

ความเข้าใจแนวคิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF THE WEATHER CHANGE OF GRADE 7
STUDENTS THROUGH PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE) LEARNING APPROACH

¹เฉลิมวุฒิ วิชัยศรี และ ²จันทร์จิรา จูมพลหล้า

Chaloemwut Wichaisri and Chanchira Choomponla

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

²สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

¹Science Education, Faculty of Graduate Studies, Rajabhat Udon Thani University

²Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Rajabhat Udon Thani University

¹E-mail: chaloemwut.tm@yahoo.com, ²E-mail: chanchira659@gmail.com

¹Tel:0989191553 ²Tel: 0894227937

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และ 2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจแนวคิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง อำเภอวังสามหมอ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี จำนวน 24 คน ใช้แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จำนวน 4 แผน 2) แบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบ t-test for Dependent Samples และ Chi-Square แบบ McNemar ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศหลังเรียน (\bar{x} =26.08 คิดเป็นร้อยละ 72.45) สูงกว่าก่อนเรียน (\bar{x} =10.71 คิดเป็นร้อยละ 29.75) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01, และ 2) นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจแนวคิดหลังเรียนจากไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าจาก สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย, ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์, กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

ABSTRACT

This research aimed to: (1) study and compare conceptual understanding of the weather change, and (2) study of changes in students' conceptual understanding of the weather change before and after through the Predict–Observe–Explain (POE) learning approach. The sample group consisted of 24 Grade 7 students from a large secondary school under the Udon Thani Secondary Educational Service Area Office, during the second semester of the 2024 academic year. The research conducted a one-group pretest-posttest design. The research instruments included: (1) four lesson plans based on the POE learning approach focusing on the weather change, and (2) conceptual understanding of the weather change test. Data were analyzed by frequency, mean, percentage, standard deviation, t-test for Dependent Samples, and McNemar's Chi-square test. The findings revealed that 1) Students' conceptual understanding after learning ($\bar{x}=26.08$ or 72.45%) was significantly higher than before ($\bar{x}=10.71$ or 29.75%) at the 0.01 level, and 2) Students showed a greater change in their conceptual understanding after learning from non-scientific conceptions to scientifically consistent conceptions, rather than from scientifically consistent conceptions to non-scientific conceptions.

Keyword: Predict-Observe-Explain (POE), Science conceptual understanding, The weather change

บทนำ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัศึกษามีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่านักเรียนจำนวนมากยังคงมี ความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) โดยเฉพาะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เช่น การก่อตัวของเมฆ การเกิดฝน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และปรากฏการณ์ทางบรรยากาศอื่น ๆ ซึ่งเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและมองไม่เห็นกระบวนการโดยตรง ทำให้นักเรียนมักใช้ความรู้สึกหรือประสบการณ์ส่วนตัวในการอธิบาย มากกว่าการ

