

การเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย
ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ
ENHANCING SCIENCE PROCESS SKILLS IN EARLY CHILDHOOD YEARS
THROUGH INQUIRY CYCLE MODEL

จรรยา ดาสา^{1*} และณวรา สีที²
Chanyah Dahsah^{1*} and Navara Seetee²

^{1,2}ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

^{1,2}Science Education Center, Srinakharinwirot University, Bangkok, 10110, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: dahsahc@gmail.com

บทคัดย่อ

การจัดการเรียนรู้ในระดับปฐมวัย ผู้สอนจะต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้เด็กได้เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว เพื่อเรียนรู้และแก้ปัญหาตามความสนใจและวัย ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เด็กมีโอกาสเรียนรู้สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวและประสบการณ์ต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานในการนำมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและต่อยอดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ควรสอดแทรกกิจกรรมที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับเด็กปฐมวัยได้อย่างเป็นธรรมชาติผ่านภารกิจกรรมการสำรวจ การทดลอง และการเล่น บทความนี้จึงมุ่งนำเสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับเด็กปฐมวัยผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะตามแนวทางของโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย เพื่อให้ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนระดับปฐมวัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เด็กปฐมวัย วัฏจักรการสืบเสาะ โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย

Abstract

In early childhood education, facilitators need to help children to experience about environment surrounding them, and to solve problems related to their interest and appropriate to their ages. Science process skills will help children to explore and learn about their surroundings and gain more experiences; and that can be used to solve everyday problems and for further learning. In learning, science process skills should be integrated naturally with children activities such as exploring, experimenting, or playing. This article aims to guide early childhood instructors to develop activities that promote science process skills in early child through inquiry process that is the learning method that used in Little Scientists' House,

Thailand project. To implement inquiry process, the instructors will be able to apply with their instructions and that the children's science process skills will develop effectively.

Keywords: Science Process Skills, Early Childhood, Inquiry Process, Little Scientists' House Project

บทนำ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการหรือเครื่องมือที่สำคัญที่จะนำมาซึ่งการได้มาซึ่งความรู้หรือการแก้ปัญหา (Roadranga, 2001, p. 21) ซึ่งวิธีการหรือความสามารถเหล่านี้เป็นพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ (Padilla, 1990) ที่นำมาใช้ในการสำรวจตรวจสอบในทางวิทยาศาสตร์ในทุกๆ สาขาวิชา รวมถึงการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จึงอาจกล่าวได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิต (Saguansri, 2007) ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ในทุกๆ ระดับตั้งแต่ระดับปฐมวัยจนถึงอุดมศึกษา ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้เด็ก ได้ฝึกปฏิบัติการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่อย่างสม่ำเสมอ

เด็กปฐมวัยเป็นวัยที่สำคัญในการพัฒนาเรียนรู้ เนื่องจากเด็กในวัยนี้จะมีการพัฒนาการอย่างรวดเร็วทั้งในด้านร่างกาย อารมณ์จิตใจ และสติปัญญา ในหลักสูตรปฐมวัยจึงกำหนดให้สถานศึกษาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับเด็กปฐมวัยให้มีรูปแบบที่หลากหลาย สอดคล้องกับ อายุและระดับพัฒนาการของผู้เรียน โดยกำหนดให้เด็กปฐมวัยได้เรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้มีโอกาสลงมือทำ เคลื่อนไหว ทดลอง เล่น สืบค้น คิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (Ministry of Education, 2004, p. 52) การสอนระดับปฐมวัยจึงเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้เด็กได้เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว เพื่อเรียนรู้และแก้ปัญหาตามความสนใจและวัย ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นับว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เด็กมีโอกาสเรียนรู้สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวและประสบการณ์ต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานในการนำมาใช้แก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะที่สำคัญและเป็นพื้นฐานที่ควรส่งเสริมตั้งแต่เด็กระดับปฐมวัยและสอดแทรกเข้ากับกิจกรรมในห้องเรียน ซึ่งการที่ได้ฝึกให้เด็กได้รับประสบการณ์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอจะเป็นการปลูกฝังให้เด็กเป็นคนที่มีความรู้และรู้จักแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่บุคคลพึงจะมี (Saesong, 2009, p. 81) และ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) (2011, pp. 67-68) ได้กำหนดกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัย ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พ.ศ. 2546 ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง ให้กับเด็กในระดับปฐมวัยอย่างน้อย 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น และการพยากรณ์

สำหรับโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยนั้นมีแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับเด็กปฐมวัย อายุระหว่าง 3-6 ปี ให้เกิดความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีพัฒนาการที่เหมาะสมสำหรับเด็กปฐมวัย ได้แก่ พัฒนาการการเรียนรู้ พัฒนาการด้านสังคม พัฒนาการทางการเคลื่อนไหว และพัฒนาการด้านภาษา สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยมุ่งหวังให้ผู้สอนสอดแทรกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนผ่านการทำกิจกรรมในใบงาน รวมถึงการทำโครงการงานของนักเรียนผ่านการเรียนรู้ด้วยวิถีจักรการสืบเสาะ ซึ่งในส่วนของโครงการเองไม่ได้ยกตัวอย่างการสอดแทรกทักษะไว้อย่างชัดเจน แต่ได้ระบุไว้ในการประเมินโครงการงานของนักเรียนว่า ในการทำโครงการงานหนึ่งๆ

จะต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่น้อยกว่า 4 ทักษะ ซึ่งไม่ได้ระบุว่าเป็นทักษะพื้นฐานหรือทักษะบูรณาการ

ในบทความนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ และการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะผ่านการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติ Ostlund; Nwosu and Okeke (as cited in Akinbobola & Afolabi, 2010, p. 33) ได้ให้คำจำกัดความว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถทั้งทางด้านความคิดและการปฏิบัติ ซึ่งนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งความสามารถนี้จะสะท้อนถึงพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี จึงจำเป็นที่จะต้องถ่ายทอดให้กับผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในทุกๆ สาขาวิชา (Padilla, 1990)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST) (2011, pp. 67-68) ได้ให้นิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 13 ทักษะ ตามสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (American Association for Advancement of Science หรือ AAAS) โดยแบ่งออกเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และ ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ (Roadrangka & Dachakupt, 2003, pp. 3-4) ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และ สเปสกับเวลา 5) ทักษะการคำนวณหรือใช้ตัวเลข 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายของข้อมูล

