำข้อมูลความรู้ที่ได้รับจากทักษะการสังเกต และทักษะการวัดมาประกอบจึงจะสามารถอธิบายคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้น และทักษะการสื่อความหมาย ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากเป็นทักษะที่เด็กต้องอาศัยประสบการณ์เดิมและข้อมูลที่ได้มาช่วยในการอธิบายข้อค้นพบหรือชิ้นงานที่สร้างขึ้นอย่างสมเหตุสมผล โดยเด็กยังอยู่ในช่วงเรียนรู้การนำความรู้ประสบการณ์มาประยุกต์และเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อสามารถสื่อสารอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจถึงที่มาที่ไป ประกอบกับสถานการณ์โรคระบาดโควิด 19 ทำให้เด็กบางคนขาดเรียน เป็นเหตุให้ขาดการเรียนรู้ ผิดแผกอย่างต่อเนือง ขาดความคล่องแคล่ว ชำนาญ ซึ่งสอดคล้องกับพัทธนันท์ ไตรทามา (2563) ได้กล่าวว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่ใช้ในการแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างคล่องแคล่วและชำนาญ ควรส่งเสริมแก่เด็กปฐมวัยเพื่อเป็นพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ในขั้นสูงต่อไป ดังนั้นจึงควรเสริมแรงทางบวกจากการให้กำลังใจ และชื่นชมในผลงาน เพื่อให้เด็กเกิดความภูมิใจในตนเอง อยากนำเสนออธิบายผลงานของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้มากขึ้น บรรยายการนำเสนอมีความเป็นกันเอง ไม่กดดัน เพื่อให้เด็กมีความมั่นใจมากขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Maranan (2017) ผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่โดดเด่นของเด็กจะช่วยทำให้เด็กมีความพอใจและเกิดทัศนคติเชิงบวกเพิ่มขึ้น และส่วนที่ทำให้เกิดทัศนคติเชิงลบต่อวิทยาศาสตร์ คือ สภาพแวดล้อมห้องเรียน

3. ผลการใช้แผนจัดประสบการณ์ การจัดกิจกรรม และการชี้แนะของครูขณะจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย

พบว่า เด็กสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่พบเจอได้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นในการตั้งคำถาม และค้นหาคำตอบของสิ่งต่าง ๆ เห็นคุณค่าในตนเองมากขึ้น (Self Esteem) โดยเด็กกล้าแสดงความคิดเห็น มีความเชื่อมั่นในความสามารถ และศักยภาพในตนเอง แต่จากการสังเกตผู้ศึกษา พบว่า เด็กที่มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ในระดับพอใช้ มีพฤติกรรมไม่กล้าแสดงออก ไม่มั่นใจในตนเอง โดยต้องกระตุ้นโดยการให้คำถาม การเสริมแรงด้วยการให้คำชม พูดให้กำลังใจ ไม่กดดัน และให้เวลาแก่เด็กเพิ่มขึ้นในการคิดออกแบบหรือสร้างชิ้นงาน ช่วยชี้แนะเมื่อเด็กไม่สามารถตอบคำถามได้ อาจมีการอธิบายหรือยกตัวอย่างทำให้เด็กดู ดังนั้นการให้เด็กได้ทำงานเป็นกลุ่มละความสามารถ ช่วยให้เด็กได้ซึมซับวิธีการเรียนรู้ การคิด การแก้ปัญหา การออกแบบ และการสื่อความหมายของเด็กที่สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ในระดับต่ออย่างเหมาะสมได้ สอดคล้องกับ Vygotsky (อ้างใน นุชลี อุภัย, 2558) กล่าวว่า สิ่งแวดล้อม รวมทั้งการเปิดโอกาสให้เด็กได้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับผู้อื่น มีผลต่อพัฒนาการของเด็ก เมื่อเด็กได้รับคำแนะนำ ถูกกระตุ้น ได้รับการช่วยเหลือในการทำกิจกรรมจากผู้ที่มีความรู้ความสามารถ หรือความเชี่ยวชาญกว่า อาจเป็นเพื่อน พ่อแม่ หรือครู ช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้แบบก้าวกระโดด เรียกว่าเป็นพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เด็กได้รับการพัฒนาและเสริมความมั่นใจในตนเองยิ่งขึ้น สามารถตั้งศักยภาพและความสามารถของตนเองได้มากขึ้น สอดคล้องกับ นุชลี อุภัย (2558) ได้กล่าวว่า Cooperative Learning เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ซับซ้อนได้ด้วยตนเองจากการสนทนาปัญหาร่วมกับผู้อื่น กระตุ้นให้เด็กเกิดการพัฒนาความคิดของตนเอง และเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Maranan (2017) ที่ระบุว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติและทักษะทางวิทยาศาสตร์ คือ สภาพแวดล้อมรอบตัวเด็ก เช่น ห้องเรียน เพื่อน ครู ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อทัศนคติของเด็ก สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Bustamante, Greenfield, Nayfeld (2018) ที่ระบุว่า เด็กสามารถเรียนรู้จากความล้มเหลวจากครั้งก่อน ๆ จนท้ายที่สุดสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองและเด็กเกิดความมั่นใจมากยิ่งขึ้นจากประสบการณ์ที่เด็กได้รับ นอกจากนี้ การที่เด็กได้เรียนรู้บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ วัตถุ สิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวของเด็กที่ได้สัมผัสและพบเจอในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ สสวท. (2563) ที่ระบุว่าเด็กสามารถรับรู้และคิดเชื่อมโยงบูรณาการข้อความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันประกอบด้วย ชื่อ ลักษณะ ส่วนประกอบ และประโยชน์การเลือกใช้วัตถุหรือสิ่งของเครื่องใช้จากประสบการณ์ตรงช่วยส่งเสริม