อ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ (Driver et al., 1994) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่ได้เกิดขึ้นจากการรับข้อมูลใหม่เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับ ความเข้าใจเดิม (Prior Knowledge) ที่ผู้เรียนมีอยู่ก่อนด้วย ความเข้าใจเดิมเหล่านี้บางครั้งสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ แต่ในหลายกรณีกลับเป็น ความเข้าใจเอนมัติที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ซึ่งเกิดจากการตีความประสบการณ์ชีวิตประจำวันผิดพลาด การเรียนรู้ที่ไม่เป็นระบบ หรือการอธิบายที่ไม่สมบูรณ์ของครูและสื่อการสอน (Driver et al., 1994) หากนักเรียนยังคงใช้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องในการอธิบายหรือแก้ปัญหา จะทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลต่อการเรียนรู้ขั้นสูง เช่น การคิดเชิงวิทยาศาสตร์หรือการทำวิจัยย่อย (Treagust, 1988) การสำรวจและทำความเข้าใจ Misconceptions ของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครู เนื่องจากช่วยให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น การใช้แบบเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Constructivist Approaches) หรือวิธีการทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนความเข้าใจไปสู่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Kearney & Treagust, 2001) ดังนั้นความเข้าใจเอนมัติที่คลาดเคลื่อนจึงไม่ควรถูกมองว่าเป็นเพียงข้อผิดพลาด แต่ควรถือว่าเป็น จุดเริ่มต้นที่สำคัญในการสร้างการเรียนรู้ เพราะการแก้ไขความเข้าใจผิดเป็นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนสร้างความเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เพียงการรับข้อมูลใหม่จากครูหรือหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความเข้าใจเดิมของนักเรียนที่มีอยู่ก่อน ความเข้าใจเดิมเหล่านี้บางครั้งสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่ในหลายกรณีกลับเป็นความเข้าใจเอนมัติที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ซึ่งเกิดจากการตีความประสบการณ์ในชีวิตประจำวันผิดพลาด การเรียนรู้ที่ไม่เป็นระบบ หรือการอธิบายที่ไม่สมบูรณ์ของครูและสื่อการสอน ความเข้าใจผิดเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้ข้อมูลใหม่ที่ได้รับมักถูกตีความตามความคิดเดิม ทำให้เกิดความเข้าใจผิดซ้ำและยากต่อการแก้ไข (Driver & Oldham, 1986; Posner et al., 1982) เพื่อแก้ไขปัญหาคำเข้าใจผิด การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) จึงเป็นแนวทางที่มีความสำคัญและได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง วิธีการนี้ประกอบด้วยสามขั้นตอนหลัก ได้แก่ การทำนาย การสังเกต และการอธิบาย ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยเริ่มจากการแสดงความคิดและทำนายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจเดิมของตน จากนั้นทำการสังเกตหรือทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน และสุดท้ายอธิบายผลลัพธ์โดยอิงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำนายเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความเข้าใจเดิมของตนเอง และเห็นความแตกต่างระหว่างความเชื่อเดิมกับผลการทดลองจริง ขณะที่ขั้นการสังเกตช่วยกระตุ้นความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) เมื่อผลลัพธ์ไม่ตรงกับการทำนาย นักเรียนจะเกิดแรงจูงใจในการปรับความเข้าใจให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนขั้นการอธิบายช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงผลการสังเกตเข้ากับทฤษฎีและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถสร้างความ

4 | ความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

เข้าใจใหม่ที่ถูกต้องและมั่นคง (Treagust, 2007) นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบ POE ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การอภิปรายเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ภาษาและสื่อในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้และเข้าใจแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยหลายชิ้นชี้ชัดว่าการจัดการเรียนรู้แบบ POE สามารถลดความเข้าใจผิดและเพิ่มความเข้าใจที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในหัวข้อที่นักเรียนมักเข้าใจผิด เช่น กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ การละลายของสาร และแรงเคลื่อนที่ (Kearney & Treagust, 2001; Amalia et al., 2018) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบายจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจในมิติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างชัดเจน ไม่เพียงแต่ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ถูกต้อง แต่ยังส่งเสริมทักษะการคิด การอภิปราย และการสร้างองค์ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นและการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวัน งานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่าการเรียนรู้แบบ POE สามารถช่วยลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและส่งเสริมความเข้าใจในมิติเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kearney & Treagust, 2001) นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การอภิปรายอย่างมีเหตุผล และการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ผ่านประสบการณ์และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

ดังนั้น การนำการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและลึกซึ้งขึ้นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ใกล้ตัว แต่ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ก่อนเรียนและหลังเรียน

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียน 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีความเข้าใจมโนคติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย หลังเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศจากที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ไปเป็นสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ในโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 181 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนจำนวน 1 ห้อง จำนวนทั้งหมด 24 คน ที่ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. ตัวแปรที่ศึกษา

- 2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย
- 2.2 ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจมโนคติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.1 เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ การเกิดเมฆ การเกิดฝน ลมและพายุ และปรากฏการณ์ภูมิอากาศ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีรูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543)