Saguansri (2007) ได้รวบรวมไว้ว่า ทักษะที่จำเป็นและสามารถฝึกปฏิบัติได้สำหรับเด็กปฐมวัยมี 7 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณหรือใช้ตัวเลข ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล และทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ทั้งนี้กรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัย ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พ.ศ. 2546 ได้กำหนดไว้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ให้กับเด็กในระดับปฐมวัยอย่างน้อย 8 ทักษะ (IPST, 2011, pp. 67-68) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเข้าร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูล ซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือ ทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นค่าที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม

3. ทักษะการจำแนก (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีกฎเกณฑ์ ซึ่งอาจเป็นความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space/Time Relationships) หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งหรือมิติของวัตถุกับเวลาที่เปลี่ยนไป

5. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Organizing Data and Communicating) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่ และนำเสนอ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป

สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้ในการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งจากงานวิจัยหลายๆ งานวิจัยต่างได้ข้อสรุปว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับเด็กปฐมวัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Charoenphonthip, 2006; Kosila, 2010; Maneeinr, et al., 2014)

วิจัยการสืบเสาะ

การสืบเสาะเป็นกระบวนการที่สำคัญที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ก็ได้ระบุไว้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนั้นควรสอนโดยใช้การสืบเสาะ ทั้งนี้การสืบเสาะนั้น มีความหมายที่หลากหลาย สำหรับหน่วยงานที่สำคัญ เช่น สภาวิจัยแห่งชาติ ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council, NRC) ได้ให้ความหมายของคำว่า กระบวนการสืบเสาะ เป็น 2 ความหมาย ดังนี้ (NRC, 1996, p.23)

1. การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาธรรมชาติและนำเสนอข้ออธิบายโดยใช้หลักฐานที่ได้จากการศึกษา

2. การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่นักเรียนทำเพื่อพัฒนาความรู้และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาธรรมชาติอย่างไร

ในประเทศไทย สสวท. ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะ โดยเรียกว่าการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้ การสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนเกิดความเข้าใจ

และรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง และสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (IPST, 2007)

ดังนั้น การสืบเสาะ นอกจากจะหมายถึง กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาความรู้หรือการสร้างคำอธิบายถึงสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติด้วยกระบวนการต่างๆ แล้ว กระบวนการสืบเสาะ ยังหมายรวมถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้นำมาใช้ในการหาคำตอบหรือเรียนรู้เพื่อสร้างคำอธิบายถึงสิ่งที่ตนเองสนใจ ตลอดจนเข้าใจและเรียนรู้ถึงวิธีการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ในที่นี้จะเน้นถึงกระบวนการสืบเสาะในห้องเรียน ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะนั้นมีรูปแบบที่หลากหลาย และที่รู้จักคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี ก็คือ การสืบเสาะแบบ 5 ขั้นตอน หรือ 5 E ตามแนวทางของการศึกษาลัทธิชีววิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science Curriculum Study, BSCS) (BSCS, 2006, p.1)

สำหรับในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทยนั้น ได้ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ที่เรียกว่า วัฏจักรการสืบเสาะ ที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดย Haus der kleinen Forscher (Little Scientist's House) Foundation ประเทศเยอรมนี และได้นำมาใช้ในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย ซึ่งได้ดำเนินการพัฒนาการเรียนรู้อิทธิวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับเด็กปฐมวัย ตั้งแต่ปีการศึกษา 2553 ปัจจุบันมีโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการกว่า 15,000 โรงเรียนทั่วประเทศ โดยโรงเรียนที่เข้าร่วมจะจัดกิจกรรมตามใบกิจกรรมบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ปีละไม่น้อยกว่า 20 กิจกรรม และทำโครงการโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะอย่างน้อย 2 วัฏจักร

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะนั้น เป็นเครื่องมือหรือรูปแบบที่จะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้สำรวจตรวจสอบและมีส่วนร่วมในการสนทนาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่รอบตัวและเป็นที่สนใจของเด็ก ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ การตั้งคำถาม การรวบรวมความคิดเห็นและตั้งสมมติฐาน การดำเนินการสำรวจตรวจสอบและค้นคว้า การสังเกตและบรรยายสิ่งที่เกิดขึ้น การบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ และการสรุปและอภิปราย ดังแสดงในภาพที่ 1 และมีรายละเอียด ดังนี้

1. ตั้งคำถาม การตั้งคำถามสำหรับการสำรวจตรวจสอบ อาจจะเป็นคำถามที่เด็กตั้งขึ้นเอง หรือครูผู้สอนเป็นผู้ตั้งขึ้นก็ได้ แต่ทั้งนี้คำถามที่ตั้งขึ้น ต้องเป็นที่สนใจของเด็ก สามารถที่จะสำรวจตรวจสอบได้โดยเด็ก โดยส่วนใหญ่มักจะเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวของเด็ก

2. รวบรวมความคิดและข้อสันนิษฐาน ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความรู้และประสบการณ์เดิมของเด็ก ว่าเด็กรู้สิ่งใดบ้างในคำถามที่ตั้งไว้ ครูผู้สอนจะสนทนากับเด็ก เพื่อรวบรวมคำตอบของเด็ก จากนั้นอาจจะให้เด็กคาดคะเนคำตอบ หรือ ตั้งเป็นสมมติฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการสำรวจตรวจสอบในขั้นต่อไป

