การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เรื่องแรงและเสียง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดใหม่อมตรส กรุงเทพมหานคร

Developing an Understanding of the Nature of Science and Scientific Explanations by Using Explicit- reflective Instruction in the Topic of Force and Sound of Grade 5 Students at Wat Mai Amatarod School in Bangkok Metropolis

อรอุมา ศุภกุล[*] จุฬารัตน์ ธรรมประทีป[**] และดวงเดือน สุวรรณจินดา[**]

* ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาสุโขทัยธรรมาธิราช

** สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาสุโขทัยธรรมาธิราช

Onuma Supakul[*], Jurarat Thammaprateep[**] and Duongdearn Suwanjinda[**]

* Master of Education, Department of Education, Sukhothai Thamathirat Open University

** Department of Educational, Sukhothai Thammathirat Open University

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เรื่องแรงและเสียง รวมทั้งศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด ศึกษากับนักเรียน 11 คน โรงเรียนวัดใหม่อมตรส เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน บันทึกหลังสอน และใบกิจกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ความถี่และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนในระดับความเข้าใจถูกต้องมากกว่าก่อนเรียน ประเด็นที่นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจระดับถูกต้องสูงสุด คือ อิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ตามลำดับ 2) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน คือ อยู่ในระดับดี จำนวน 2 คน (ร้อยละ 18.18) ระดับปานกลาง จำนวน 5 คน (ร้อยละ 45.45) และระดับปรับปรุง จำนวน 4 คน (ร้อยละ 36.36) องค์ประกอบที่มีการพัฒนามากที่สุดคือข้อกล่าวอ้าง รองลงมาคือหลักฐาน 3) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด มีดังนี้ (1) การใช้คำถามและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรมการสืบเสาะ หรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียน ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประเด็นหลักฐานเชิงประจักษ์ (2) การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดแจ้งผ่านการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้ (3) การลงมือปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแลกเปลี่ยนการอธิบายปรากฏการณ์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ดี

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษา

Abstract

This action research aimed to develop fifth-grade students' understanding of the nature of science and students' scientific explanation by using explicit- reflective instruction in the topic of force and sound and to find out good teaching practices in explicit- reflective instruction. The participants were 11 fifth-grade students at Wat Mai Amatarod School. Data were obtained from the nature of science test, scientific explanation test, students' reflective journal, teacher's reflective journal and student' worksheets. Content analysis, frequency and percentage were employed for analyzing the data.

The results of this research show that 1) Through explicit-reflective instruction students had understanding of the nature of science at complete understanding than before learning in particularly the social and cultural embeddedness of scientific knowledge and the tentative nature of science knowledge. 2) In post-learning, the students' scientific explanation was higher than the pre- learning counterpart, students developed their scientific explanation ability as follows: 2 students (18.18 percent) were at a good level, 5 students (45.45 percent) were at a moderate level, and 4 students (36.36 percent) were at an improvement level. In addition, the most developed component was claim and evidence. 3) The good teaching practices in learning management using explicit- reflective instruction were (1) using questions and discussion in terms of the nature of science aspects that related with inquiry activities or science learning activities was useful for developing students' understanding of the nature of science as empirical evidence; (2) explicit writing about component of scientific explanations supported the construction of scientific explanations and extending to other events or phenomena; (3) hands-on activities and sharing idea or explain phenomena supported the construction of scientific explanations that coherence among claims and evidence.

Keywords: Explicit- reflective Instruction, Nature of Science, Scientific Explanation Ability, Primary School

บทนำ

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งส่วนประกอบสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Khishfe, 2008) นอกจากนี้ยังพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญที่จะส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ (OECD,2012) ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว

การจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย พบว่ายังให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย ดังจะเห็นได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าการสอดแทรกธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในระหว่างการเรียนการสอนมีเพียงส่วนน้อย ส่งผลให้นักเรียนขาดความเข้าใจในเรื่องธรรมชาติวิทยาศาสตร์ และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mahalee & Faikhamta, (2010); Ladachart & Suttakun, (2012) ที่กล่าวว่าสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เป็นเพราะนักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอในห้องเรียน และครูไม่รู้วิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Chamrat & Yutakom, 2008) ทำนองเดียวกันจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พบว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ส่วนใหญ่ไม่เข้าใจความแตกต่างของการสังเกตและการลงความคิดเห็น ไม่สามารถอธิบายที่มาของคำตอบ และหาเหตุผลเพื่อยืนยันคำตอบของตนเองได้ เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้สะท้อนออกมาให้เห็นอย่างชัดเจนจากใบงาน การปฏิบัติกิจกรรม การบันทึกผลการทดลอง หรือการตอบคำถามในชั้นเรียน รวมถึงบันทึกหลังสอนที่ผ่านมา ผู้วิจัยเห็นว่าการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความสามารถ

ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญซึ่งนักเรียนในระดับประถมศึกษาควรได้รับการพัฒนาในส่วนนี้อย่างจริงจัง เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น และเป็นการเตรียมความพร้อมในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) และประเมินการศึกษาระดับนานาชาติ (PISA) ต่อไป

หากพิจารณาถึงคำนิยามของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นลักษณะเฉพาะตัวของวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย 8 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์ 2) ด้านการสังเกตและการลงความเห็น 3) ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 4) ด้านความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์ 5) ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยความรู้และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 6) ด้านอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ 7) ด้านมายาคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ 8) ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002). นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ในด้านหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งนำมาสนับสนุนการอธิบายปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่งว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร โดยการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐาน และ 3) การให้เหตุผล (McNeill & Krajcik, 2006)

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและทบทวนวรรณกรรมพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ชัดแจ้งและสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective approach) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญและบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน มีการบูรณาการสอดแทรกประเด็นด้านต่างๆ ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดหรือความรู้ในการเรียนเข้าด้วยกันพร้อมทั้งสะท้อนความเข้าใจผ่านการอภิปรายแสดงความคิดเห็น มีงานวิจัยที่บ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนความคิดออกมาจากกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (Khishfe & Abd-El-Khalick , 2002; Abd-El-Khalick, 2002; Yacoubian & BouJaoude, 2010) โดย Abd-El-Khalick & Lederman (2000) ได้ให้เหตุผลว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิด ดังนั้นการอภิปรายและสะท้อนความคิดจึงสามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และลงมือปฏิบัติจริง (McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx, 2006) จากการตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Sangwanpetch, 2015; Panyo & Faikhamta, 2016 & Khishfe, 2008) พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ชัดแจ้งและสะท้อนความคิด (Explicit and Reflective approach) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญและบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน มีการบูรณาการสอดแทรกประเด็นด้านต่างๆ ของธรรมชาติวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดซึ่งช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดหรือความรู้ในการเรียนเข้าด้วยกัน นำไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Khishfe & Abd-El-Khalick ,2002; Abd- El-Khalick, 2002; Yacoubian & BouJaoude, 2010) ทั้งนี้ยังไม่พบงานวิจัยที่นำการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด มาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติร่วมกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่ทำในระดับประถมศึกษามีจำนวนน้อย (Putnok, Boonyasiri, & Trivijitkasem, 2012 ; Chomka & Yutakom, 2017) เนื้อหาที่ใช้ส่วนใหญ่คือ เรื่องลม ฟ้า อากาศ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเลือกแนวการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดในเนื้อหาแรงและเสียง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เรื่องแรงและเสียง

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เรื่องแรงและเสียง

3. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและเสียง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. บริบทของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นรูปแบบงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่อ่านและเขียนคล่อง มีความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน และนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในปีการศึกษาที่ผ่านมา นักเรียนร้อยละ 80 มีผลการเรียนระดับ 3 ขึ้นไป นอกจากนี้ผู้วิจัยยังมีความสนิทสนมกับนักเรียนเนื่องจากเป็นครูประจำชั้นในปีที่ผ่านมา

2. กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่ง สังกัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 11 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

3. รูปแบบงานวิจัย

รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบการวิจัยของ Kemmis and Mc Taggart (1998) ซึ่งมีรูปแบบของการดำเนินการวิจัยเป็นวงจร แต่ละวงจรมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นเตรียมการในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Act) นำแผนที่ได้มาจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้ของตนเอง รวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และ 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflet) เป็นการสะท้อนความคิดเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติการสอน งานวิจัยนี้จัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 วงจร (Cycle) โดยผู้วิจัยแบ่งวงจรตามหน่วยการเรียนรู้ โดยวงจรที่ 1-4 อยู่ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องแรง และวงจรที่ 5-9 อยู่ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเสียง

4. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้บนพื้นฐานการสืบเสาะ โดยสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เข้าไปตามขั้นต่างๆ โดยยึดหลักความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วย 1) แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจำนวน 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และเห็นด้วย และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ มีข้อคำถามจำนวน 17 ข้อคำถาม ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ประเด็น ตามกรอบแนวคิดของ Lederman *et al*.(2002) ค่าความเที่ยง 0.90 2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อคำถามปลายเปิดจำนวน 6 ข้อ เพื่อวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.50 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ให้มีความชัดเจนและตรงประเด็น 3) อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียน ซึ่งให้นักเรียนได้สรุปความเข้าใจของตนเอง โดยมีการกำหนดหัวข้อให้นักเรียนเขียน 4) แบบบันทึกหลังสอน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยทำการสังเกตการสอนของตนเอง ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในแผนต่อไป 5) ใบกิจกรรมของนักเรียน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มที่ศึกษา ใช้เวลาในการทำแบบวัดละ 50 นาที จากนั้นดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยรวบรวมจากแบบบันทึกหลังสอน อนุทินสะท้อนความคิด ใบกิจกรรมของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ได้ทำการวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน

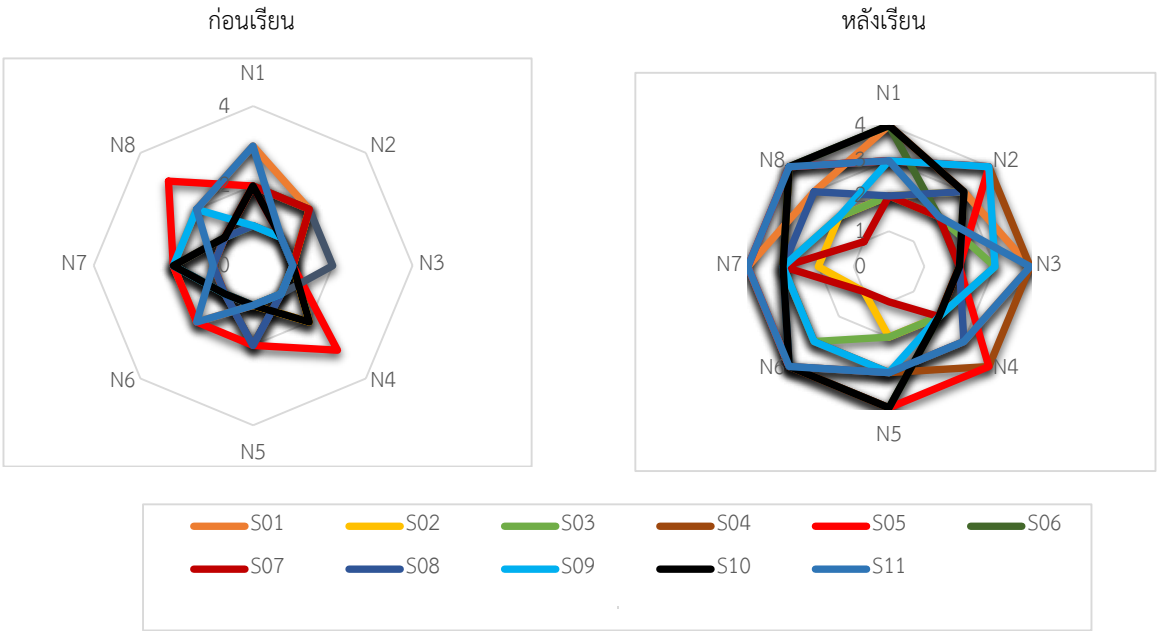
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) ผู้วิจัยนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์ เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามกรอบแนวคิดมา Abd-El-Khalick & Lederman (2000) ได้แก่ 1) เข้าใจถูกต้อง 2) เข้าใจบางส่วน 3) เข้าใจคลาดเคลื่อน 4) ไม่เข้าใจ ส่วนแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์ เพื่อหารูปแบบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ตามเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้น โดยปรับมาจากเกณฑ์การประเมินของ McNeil and Krajcik (2006) จากนั้นนำเสนอผลการวิเคราะห์ที่ได้ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของคำตอบนักเรียนกับเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสามเส้า (Triangulation) ในการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล มีการวิเคราะห์ อย่างอิสระจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและเพื่อนผู้วิพากษ์ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาข้อสรุป เสร็จแล้วจึงนำมาคำนวณความถี่และร้อยละของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เรื่องแรงและเสียง



ภาพที่ 1 ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนรายบุคคล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด

หมายเหตุ

N1	ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์	N5	ด้านการถูกเหนี่ยวนำโดยความรู้และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
N2	ด้านการสังเกตและการลงความเห็น	N6	ด้านอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์
N3	ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์	N7	ด้านมายาคติต่อวิธีการทางวิทยาศาสตร์
N4	ด้านความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์	N8 S	ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ คือ รหัสของนักเรียนทั้ง 11 คน