ให้เด็กได้รับการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ระดับสูงต่อไปในอนาคต โดยรวมเป็นผลของการจัดประสบการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์กายภาพผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน ซึ่งมุ่งเน้นให้เด็กแก้ปัญหาและออกแบบชิ้นงานในระหว่างดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอน โดยเด็กจำเป็นต้องใช้ทักษะวิทยาศาสตร์หลากหลายเป็นการพัฒนาและ ส่งเสริมให้เด็กได้มีโอกาสใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์เป็นประจำ จึงส่งผลโดยตรงต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัย

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ควรมีการเตรียมตัวเด็กเพื่อเข้าสู่การจัดประสบการณ์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มีขั้นตอนหลายขั้นตอน โดยการพูดอธิบายขั้นตอนและรายละเอียดที่ชัดเจนแก่เด็กในการปฏิบัติกิจกรรม และยืดหยุ่นเวลาในระยะแรก
2. ควรมีการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลาย สำหรับการใช้ตามความต้องการของเด็กที่เด็กได้ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน โดยอาจชี้แนะให้เด็กเลือกใช้วัสดุทดแทนในกรณีที่วัสดุนั้นไม่ถูกจัดเตรียมไว้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีนำการจัดประสบการณ์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไปพัฒนาเด็กปฐมวัยในทักษะด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัย ทักษะทางสังคมของเด็กปฐมวัย
2. ควรศึกษาและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยด้วยรูปแบบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น เช่น จัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จัดประสบการณ์การเรียนรู้ STEAM Education
3. ควรจัดสถานการณ์บูรณาการสาระวิทยาศาสตร์อื่นนอกเหนือจากสาระวิทยาศาสตร์กายภาพในการจัดประสบการณ์เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น สาระวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระวิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชุดิกันต์ เอี้ยวเล็ก และ อรพรรณ บุตรกัตติณ. (2562). ผลของการจัดประสบการณ์วิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ที่มีต่อการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 10(1), 79-93.
- ธีรวัช นันตา และ สุทธิดา จำรัส. (2565). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการเรียนรู้แบบบริการสังคมร่วมกับการทดลอง. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 6(2), 105-118.
- นุชลี อุบลย์. (2558). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัทธนันท์ ไตรทามา. (2563). การพัฒนาทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยด้วยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 13(37), 49-58.
- แพรวนภา ไชยวงศ์ และ เดชา ศุภพิทยภรณ์. (2565). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาติพันธุ์ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในกิจกรรมของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 6(2), 105-118.
- รัตติยาพร พูแสง. (2561). *การพัฒนากิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *กรอบการเรียนรู้และแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้*

- บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ในระดับปฐมวัย ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิริวิชญ์ แก้วเกิด, นพดล ทุมเชื้อ, สุรพล ยังวัฒนา และสุวรรณ์ ทวีศาสตร์ (2564). แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กรณีศึกษาจังหวัดราชบุรี. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 5(3), 85-94.
- สิริญลดาณ์ เกียรติทิพย์. (2560). *การจัดการเรียนรู้จากงานของพ่อเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และประสบการณ์การเรียนรู้วิศวกรรมศาสตร์ของเด็กปฐมวัยโดยสะเต็มศึกษา* (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2564). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Best, J.W. (1995). *Research in Education*. New Jersey: Prentice Hall.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Washington, DC: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Bustamante, A.S., Greenfield, D.B., Nayfeld, I. (2018). Early Childhood Science and Engineering: Engaging Platforms for Fostering DomainGeneral Learning Skills. *Journal of Research in Education Sciences*, 8(3), 1-13.
- De Graaf, E. & Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 657-662.
- Kurnianingsih, C.T. (2017). Analysis on Science Process Skills of Students Through Contextual Approach on Science-Chemistry Learning in Taiwan. *Journals of UNNES – Mathematic & Science*, 4(1), 190-196.
- Mangold, J. & Robinson, S. (2013). The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. *Paper presented at 2013, 120th ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 23-1196). Atlanta, Georgia: University of California, Berkeley.
- Maranan, V.M. (2017). *Basic Process Skills and Attitude Toward Science: Inputs to an Enhanced Students' Cognitive Performance*. Philippines, SanPablo: Faculty of Graduate Studies and Applied Research Laguna State Polytechnic University.
- Meeteren, B.V. & Zan, B. (2010). *Revealing the Work of Young Engineers in Early Childhood Education*. Cedar Falls, Iowa: University of Northern Iowa.
- Pantoya, M., Hunt, E., Aguirre-Munoz, Z. (2015). Developing An Engineering Identity in Early Childhood. *American Journal of Engineering Education*, 6(2), 61-68.
- Ministry of Education Republic of Singapore. (2013). *Nurturing Early Learners A Curriculum for Kindergartens in Singapore : Discovery of The World*. Retrieved from www.nel.moe.edu.sg.
- Museum of Science, Boston. (2018). *The Engineering Design Process*. Retrieved from <https://www.eie.org/stem-curricula/engineering-grades-prek-8/eie-for-kindergarten>.
- Nevada Pre-Kindergarten Standards. (2010). *Nevada State Board of Education*. Nevada department of Education. Retrieved from <https://www.nevadaregistry.org/ece-resources>.
- Next Generation Science Standards. (2013). *The Standards-Arranged by Disciplinary Core Ideas and by Topics*. Washington, DC: The National Academies Press.