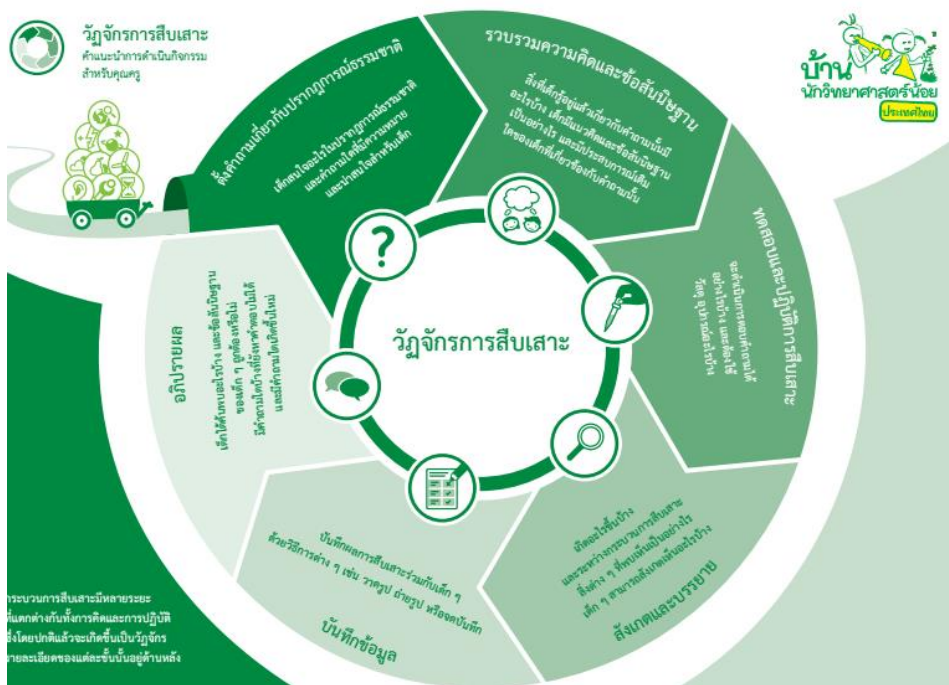
3. ทดสอบและดำเนินการสืบเสาะ ในขั้นนี้ จะมุ่งเน้นให้เด็กเป็นผู้ดำเนินการสืบเสาะและค้นคว้าด้วยตนเองเป็นหลัก โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือ และกระตุ้นผู้เรียนโดยการใช้คำถาม ทั้งนี้ครูผู้สอนอาจจะเสนอแนวทางเลือกให้เด็กเลือกก็ได้ อย่างไรก็ตามในการดำเนินการสืบเสาะนั้น เด็กจะต้องสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเองเป็นหลัก โดยครูผู้สอนจะมีส่วนช่วยเหลือเฉพาะที่อาจเป็นอันตรายกับผู้เรียนเท่านั้น เช่น การใช้ของมีคม หรือน้ำร้อน เป็นต้น

4. สังเกตและบรรยาย ขณะทำการสำรวจตรวจสอบหรือค้นคว้า เด็กจะต้องสังเกตและบรรยายสิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งจะต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง ดังนั้นหลักจากที่เด็กวางแผนการดำเนินการแล้ว ครูผู้สอนจะต้องพูดคุยกับเด็กล่วงหน้าว่า ในขณะที่ดำเนินการทดลองหรือศึกษาค้นคว้านั้น เด็กจะต้องสังเกต

อะไรบ้าง ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องบันทึกคำถามต่างๆ ไว้ล่วงหน้า เพื่อถามให้เด็กสังเกตและบรรยายขณะที่กำลังดำเนินกิจกรรม

5. **บันทึกผลการสืบเสาะ** การบันทึกผลการสืบเสาะ สามารถบันทึกได้หลายรูปแบบ เช่น การถ่ายภาพวาดภาพ หรืออาจบันทึกผลลงในตารางหรือแผนภาพ ซึ่งในส่วนนี้ครูผู้สอนจะต้องพูดคุยกับเด็กแล้วร่วมกันออกแบบแบบบันทึกผลไว้ล่วงหน้าว่าจะบันทึกรูปแบบใด จากนั้นครูผู้สอนจัดทำแบบบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เด็กบันทึก ทั้งนี้การออกแบบการบันทึกผล จะต้องช่วยให้เด็กสามารถสรุปและอภิปรายผลตามสมมติฐานหรือคำถามที่ตั้งไว้ได้

6. **สรุปและอภิปรายผล** การสรุปและอภิปรายผล เป็นการลงความเห็นหรือตีความจากหลักฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกตที่ได้บันทึกไว้ในกรบันทึกผล และการบรรยายขณะที่สังเกตระหว่างการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ดังนั้นการสรุปผลจะต้องไม่เกินกว่าหลักฐานที่มี โดยการสรุปนี้จะต้องเป็นการลงข้อสรุปของเด็กเอง ครูผู้สอนเพียงแต่ถามคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กสรุปจากสิ่งที่ตนเองได้พบเท่านั้น นอกจากนี้ การสรุปและอภิปรายผล อาจจะนำไปสู่คำถามใหม่ๆ สำหรับการสำรวจตรวจสอบเพิ่มเติม



ภาพ 1 วัฏจักรการสืบเสาะ

ที่มา: เอกสารประกอบโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ประเทศไทย

การส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ

จากประสบการณ์การให้คำแนะนำในการทำกิจกรรมและโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การตั้งคำถาม 2) การรวบรวมและข้อสันนิษฐาน

3) การทดสอบและปฏิบัติการสืบเสาะ 4) การสังเกตและบรรยาย 5) การบันทึกผลการทดลอง/ค้นคว้า และ 6) การสรุปและอภิปรายผล สามารถที่จะสอดแทรกกิจกรรมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับเด็กปฐมวัยได้ครบทั้ง 13 ทักษะ ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าเมื่อเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะครบ 6 ชั้น จะทำให้เด็กได้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบ 13 ทักษะ แต่ขึ้นอยู่กับลักษณะของคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ โดยที่แต่ละคำถามก็จะพัฒนาทักษะที่แตกต่างกันออกไป โดยปกติในการหาคำตอบของคำถามหนึ่งๆ ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ไม่น้อยกว่า 4 ทักษะ เช่น ในการสำรวจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เด็กจะได้พัฒนาทักษะการสังเกต การวัด การจัดจำแนก และการสื่อความหมายข้อมูลเป็นต้น ดังนั้นในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทย จึงได้กำหนดเกณฑ์การประเมินโครงการว่า ในโครงการหนึ่งๆ จะต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ไม่น้อยกว่า 4 ทักษะ