ก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มไม่เข้าใจ (1) โดยเฉพาะด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 90.90 (10 คน) รองลงมาคือด้านอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 72.72 (8 คน) หลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นโดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พัฒนามาอยู่ในกลุ่มเข้าใจถูกต้อง (4) ได้มากขึ้นโดยเฉพาะด้านอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 54.54 (6 คน) รองลงมาคือด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ร้อยละ 45.45 (5 คน)

ตอนที่ 2 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เรื่องแรงและเสียง

ตารางที่ 1 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด

ระดับคุณภาพ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ดี (25-36 คะแนน)	0 (0.00%)	2 (18.18%)
ปานกลาง (13-24 คะแนน)	1 (9.09%)	5 (45.45%)
ปรับปรุง (0-12 คะแนน)	10 (90.90%)	4 (36.36%)

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ก่อนจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 90.90 (10 คน) มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง และร้อยละ 9.09 (1 คน) อยู่ในระดับปานกลาง หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ดังนี้ นักเรียนร้อยละ 18.18 (2 คน) มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในระดับดี ร้อยละ 45.45 (5 คน) อยู่ในระดับปานกลาง และร้อยละ 36.36 (4 คน) อยู่ในระดับปรับปรุง

ตารางที่ 2 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ รายองค์ประกอบก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์					
	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	ปรับปรุง (0-4 คะแนน)	ปานกลาง (5-8 คะแนน)	ดี (9-12 คะแนน)	ปรับปรุง (0-4 คะแนน)	ปานกลาง (5-8 คะแนน)	ดี (9-12 คะแนน)
ข้อกล่าวอ้าง	7 (63.63%)	4 (36.36%)	0 (0.00%)	3 (27.27%)	2 (18.18%)	6 (54.54%)
หลักฐาน	10 (90.90%)	1 (9.09%)	0 (0.00%)	5 (45.45%)	4 (36.36%)	2 (18.18%)
เหตุผล	11 (100%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	6 (54.54%)	3 (27.27%)	2 (18.18%)

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ก่อนจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 63.63 (7 คน) ขึ้นไป มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง ด้านหลักฐานและด้านเหตุผล อยู่ในระดับปรับปรุง หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง มีนักเรียนร้อยละ 54.54 (6 คน) อยู่ในระดับดี รองลงมาคือด้านหลักฐาน และด้านเหตุผล ร้อยละ 18.18 (2 คน)

ตอนที่ 3 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดที่พัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและเสียง

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 1 การใช้คำถามและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรมการสืบเสาะ หรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียน ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประเด็นหลักฐานเชิงประจักษ์

การใช้คำถามและอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับกิจกรรมการสืบเสาะ หรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียน ช่วยส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยออกแบบกิจกรรมที่ชัดแจ้งและสะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเลือกประเด็นธรรมชาติที่สอดคล้องกับกิจกรรมสืบเสาะ หรือกิจกรรมลงมือปฏิบัติในบทเรียน และการกำหนดคำถามหลัก เพื่อนำการอภิปรายในประเด็นให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้เชื่อมโยงมาจากกิจกรรมที่นักเรียนทำเอง นักเรียนจะสามารถย้อนประสบการณ์และสะท้อนความเข้าใจของตนเองออกมาผ่านการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น โดยผู้วิจัยเลือกที่จะใช้คำถามและอภิปรายสะท้อนความคิดในขั้นการอธิบาย

จากการวิเคราะห์บันทึกหลังสอนพบว่า ลักษณะของคำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามปลายเปิด ที่มุ่งให้นักเรียนนำหลักฐานมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนเองและต้องมีความเชื่อมโยงกับกิจกรรมที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ ซึ่งพัฒนามาจากผลที่เกิดขึ้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วงจรที่ 1 ที่พบว่า คำถามที่นำมาใช้ยังไม่สนับสนุนให้นักเรียนแสดงหลักฐานที่ได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนบางส่วนเกิดความสับสนและไม่สามารถเชื่อมโยงกิจกรรมที่ตนเองลงมือปฏิบัติและแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหานี้จึงได้มีการปรับปรุงการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์มากขึ้น โดยนำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2,3 และ 5 ครูผู้สอนจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น โดยนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมมาใช้ ในการตอบคำถาม เมื่อสิ้นสุดการอภิปรายหรือแสดงความคิดเห็น ครูผู้สอนจะทำการสรุปเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้าน

หลักฐานเชิงประจักษ์อีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

ตัวอย่างคำถามที่ใช้

- จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางใดได้ดีที่สุด
- หลักฐานที่สามารถนำมาสนับสนุนคำตอบของนักเรียนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมคือ
- เพราะเหตุใด นักเรียนจึงคิดว่าหลักฐานนี้สามารถนำมายืนยันคำตอบของนักเรียนได้
- นักเรียนคิดว่าหลักฐานเชิงประจักษ์มีลักษณะอย่างไร