อย่างไรก็ตาม การสอดแทรกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังเป็นปัญหาที่ทำนายของคุณครูปฐมวัย ในบทความนี้จึงจะให้ความหมายและยกตัวอย่างแนวทางในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะ โดยเชื่อมโยงกับขั้นตอนของวัฏจักรการสืบเสาะ ซึ่งตัวอย่างที่จะยกตัวอย่างให้ทั้งหมดนี้ เป็นตัวอย่างที่รวบรวมจากการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการและการพิจารณาโครงการของเด็กปฐมวัยในโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง หรือ หลายอย่างรวมกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุหรือสิ่งที่ทำการสังเกต ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องช่วยให้เด็กเรียนรู้ว่าสิ่งของหรือวัตถุที่ให้สังเกตนั้นควรเลือกใช้ประสาทสัมผัสใดในการสังเกตได้บ้าง เช่น การสังเกตข้อที่มีลักษณะต่างกัน เด็กควรจะระบุได้ว่า เด็กควรจะสังเกตโดยใช้ตาเพื่อบอกลักษณะที่มองเห็น และผิวหนังสัมผัสลักษณะผิวสัมผัสหรือความแข็งของข้อ และไม่ควรจะสังเกตโดยใช้ลิ้นชิมรสเป็นต้น แต่ถ้าเด็กจะเปรียบเทียบน้ำดื่มสองยี่ห้อ เด็กควรจะระบุได้ว่า เด็กจะต้องสังเกตโดยใช้ตา เพื่อบอกลักษณะสีและความขุ่นใส สิ่งเจือปนที่มีอยู่ในน้ำ ใช้จมูกเพื่อดมกลิ่นของน้ำว่าน้ำนั้นมีกลิ่นเป็นอย่างไร และใช้ลิ้นในการชิมรสของน้ำเพื่อบอกรสชาติของน้ำว่ามีรสชาติเป็นอย่างไร เป็นต้น

การสังเกตนับว่าเป็นทักษะที่มีอยู่ในทุกกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น การทดลอง การสำรวจ เด็กจะต้องสังเกต ทั้งเพื่อเปรียบเทียบ หรือ ระบุความแตกต่างของวัตถุสิ่งของที่นำมาใช้ในการทดลองหรือที่พบในการสำรวจอยู่เสมอ และในขั้นตอนของวัฏจักรการสืบเสาะ การสังเกตนับว่าเป็นทักษะที่สำคัญและสามารถแทรกอยู่ในกิจกรรมในหลายๆ ชั้น โดยเฉพาะในขั้นของการทดสอบและปฏิบัติการสืบเสาะ และสังเกตและบรรยายสิ่งที่เกิดขึ้น เด็กจะต้องทำการสังเกตขณะปฏิบัติการและสื่อสารบอกเล่าสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้จากการสังเกต

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือในการวัด โดยบอกเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น วัดส่วนสูง น้ำหนัก ปริมาตรหรือความจุ พื้นที่ เป็นต้น ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดนั้น รวมถึงการเลือกเครื่องมือในการวัด การใช้เครื่องมือในการวัด และการระบุหน่วยที่ใช้ในการวัดได้อย่างเหมาะสม เช่น ถ้าวัดระยะทางจากหน้าประตูโรงเรียนมายังอาคารเรียน ควรใช้หน่วยเป็นเมตร แต่ถ้าบอกระยะทางจากบ้านมาโรงเรียนควรใช้หน่วยเป็นกิโลเมตร เป็นต้น สำหรับเด็กระดับปฐมวัยแล้ว ทักษะในการวัด จะเป็นการใช้เครื่องมืออย่างง่าย และใช้หน่วยในการวัดทั้งแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับและความสามารถของผู้เรียนด้วย ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบความกว้างของโต๊ะ เด็กอาจจะใช้ดินสอที่มีความยาวเท่าๆ กันมาเรียงต่อกัน แล้วบอกได้ว่าโต๊ะกว้างเท่ากับดินสอจำนวน 5 แท่ง เป็นต้น แต่สำหรับเด็กที่มีความสามารถที่สูงขึ้น เช่น สามารถอ่านตัวเลขได้ ครูผู้สอนอาจจะให้เด็กวัดความกว้างของโต๊ะโดยใช้สายวัด และให้เด็กบอกความยาวในหน่วยฟุต หรือนิ้วได้

ในการเรียนรู้ เด็กมักจะต้องเปรียบเทียบปริมาณของสิ่งของหรือวัตถุต่างๆ อยู่เสมอ เช่น ขนาดของผลไม้ เด็กควรจะระบุได้ว่า เด็กจะเปรียบเทียบขนาดของผลไม้โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์ เช่น น้ำหนัก เส้นรอบวงของผล จากนั้นเด็กจะต้องระบุว่าเด็กจะทำการวัดอย่างไร ใช้เครื่องมืออะไรในการวัด และจะระบุหน่วยในการวัดอย่างไร เป็นต้น ซึ่งทักษะในการวัดนี้ จะแสดงชัดเจน ในขั้นของการทดสอบและปฏิบัติการสืบเสาะของวัฏจักรการสืบเสาะ ซึ่งรวมถึงการออกแบบและการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดกลุ่ม จัดลำดับของวัตถุหรือสิ่งของด้วยเกณฑ์ที่กำหนดให้หรือเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นเอง โดยอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ร่วมอย่างใดอย่างหนึ่ง ตัวอย่างกิจกรรมที่ใช้ทักษะการจำแนกประเภท เช่น ในการสำรวจดอกไม้ในโรงเรียน เมื่อเด็กได้รวบรวมดอกไม้แล้ว ควรให้เด็กได้สังเกต แล้วจัดดอกไม้ออกเป็นกลุ่ม โดยเด็กจะต้องระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่มได้ เกณฑ์ที่ใช้ในระดับปฐมวัยจะเป็นเกณฑ์ที่ง่ายๆ ส่วนใหญ่คือเกณฑ์ที่ได้จากการสังเกต เช่น สี กลิ่น ลักษณะของกลีบ จำนวนกลีบดอก เวลาในการบานของดอก เป็นต้น นอกจากนี้อาจจะให้เด็กเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของโดยใช้เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น เช่น การเรียงลำดับชนิดดอกไม้ตามระยะเวลาที่ดอกไม้บาน หรือการเรียงลำดับดอกไม้โดยใช้ขนาด หรือจำนวนกลีบดอกไม้ เป็นต้น ทักษะการจำแนกประเภท เป็นทักษะที่สามารถแทรกได้ในทุกการสำรวจตรวจสอบ เช่น ในการสำรวจ เด็กควรจะระบุความเหมือน ความแตกต่าง จัดกลุ่มวัตถุหรือสิ่งของที่ได้จากการสำรวจได้ ในการทดลองเด็กจะต้องสังเกตเปรียบเทียบและจัดกลุ่ม สิ่งของก่อนที่นำมาใช้ หรือ เปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่าง หรือจัดลำดับของผลที่เกิดขึ้น เช่น เรียงลำดับการหลอมเหลวของน้ำแข็งโดยเปรียบเทียบขนาดของก้อนน้ำแข็งที่แช่อยู่ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นต้น

ทักษะการจำแนก เป็นทักษะที่สำคัญสำหรับใช้ในการบันทึกผล เพื่อสรุปและอภิปรายผล ซึ่งอยู่ในขั้นที่ 5 และ 6 ของวัฏจักรการสืบเสาะ อย่างไรก็ตาม ทักษะการจำแนก สามารถสอดแทรกได้ในหลายๆ ขั้น เช่น ในการรวบรวมความคิดเห็นและตั้งสมมติฐาน ในขั้นที่ 2 ของวัฏจักรการสืบเสาะ ครูผู้สอนอาจจะให้เด็กจัดกลุ่มความคิดเห็นของเพื่อนออกเป็นกลุ่มที่เหมือนหรือแตกต่างกัน เป็นต้น

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปส คือ พื้นที่หรือปริมาตรที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งวัตถุโดยทั่วไปอาจจะมีความกว้าง 2 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และ 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส จึงหมายถึง ความสามารถในการระบุรูปร่าง รูปทรงของวัตถุ ระบุได้ว่าวัตถุนั้นเป็น 2 มิติ หรือ 3 มิติ บอกตำแหน่งของวัตถุเทียบกับจุดอ้างอิง ได้ เช่น ด้านบน ด้านล่าง ด้านหน้า ด้านหลัง บอกความสัมพันธ์ระหว่างภาพ 2 มิติกับวัตถุ 3 มิติ เช่น วาดภาพสองมิติ จากวัตถุสามมิติ หรือ ระบุเงาของวัตถุได้ หรือการระบุความสัมพันธ์ของขนาดและปริมาตรของวัตถุ เป็นต้น

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา เป็นความสามารถในการระบุตำแหน่งเมื่อเวลาที่เปลี่ยนไป รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างหรือปริมาณของวัตถุที่เปลี่ยนไปในเวลาต่างๆ เช่น การระบุทิศของดอกทานตะวันในเวลาที่ต่างกัน รูปร่างหรือปริมาตรของน้ำแข็งก้อนเมื่อเวลาผ่านไป การระบุรูปร่างและขนาดของเงาในแต่ละช่วงของเวลาในหนึ่งวัน ตำแหน่งของรถเมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้าในเวลาต่างๆ เป็นต้น

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส กับ สเปสกับเวลา นับว่าเป็นทักษะที่สำคัญที่เด็กจะได้ใช้ในวัฏจักรการสืบเสาะในหลายๆ ขั้น ได้แก่ การดำเนินการสำรวจตรวจสอบ การสังเกตและบรรยายสิ่งที่เกิดขึ้น และการบันทึกผล เช่น ในการบรรยายลักษณะของก้อนน้ำตาลเมื่อใส่น้ำร้อน เด็กควรระบุได้ว่า เกิดอะไรขึ้นกับก้อนน้ำตาล ลักษณะของก้อนน้ำตาลเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่อเวลาเปลี่ยนไป รวมถึงการบันทึกผลโดยการวาดรูปก้อนน้ำตาลในเวลาต่างๆ ซึ่งการวาดรูปก้อนน้ำตาลก็ช่วยให้เด็กเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุสามมิติกับสองมิติได้ เป็นต้น

5. **ทักษะการคำนวณหรือใช้ตัวเลข** เป็นความสามารถในการนับ และการใช้ตัวเลขในการคำนวณ เช่น การบวก ลบ คูณ หรือหาร รวมถึงการเปรียบเทียบจำนวน เช่น มากกว่า น้อยกว่า หรือ เท่ากับ ซึ่งในระดับปฐมวัยการนับจำนวน ก็จะเป็นตัวเลขในหลักหน่วย หรือ หลักสิบ และการคำนวณอาจจะเน้นแค่การบวกและลบตัวเลขหลักเดียวตามระดับการเรียนรู้ของเด็ก

ในการบันทึกผลในวัฏจักรการสืบเสาะ ในกรณีที่มีข้อมูลเชิงปริมาณ ครูผู้สอนควรจะให้เด็กได้บันทึกผลโดยใช้ตัวเลข อาจจะเป็นการบันทึกจำนวนของสิ่งของหรือวัตถุที่สังเกตเห็น รวมถึงอาจจะเพิ่มทักษะการคำนวณอย่างง่ายด้วย เช่น ให้เด็กกรวมจำนวนของดอกไม้ทั้งหมดที่พบในแต่ละวัน หรือระบุว่าดอกไม้ชนิดไหนพบปริมาณมากน้อยต่างกัน เป็นจำนวนเท่าไร เป็นต้น

6. **ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล** หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการวัดมาจัดกระทำ ให้มีความหมาย เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ซึ่งอาจทำได้โดยการ หาความถี่ เรียงลำดับ จัดกลุ่ม เป็นต้น โดยในทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คือ ความสามารถในการเลือก ออกแบบ หรืออธิบายรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม เช่น การทำแผนภูมิภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟ หรือตาราง นอกจากนี้ยังหมายถึงการสื่อสาร บรรยายสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย สำหรับในระดับปฐมวัย จะเน้นที่ความสามารถในการสื่อสาร ถ่ายทอดสิ่งที่พบหรือเรียนรู้ให้กับผู้อื่นให้เข้าใจได้ เช่น การอธิบายได้ว่าดอกไม้สองชนิดเหมือนหรือต่างกันมีอย่างไร น้ำแข็งเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

สำหรับการจัดกระทำกับข้อมูลนั้น ครูผู้สอนจะต้องให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการออกแบบ หรือ อาจจะต้องระบุวิธีการในการจัดกระทำกับข้อมูลให้เด็กเลือก และบอกเหตุผลว่าจะเลือกวิธีใดเพราะเหตุใด ซึ่งการบันทึกข้อมูลอยู่ในขั้นตอนที่ 5 ของวัฏจักรการสืบเสาะ คือ การบันทึกผลข้อมูล นอกจากนี้ในวัฏจักรการสืบเสาะขั้นที่ 4 การสังเกตและบรรยาย ก็เป็นการฝึกทักษะของการสื่อสารของเด็ก คือ เด็กจะต้องบรรยายสิ่งที่เห็นให้คนอื่นเข้าใจได้

7. **ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล** เป็นความสามารถในการสรุปข้อคิดเห็นที่เพิ่มเติมจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมประกอบ เช่น ถ้าให้เด็กชิมเครื่องดื่มหลายๆ ชนิดแล้วให้เด็กลงความเห็นว่ามีเครื่องดื่มชนิดใดมีส่วนผสมของโซดา เด็กจะระบุได้ว่าเครื่องดื่มชนิดใดบ้างมีส่วนผสมของโซดา เนื่องจากเด็กเคยมีประสบการณ์มาก่อนว่าเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของโซดาเมื่อชิมแล้วจะซ่าที่ลิ้น เป็นต้น