หลังจากที่ได้ปรับการคำถามในแผนที่ 2,3และ 5 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ได้มากยิ่งขึ้นและสามารถย้อนประสบการณ์ที่ตนเองได้ลงมือปฏิบัติจริง นำมาใช้ในการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์มากยิ่งขึ้น

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 2 การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดแจ้งผ่านการเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้

การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจโดยชัดเจนนั้น ครูผู้สอนควรอธิบายองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง หลังจากนั้นฝึกให้นักเรียนเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซ้ำๆ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สำหรับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้

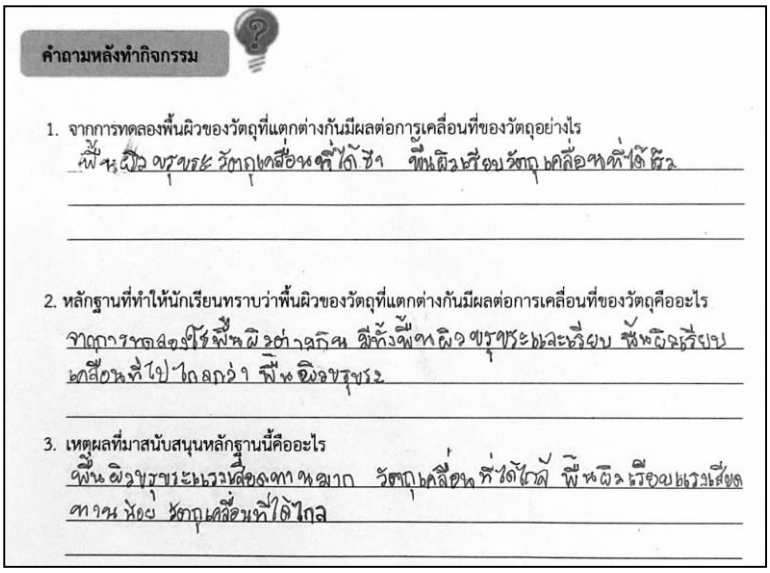
ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ผลรวมของแรงเมื่อวัตถุหยุดนิ่ง ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ในวงจรที่ 2 โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม หลังจากนั้นให้นักเรียนฝึกการเขียนองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผ่านการตอบคำถามหลังทำกิจกรรม แล้วนำคำตอบมาอภิปรายร่วมกัน ผลปรากฏว่าพบว่านักเรียนยังไม่สามารถเขียนองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและสมบูรณ์ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่เข้าใจองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมองเห็นปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่ ซึ่งอยู่ในวงจรที่ 3 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลาง อยู่ในวงจรที่ 5 โดยทำการอธิบายรายละเอียดขององค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล หลังจากนั้นยกตัวอย่างการสถานการณ์จากการทำกิจกรรมในกิจกรรม แล้วให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ

ครู : จากการทดลองผลรวมของแรงเมื่อวงแหวนและถุงผ้าหยุดนิ่ง มีค่าเท่าใด (ข้อกล่าวอ้าง)

ครู : หลักฐานที่ทำให้นักเรียนทราบว่าวงแหวนและถุงผ้าหยุดนิ่งมีค่าเท่ากับศูนย์คืออะไร (หลักฐาน)

ครู : เหตุผลที่มาสนับสนุนหลักฐานนี้ (การให้เหตุผล)

ซึ่งขั้นนี้นักเรียนจะแสดงความคิดเห็นของแต่ละคนออกมาอย่างเต็มที่ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน ครูนำผลที่ได้สรุปลงในพาวเวอร์พอยท์ (power point) เพื่อสรุปคำตอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มทำกิจกรรม เรื่องพื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่ ในการทำกิจกรรมครั้งนี้ ครูจะเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมของนักเรียนโดยใช้คำถามชี้นำให้นักเรียนเห็นข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรม ครูผู้สอนให้นักเรียนฝึกเขียนองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อีกครั้ง โดยใช้คำถามหลังทำกิจกรรม แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 2 ตัวอย่างคำตอบนักเรียนกลุ่ม 1

จากภาพแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบของข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ส่วนองค์ประกอบของหลักฐานนักเรียนสามารถแสดงหลักฐานที่ถูกต้องเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและสมบูรณ์ และองค์ประกอบของการให้เหตุผลนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องและสมบูรณ์

แนวปฏิบัติที่ดีที่ 3 การลงมือปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแลกเปลี่ยนการอธิบายปรากฏการณ์ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานได้ดี

การจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมและเน้นให้นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็น เพื่อสะท้อนความเข้าใจของตนเอง ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ดีขึ้น โดยผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนได้ข้อค้นพบแนวปฏิบัติที่ดีมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ในเรื่อง พื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่

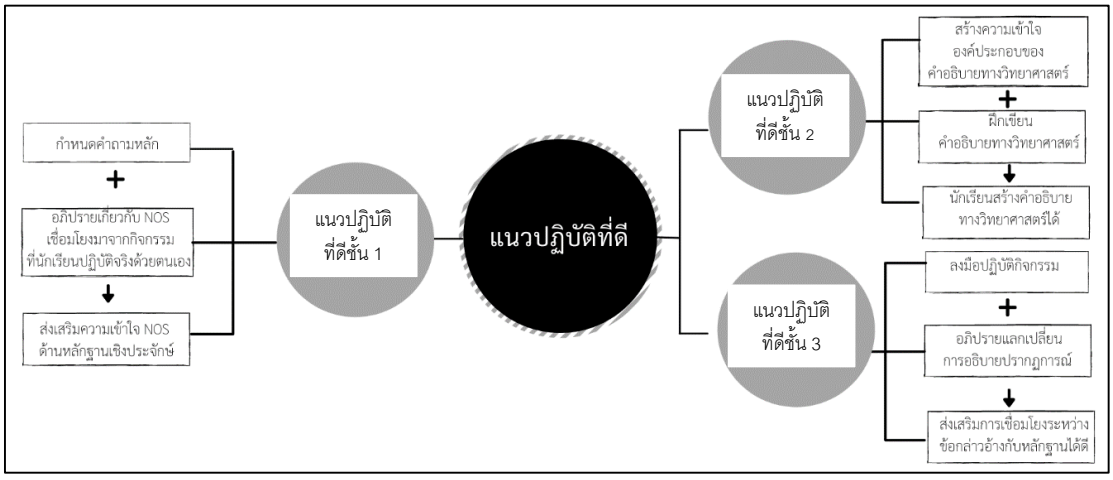
ผลการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นผิวของวัตถุกับการเคลื่อนที่ ในวงจรที่ 3 โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม จากนั้นนักเรียนนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม ผลปรากฏว่านักเรียนบางกลุ่มได้ผลการปฏิบัติกิจกรรมที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ซึ่งสาเหตุมาจากนักเรียนบางส่วนมองไม่เห็นหลักฐานที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลให้การแสดงหลักฐานของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน ผู้วิจัยมองเห็นปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลาง อยู่ในวงจรที่ 5 โดยได้มอบหมายให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มมีหน้าที่ที่ชัดเจน ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย โดยการใช้คำถาม ซึ่งเป็นการชี้ข้อกล่าวอ้างให้นักเรียนเห็น และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นก่อนที่จะลงมือปฏิบัติกิจกรรม ในขั้นปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนทุกคนในกลุ่มจะต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อให้คำตอบของข้อกล่าวอ้าง พร้อมมองเห็นหลักฐานที่จะนำมาสนับสนุนได้ถูกต้อง ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3 นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม

จากนั้นนักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องมาสรุปร่วมกันถึงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานที่นำมาสนับสนุน เพื่อให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ดังแสดงในภาพที่ 4 จากนั้นครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายคำตอบ ข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานที่นำมาสนับสนุนของกลุ่มตนเองกับกลุ่มเพื่อน ๆ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันแสดงความคิดเห็นและเกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจและนำมาซึ่งจากสรุปคำตอบของข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน หลังจากนั้นครูนำสรุปข้อกล่าวอ้างหลักฐานอีกครั้ง

ภาพที่ 4 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปร่วมกันถึงข้อกล่าวอ้าง และหลักฐานที่นำมาสนับสนุน

แนวปฏิบัติที่ดีที่ได้จากการวิจัย เป็นไปตามแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 สรุปแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิดที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

สรุปและอภิปรายผล

1. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นในทุกประเด็น โดยผลการวิจัยก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่าประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจมากที่สุด คือด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ ด้านอิทธิพลของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ พิจารณาโดยละเอียดแล้วพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 ประเด็นอยู่ในกลุ่มไม่เข้าใจ (NU)

ผลการวิจัยภายหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกประเด็น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก 1) การออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม และครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจในระหว่างการจัดกิจกรรม สอดคล้องกับ Panyo & Faikhamta (2016) กล่าวว่า การกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายสะท้อนความคิดด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจและมีการประเมินความเข้าใจร่วมกันผ่านการอภิปรายโต้แย้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น 2) การจัดการเรียนรู้ที่นำประเด็นธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนเข้ามาไว้ด้วยกัน ซึ่งผู้วิจัยได้สอดแทรกเข้าไปในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 9 แผน โดยยึดความสอดคล้องและเหมาะสมของเนื้อหากับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Patamapongsa (2012). และ Khishfe (2008) พบว่า การสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงไปในเนื้อหาที่เหมาะสมจะช่วยให้ครูสามารถหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นออกมาอภิปรายสะท้อนความคิดกับนักเรียนได้อย่างชัดเจน และช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น 3) คำถามที่ใช้ในการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกิจกรรม ผู้วิจัยได้เลือกใช้คำถามปลายเปิดที่เน้นให้นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็นและสะท้อนความเข้าใจของตนเอง โดยพบว่าเมื่อนักเรียนได้เริ่มอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถนำข้อมูลที่มีจากการปฏิบัติกิจกรรม มาใช้ในการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งมีการโต้แย้งกัน สอดคล้องกับ Pakdee, Faikhamta & Suwanruji (2017) ได้กล่าวถึง การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งกันจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ยังมีประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในกลุ่มความเข้าใจคลาดเคลื่อน (MU) อยู่มากที่สุด ได้แก่ 1) ประเด็นด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ไม่สามารถสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ครูผู้สอนได้เพียงยกตัวอย่างกฎและทฤษฎีขึ้นมาให้นักเรียนเห็น ทำให้นักเรียนอาจไม่เข้าใจถึงความแตกต่างของกฎและทฤษฎี ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Panyo & Faikhamta (2016) กล่าวว่า ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนสามารถพัฒนาได้ดี ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความสามารถในการอธิบาย และเข้าใจกฎและทฤษฎีได้ดีเนื่องจากในเนื้อหามีการกล่าวถึงกฎและทฤษฎี ผู้วิจัยเห็นว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาอาจจะต้องมีการจำลองสถานการณ์หรือใช้ประวัติศาสตร์การค้นพบกฎและทฤษฎีเข้ามาช่วยจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้มากขึ้น 2) ด้านความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมการทดลอง ด้วยตนเอง แต่เนื่องมาจากเนื้อหาและกิจกรรมอาจยังไม่ส่งเสริมประเด็นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการมากเท่าที่ควร รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ค่อนข้างจำกัด และกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติค่อนข้างมาก ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในประเด็นดังกล่าว สอดคล้องกับ Chamrat, Yutakom & Chaiso (2009) กล่าวไว้ว่า เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้มากขึ้นควรเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงบทบาทสมมติของนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้จินตนาการในการทดลองและควรเพิ่มระยะเวลาในประเด็นนี้ให้มากขึ้น

2. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย พบว่า หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยผลการวิจัยก่อนการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปรับปรุง เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยภายหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นโดยนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถมาอยู่ในระดับปานกลาง องค์ประกอบที่พัฒนาได้มากที่สุดคือ ข้อกล่าวอ้าง รองลงมาคือ หลักฐานและการให้เหตุผล ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก 1) นักเรียนได้ฝึกฝนการเขียนองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมและให้เขียนองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซ้ำๆหลายๆรอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเอง สอดคล้องกับ Zangori & Forbes (2014) กล่าวว่า ครูจำเป็นต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนการสร้างคำอธิบายอย่างสม่ำเสมอ ไม่ว่าจะผ่านการสนทนาพูดคุยหรือการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร อีกทั้งครูยังควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อนำความรู้นั้นมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ 2) การลงมือปฏิบัติกิจกรรมและอภิปรายแลกเปลี่ยนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของตนกับเพื่อนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ HongKerd (2018) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิพากษ์เกี่ยวกับคำอธิบายที่ได้สร้างขึ้นว่ามีความครบถ้วนตามองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับปรุงแก้ใช้คำอธิบาย จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายที่ถูกต้องและครบถ้วนได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนควรใช้คำถามปลายเปิดที่เชื่อมโยงเนื้อหาในบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กลมกลืน โดยลักษณะของคำถามที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะต้องชี้ให้นักเรียนเห็นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน มีความกระชับและเชื่อมโยงเข้ากับกิจกรรมที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ รวมทั้งจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายสะท้อนความเข้าใจของตนเอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกันและเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้