ในการทำกิจกรรม ครูผู้สอนสามารถเพิ่มทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลให้กับเด็กได้ แต่ทั้งนี้สิ่งที่ลงความเห็นนั้นจะต้องไม่เกินกว่าความรู้และประสบการณ์เดิมของเด็ก เช่น จากการที่เด็กทำการปลูกต้นถั่วอก เด็กสังเกตพบว่า ต้นถั่วอกกระถางหนึ่งเขียวงามมาก อีกกระถางหนึ่งใบแห้งเหลือง ครูผู้สอนอาจจะให้เด็กลงความเห็นต่อว่า เพราะเหตุใดต้นถั่วอกในสองกระถางจึงแตกต่างกัน ซึ่งเด็กอาจลงความเห็นไว้ในกระถางที่ต้นถั่วอกเขียวงามมีการรดน้ำทุกวัน อีกกระถางหนึ่งอาจไม่ได้รับการรดน้ำ ซึ่งการลงความเห็นเช่นนี้เนื่องจากเด็กมีประสบการณ์มาก่อนหน้านี้ว่าการปลูกถั่วอกจะต้องรดน้ำสม่ำเสมอ ไม่เช่นนั้นต้นถั่วอกจะแห้ง ใบเหลืองได้ หรือเด็กอาจจะลงความเห็นไว้ในกระถางต้นถั่วอกที่ใบเหลืองเนื่องจากได้รับแสงแดดไม่เพียงพอ เนื่องจากเด็กมีประสบการณ์เดิมมาก่อนว่าพืชที่ไม่ได้รับแสงอย่างพอเพียงจะทำให้ใบเหลือง ซึ่งการลงความเห็นนั้นอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ ซึ่งต้องทำการหาคำตอบต่อไป

ในวัฏจักรการสืบเสาะในขั้นที่ 6 การสรุปและอภิปรายผล เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะช่วยฝึกทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือค้นคว้า ซึ่งการลงเห็นจากข้อมูลที่ได้อาจจะนำไปซึ่งกระบวนการหาคำตอบของคำถามใหม่ เพื่อพิสูจน์ว่า การลงความเห็นที่ได้กล่าวไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

8. **ทักษะการพยากรณ์** เป็นความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนคำตอบ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นพื้นฐาน เช่น ถ้าเด็กทำการทดลองแล้วพบว่า น้ำตาลละลายได้เร็วกว่าในน้ำร้อนเทียบกับน้ำอุ่น เด็กสามารถ

นำข้อสังเกตที่ได้มาพยากรณ์ได้ว่า เมื่อนำน้ำตาลมาละลายในน้ำเย็น น้ำตาลจะละลายได้ช้ากว่าในน้ำอุ่นและในน้ำร้อน เป็นต้น ในการทำกิจกรรมหรือการทดลองที่เด็กได้เก็บข้อมูลที่สามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์เชิงปริมาณได้ เช่น อัตราการไหลของน้ำที่มีขนาดรูต่างกัน หรือ เวลาการจมของกะลาเจาะรูที่มีขนาดต่างกัน ครูผู้สอนควรจะให้เด็กได้ฝึกทักษะการพยากรณ์ด้วย เช่น ถ้าขนาดของรูมีขนาดเล็กลงอัตราการไหลของน้ำจะเป็นอย่างไร หรือระยะเวลาที่ใช้ในการจมของกะลาที่มีขนาดกลางจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

โดยปกติแล้วทักษะการพยากรณ์ จะเกิดขึ้นเมื่อเด็กได้ลงข้อสรุปจากการสังเกตแล้ว จากนั้นจึงพยากรณ์ต่อจากข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งในวัฏจักรการสืบเสาะ ทักษะการพยากรณ์ สามารถที่จะเพิ่มเติมได้ในขั้นที่ 6 การสรุปและการอภิปราย โดยให้เด็กพยากรณ์หลังจากที่ได้สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้ว

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นความสามารถในการหาคำตอบหรือคาดคะเนคำตอบของคำถามไว้ล่วงหน้า ซึ่งการตั้งสมมติฐานมักจะมาจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น ในการทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวอย่างไร เด็กจะต้องรวบรวมรู้หรือประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับการปลูกพืชหรือปลูกข้าวมาก่อน เช่น เด็กทราบว่า ดินที่ต่างชนิดกันจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ต่างกัน และดินร่วนเป็นดินที่เหมาะสมแก่การปลูกพืชมากที่สุด เด็กอาจจะตั้งสมมติฐานว่า ข้าวที่ปลูกในดินร่วนจะเจริญเติบโตได้เร็วที่สุด หรือ ข้าวที่ปลูกในดินที่ต่างกันจะเจริญเติบโตเร็วช้าต่างกัน ซึ่งการตั้งสมมติฐานนี้จะเป็นตัวกำหนดวิธีการในการดำเนินการทดลองต่อไป ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองอาจจะสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นก็ได้

ในวัฏจักรการสืบเสาะนั้น ขั้นที่ 2 คือการรวบรวมความคิดและข้อสันนิษฐาน ดังนั้นในการทำกิจกรรมโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะ จะเป็นการฝึกการตั้งสมมติฐานให้กับเด็ก อย่างไรก็ตามในการหาคำตอบของบางคำถามอาจจะไม่สามารถคาดคะเนคำตอบหรือตั้งสมมติฐานได้

10. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้และกำหนดว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม และตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ได้แก่ 1) ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราสนใจว่าจะเกิดอะไรขึ้นหรือทำให้เราทราบว่าเป็นสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นหรือไม่ 2) ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดขึ้นจากตัวแปรต้น 3) ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราจะต้องทำให้เหมือนกันหรือคงที่ เนื่องจากอาจจะจะมีผลต่อตัวแปรตามนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่เราสนใจศึกษา

โดยปกติการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะต้องระบุในการทำการทดลอง หรือในกิจกรรมประเภททดลอง เช่น การศึกษาชนิดของดินที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวหรือไม่ ในการทดลองนี้ตัวแปรต้นก็คือชนิดของดิน ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของดิน ส่วนตัวแปรควบคุมก็คือ ปริมาณของดิน ขนาดของกระถาง ชนิดและคุณภาพของเมล็ดข้าว การได้รับแสงของกระถาง เป็นต้น ในระดับปฐมวัย เด็กอาจจะไม่รู้จักคำว่า ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หรือตัวแปรควบคุม และครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องให้เด็กเรียนรู้คำศัพท์ ซึ่งจะยากเกินกว่าความเข้าใจของเด็กปฐมวัย แต่ครูผู้สอนยังสามารถฝึกทักษะนี้ได้ โดยอาจถามเด็กว่า ในการทดลองนี้เด็กต้องการศึกษาอะไร เราจะวัดอะไรอะไรที่เราต้องทำให้เหมือนกัน อะไรที่เราต้องทำให้แตกต่างกัน เป็นต้น ซึ่งคำถามเหล่านี้ เป็นการฝึกทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรให้กับเด็กโดยที่ไม่ต้องรู้จักคำหรือความหมายของตัวแปร ซึ่งในทุกๆ ครั้งที่เด็กออกแบบการทดลอง จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนควรจะถามคำถามเหล่านี้อยู่เสมอ

การกำหนดและควบคุมตัวแปร ควรจะดำเนินการในขั้นการออกแบบการทดลอง หลังจากที่ได้ข้อสันนิษฐานแล้ว ดังนั้น ทักษะนี้จึงจะสามารถดำเนินการได้ ในขั้นที่ 3 ทดสอบและปฏิบัติการสืบเสาะของวัฏจักรการสืบเสาะ

11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความสามารถในการกำหนด อธิบายความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

นี้ จะต้องกำหนดเป็นสิ่งที่วัดและสังเกตได้ เช่น ถ้าเด็กต้องการเปรียบเทียบดินน้ำมันสองชนิดว่าชนิดใดที่ดีกว่ากัน คำว่าดีในที่นี้จะต้องระบุว่าจะหมายถึงอะไร เช่น คลึงเป็นตัวหนอนได้ยาวไม่แตก หรือ ปั้นเป็นก้อนแล้วไม่ติดมือ เป็นต้น ซึ่งการให้ความหมายของคำ ก็คือ การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการนั่นเอง อีกตัวอย่างหนึ่ง เช่น ในการศึกษาเพื่อตอบคำถามว่า ชนิดของดินที่แตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวอย่างไร ในการทดลองนี้จะต้องกำหนดความหมายว่าชนิดของดินคืออะไร และการเจริญเติบโตของต้นข้าวคืออะไรและวัดอย่างไร ซึ่งชนิดของดินในที่นี้อาจจะกำหนดว่า ชนิดของดินที่แตกต่างกันหมายถึงลักษณะเม็ดดินมีขนาดต่างกัน เช่น ดินเหนียว ดินร่วน ดินทราย ส่วนการเจริญเติบโตของต้นข้าว อาจจะกำหนดว่า การเจริญเติบโต คือ ความสูงของต้นข้าว หรือ ขนาดของใบข้าว เป็นต้น ในการทำกิจกรรมระดับปฐมวัยมีบ่อยครั้งที่เด็กจะทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งแทนที่ครูผู้สอนจะกำหนดให้เลยว่าเด็กต้องวัดหรือสังเกตผลที่เกิดขึ้นอย่างไร ครูผู้สอนควรจะถามคำถามให้เด็กได้ฝึกการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เช่น เราจะบอกได้อย่างไรว่าต้นข้าวเจริญเติบโต เราจะวัดอย่างไร หรือเราจะทราบได้อย่างไรว่าน้ำแข็งหลอมเหลวเร็วหรือช้า เราจะวัดอย่างไร เป็นต้น

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ควรจะดำเนินการ หลังจากที่ได้สมมติฐานแล้ว เพื่อที่จะนำมาใช้ในการออกแบบการทดลองได้ ดังนั้นทักษะนี้ จึงจะสามารถดำเนินการได้ ในขั้นที่ 3 ทดสอบและปฏิบัติการสืบเสาะของวัฏจักรการสืบเสาะ

12. ทักษะการทดลอง เป็นความสามารถในการออกแบบ ดำเนินการ และบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง รวมถึงความสามารถในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ในการทดลอง และแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าระหว่างที่ดำเนินการทดลอง ซึ่งในการทำกิจกรรม ครูผู้สอนจะต้องส่งเสริมให้เด็กได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง โดยในช่วงเริ่มต้น ครูผู้สอนอาจจะเสนอแนะแนวทางหลาย ๆ วิธีแล้วให้เด็กเลือกวิธีใดที่เหมาะสม หรือ อาจมีขั้นตอนให้เด็กได้จัดลำดับขั้นตอนการทดลองด้วยตนเอง แต่ในกรณีที่การทดลองไม่ซับซ้อนหรือเด็กเคยมีประสบการณ์ในการทดลองที่คล้าย ๆ กันมาก่อน ครูผู้สอนอาจจะใช้คำถาม เพื่อช่วยให้เด็กสามารถออกแบบการทดลองด้วยตนเองได้ เช่น การทดลองนี้เราจะใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง เราควรจะทำอะไรก่อนหลัง หรือครูผู้สอนอาจจะนำอุปกรณ์ต่างๆ มาตั้งไว้ก่อน เพื่อให้เด็กเลือกว่าเด็กจะทำการทดลองอย่างไร จากอุปกรณ์ที่มีอยู่ สำหรับในการดำเนินการทดลองนั้น ครูผู้สอนควรจะให้เด็กได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเองในทุกขั้นตอน ยกเว้นในบางขั้นตอนที่เด็กไม่สามารถทำได้หรืออาจเป็นอันตรายต่อผู้เรียน เช่น การใช้ของมีคม การใช้น้ำร้อน เป็นต้น สำหรับการบันทึกผลการทดลองนั้น ครูผู้สอนควรจะให้เด็กได้ออกแบบแบบบันทึก โดยอาจจะถามคำถามว่า เราจะบันทึกผลอย่างไร ทั้งนี้การบันทึกผลอาจจะบันทึกเป็นการวาดภาพ การถ่ายรูป การเขียนบรรยาย ขึ้นกับระดับความสามารถของเด็ก การบันทึกผลนี้จะต้องมีการออกแบบก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อที่ขณะทำการทดลองจะได้สังเกตและบันทึกได้ตรงกับข้อมูลที่ต้องการ

เนื่องจากทักษะการทดลองรวมถึง การออกแบบ การดำเนินการ และการบันทึกผลการทดลอง ดังนั้นจึงปรากฏอยู่ในวัฏจักรการสืบเสาะถึง 3 ขั้นตอน ได้แก่ขั้นที่ 3 ทดสอบและปฏิบัติการสืบเสาะ 4 สังเกตและบรรยาย และ 5 บันทึกผล หรืออาจจะกล่าวในทางกลับกันได้ว่า การใช้วัฏจักรการสืบเสาะ จะทำให้เด็กเกิดทักษะการทดลอง ซึ่งถือว่าเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สำคัญ

13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปของข้อมูล เป็นความสามารถในการแปลความหมาย บอกความสัมพันธ์ หรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การคำนวณมาวิเคราะห์ลงข้อสรุป เช่น ในการทดลองการหลอมเหลวของน้ำแข็งในน้ำร้อน น้ำอุ่น และน้ำเย็น ผลการสังเกตพบว่าน้ำแข็งหลอมเหลวได้เร็วกว่าในน้ำร้อน น้ำอุ่น และน้ำเย็นตามลำดับ จากผลการสังเกตที่ได้ สามารถตีความหมายหรือลงข้อสรุปได้ว่า อุณหภูมิมีผลต่อการหลอมเหลวของน้ำแข็ง โดยน้ำแข็งจะหลอมเหลวได้เร็วเมื่ออุณหภูมิสูง เป็นต้น อีกตัวอย่างเช่น การสำรวจดอกไม้บริเวณรอบๆ โรงเรียน เด็กอาจทำการนับจำนวนของกลีบดอกไม้ ซึ่งพบว่า

ดอกหน้าวัวมี 1 กลีบ ดอกโป๊ยเซียนมี 2 กลีบ ดอกพลับพลึงมี 3 กลีบ ดอกชวนชม พวงพวย ดอกแก้ว มี 5 กลีบ ดอกกุหลาบมี 13 และ 21 กลีบ จากข้อมูลข้างต้นเด็กอาจจะสรุปว่า ดอกไม้ส่วนใหญ่จะมีจำนวนกลีบดอกเป็นจำนวนคี่ ทั้งนี้เด็กจะต้องทราบมาก่อนว่าจำนวนคี่คืออะไร หรือเด็กอาจจะสรุปหรือตีความว่าดอกไม้ส่วนใหญ่จะมีกลีบดอก 5 กลีบ เป็นต้น ซึ่งการตีความหรือลองข้อสรุปนั้นจะต้องระมัดระวังว่าไม่เกินกว่าข้อมูลที่มีอยู่

ซึ่งทักษะนี้ปรากฏอยู่ในขั้นที่ 6 ของวัฏจักรการสืบเสาะ คือ การสรุปและอภิปรายผล ซึ่งเด็กจะต้องสามารถนำข้อมูลที่ได้มาลงข้อสรุปและตีความหมายเพื่อสรุปสิ่งที่ได้จากการศึกษาได้

สรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการหรือความสามารถที่สำคัญที่ใช้ในการหาคำตอบ หรือศึกษาเรียนรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และนับว่าเป็นความสามารถพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีวิต ผู้ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ และควรฝึกฝนตั้งแต่ระดับเด็กปฐมวัย ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะสามารถที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยได้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะในแต่ละขั้นตอนนั้น ช่วยส่งเสริมและเปิดโอกาสให้เด็กได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลายๆ ทักษะ โครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยจึงส่งเสริมให้เด็กได้ทำเรียนรู้และทำกิจกรรมโดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะ นอกจากจะให้เด็กได้เรียนรู้และหาคำตอบในสิ่งที่ตนเองสนใจ แล้วยังเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรม ทั้งนี้คุณครูผู้สอนจะต้องสอดแทรกคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติในแต่ละทักษะอย่างสม่ำเสมอ ดังตัวอย่างที่ได้นำเสนอในบทความนี้ เพื่อช่วยให้เด็กปฐมวัยสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการบ้านนักวิทยาศาสตร์น้อยประเทศไทยและโครงการบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับประสบการณ์และแนวคิดเกี่ยวกับวัฏจักรการสืบเสาะและการทำงานร่วมกับคุณครูปฐมวัยและสถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สำหรับการสนับสนุนทุนในการดำเนินโครงการวิจัยจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย ประจำปี 2559

References

- Akinbobola, A.O., & Afolabi, F. (2010). Analysis of science process skills in West African senior secondary school certificate physics practical examinations in Nigeria. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 5(4), 234-240.
- Biological Science Curriculum Study. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Retrieved November 12, 2015, from http://www.bsos.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf

- Charoenphonthip, O. (2006). *Effects of project approach experiences on science process skills of young children* (Master thesis). Songkla: Prince of Songkla University. (in Thai)
- Kosila, P. (2010). *Development of science process skills and affective domain using inquiry learning activities* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)
- Maneeinr, W., Thongpae, W., & Kiasakul, K. (2014). Basic Science Process Skills of Early Childhood Received from Using Project Approach and Inquiry Method. *Journal of Education Naresuan University*, 16(1), 1-11. (in Thai)
- Ministry of Education. (2004). *Early childhood curriculum manual B.E. 2546 (age 3-5 year olds)*. Bangkok: Ministry of Education. (in Thai)
- National Research Council. (1996). *National science education standard*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Ostlund, K. (1998). What the research says about science process skills: How can teaching science process skills improve student performance in reading, language arts, and mathematics? *The Electronic Journal of Science Education*, 2(4). Retrieved December 10, 2015, from <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7589/5356#top>
- Padilla, M. J. (1990). The science process skills. "Research Matters... to the Science Teacher." *National Association for Research in Science Teaching*, No.9004. Retrieved November 30, 2015, from <https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>
- Roadrangka, V., & Dachakupt, P. (2003). *Developing thinking skills of teachers using science process skills activities* (2nd ed.). Bangkok: The Master Group Management. (in Thai)
- Roadrangka, V. (2001). *Teaching science that emphasizing process skills* (2nd ed.). Bangkok: Institute of Academic Development. (in Thai)
- Saesong, N. (2009). *Effects of project approach experiences on science process skills for young children* (Master thesis). Lampang: Lampang University. (in Thai)
- Saguansri, C. (2007). *Early childhood and science process skills*. (Teaching Publications, Thepsatri Rajabhat University). (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2007). *Learning mode that develop higher thinking process in biology for upper secondary school*. Retrieved September 30, 2015, from <http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content10.html> (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2011). *Framework and manual for early childhood science learning*. Retrieved July 20, 2016, from <http://earlychildhood.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/25/2014/09/Science-Framework-for-ECE.pdf> (in Thai)