1.2 ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจในวิธีการจัดการเรียนรู้แบบชัดแจ้งและสะท้อนความคิด การนำประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปใส่ให้กลมกลืนกับเนื้อหาที่สอน และพึงระวังการสอนที่นำประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มาสอนโดยตรงซึ่งไม่ได้อิงเนื้อหาที่สอนซึ่งจะทำให้นักเรียนอาจเกิดความสับสนในบทเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลการวิจัยพบว่า การวัดความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ด้วยแบบวัดอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอที่จะนำข้อมูลมาตีความเข้าใจของนักเรียนได้ ครูควรทำการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม และอัดวิดีโอในขณะทำการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้วิจัยตีความ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างถ่องแท้

2.2 การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยเห็นว่าควรเลือกพัฒนาประเด็นธรรมชาติบางประเด็น เช่น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานเชิงประจักษ์ ด้านการสังเกตและการลงความคิดเห็น เป็นต้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และเหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

References

Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International journal of science education*, *22*(7), 665-701.

_____. (2002). Rutherford's enlarged: A content-embedded activity to teach about nature of science. *Physics Education*, *37*(1), 64.

Chamrat, S. and Yutakom, N. (2008). Chemistry teachers' understanding and practices of the nature of science when teaching atomic structure concepts. *Kasetsart Journal Social Science. 29*(3), 228-239. [in Thai]

Chamrat,Yutakom, N. and Chaiso, P. (2009). Grade 10 science students' understanding of the nature of science. *KKU Research Journal*, *14*(4), 360-374. [in Thai]

Chomka, S. and Yutakom, N. (2017).The Sixth Graders' Understanding of Nature of Science and Weather Concepts. J*. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, *8*(1), 85-100. [in Thai]

HongKerd, O. (2018). Development of grade 11 students' ability in making scientific explanation in unit of endocrine system using Socio scientific Issues (SSIs)-based teaching Master thesis, *M.S.,Kasetsart University, Bangkok*. [in Thai]

Kemmis, S. and Mc Taggart, R. (eds.). (1998). *The Action Research Planner*. 3rd ed. Australia: Deakin University Press.

Khishf, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of Explicit and Reflective versus Implicit inquiry oriented Instruction on Six graders' views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *39*(7): 551-578.

_____. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *45*(4), 470-496.

Ladachart, L. and Suttakun, L. (2012). Exploring and Developing Tenth-Grade Students' Understandings of Nature of Science. *Princess of Naradhiwas University Journal. 4*(2), 73-90. [in Thai]

Lederman, N. G. and Wade, P. and Bell, R. L. (2002). Assessing Understanding of the Nature of Science : A Historical Perspective In McComas, W. F. (ed), *The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 334 – 337.

McNeil, K.L. and Krajcik, J. (2006). Supporting Students' Construction of Scientific Explanation through Generic versus Context-Specific Written Scaffolds. *In Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, April, 2006.

McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., and Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, *15*(2), 153-191

Organization for Economic Cooperation and Development. (2012). PISA scientific literacy: *Pisa 2012 Assessment and Analytical Framework.* Retrieved January 22, 2021.

Patamapongsa, A. (2012). *The development of high school student's conception of photosynthesis and views of nature of science using inquiry-based/explicit NOS approach*. Master thesis, M.S.,Kasetsart University, Bangkok. [in Thai]

Putnok,Th. and Boonyasiri, P. and Trivijitkasem, S.(2012). *The Fifth Grade Students' Understanding of Nature of Science*. Retrieved January 22, 2021. [in Thai]

Panyo, P. and Faikhamta, Ch. (2016). The Development of Grade-11 Students' Understanding of the Nature of Science Using Explicit and Reflective Approach in the Unit of Solid, Liquid and Gas. J.Res. *Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, *7*(2), 265-284. [in Thai]

Pakdee, K. and Faikhamta, Ch. and Suwanruji, S. (2017). Developing tenth grade students' views of nature of science in the topic of properties of elements and compounds. *Journal of Education Naresuan University, 19*(3), 77-90. [in Thai]

Sangwanpetch, N. (2015). The Development of Grade 10 Science-Gifted Students' Understanding of the Nature of Science inthe Unit of Atomic Structure. M.S., Kasetsart University, Bangkok.. [in Thai]

Tarawan, M. and Nuansri, M.(2021). The Development of Grade 6 Students' Scientific Explanation Ability in the topic of Natural Phenomenon and Geohazard using Model-Based learning Management. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, *14*(4), 20-33. [in Thai]

Yacoubian, H. A., and BouJaoude, S. (2010). Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education 22*(7): 665-701

Zangori, L. and Forbes, C.T. (2014). Scientific practices in elementary classrooms: Third-grade students' scientific explanations for seed structure and function. *Science Education* 98: 614-639.