6 | ความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

T₁ แทน ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

T₂ แทน ทดสอบหลังเรียน (Posttest)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1: ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาเรียน 12 ชั่วโมง โดยครอบคลุมเนื้อหาย่อย ได้แก่ การเกิดเมฆฝน การเกิดฝน ลมและพายุ และปรากฏการณ์ภูมิอากาศ แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน ผลการประเมินพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผนมีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ดังนี้ การเกิดเมฆฝน (4.84) การเกิดฝน (4.81) ลมและพายุ (4.77) และปรากฏการณ์ภูมิอากาศ (4.81) แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมที่ออกแบบมีความเหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ และสามารถนำไปใช้พัฒนาความเข้าใจในมิติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 แบบทดสอบความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ: แบบทดสอบความเข้าใจในมิติเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ เป็นแบบ 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก และระดับที่ 2 การเขียนเหตุผล รวม 12 ข้อ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตาม Costu, Ayas & Niaz (2012) ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ค่าดัชนี 0.67–1.00 นำมาทดสอบหาค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.50–0.71 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.56–1.00 และทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.838

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ จากนั้นผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) จำนวน 4 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง ให้นักเรียนเรียนรู้และปฏิบัติตามกิจกรรมที่

กำหนดไว้ หลังเรียน นักเรียนทำแบบทดสอบชุดเดิมอีกครั้งเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน สุดท้ายผู้วิจัยนำผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐานตามลำดับขั้นตอนที่กำหนด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มุ่งเปรียบเทียบความเข้าใจโมโนติเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย วิเคราะห์จากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบ t-test for Dependent Sample นอกจากนี้ยังศึกษาความเปลี่ยนแปลงเชิงแนวโน้มของความเข้าใจรายข้อ โดยใช้การแจกแจง Crosstab และทดสอบด้วย Chi-Square (McNemar Test) อ้างอิงแนวคิดของ Westbrook & Marek (1991) ในการแปลผลว่ามีการเปลี่ยนแปลงเชิงบวก เชิงลบ หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโมโนติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเข้าใจโมโนติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจโมโนติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย จำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ของ Costu, Ayas & Niaz (2012) จากนั้นนำคะแนนไปหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ทำการเปรียบเทียบความเข้าใจโมโนติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้การทดสอบ t-test for Dependent Samples ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจโมโนติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

คะแนนความเข้าใจโมโนติ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	24	36	10.71	3.65	29.75	32.22**
หลังเรียน	24	36	26.08	4.85	72.45	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโมโนติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนเท่ากับ 5.63 คิดเป็นร้อยละ 11.73 และหลังเรียน เท่ากับ 25.93 คิดเป็นร้อยละ 54.02 เมื่อเปรียบเทียบคะแนน

8 | ความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

เฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2 .ผลการศึกษาความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

การศึกษาคความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้ากับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบความสอดคล้องและไม่สอดคล้องของความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เป็นรายชื่อโดยจำแนกความเข้าใจในมิติ คือ NU, SM, PU, SU และ NR โดยให้ NR, NU และ SM อยู่ในกลุ่มความเข้าใจในมิติที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และ PU, SU อยู่ในกลุ่มความเข้าใจในมิติสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากนั้นเปรียบเทียบความถี่ของจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจในมิติสอดคล้องและไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยการแจกแจงเป็นตาราง Crosstab ทดสอบโดย Chi-Square แบบ McNemar Test ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องของความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

แบบวัด	ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน		รวม	X ²	Sig.
			มโนคติที่สอดคล้อง	มโนคติที่ไม่สอดคล้อง			
1		มโนคติที่สอดคล้อง	4(16.67)	0(0.00)	4(16.67)	16.00	0.00**
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	16(66.67)	4(16.67)	20(83.33)		
		รวม	20(83.33)	4(16.67)	24(100.00)		
2		มโนคติที่สอดคล้อง	5(20.83)	0(0.00)	5(20.83)	17.00	0.00**
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	17(70.83)	2(8.33)	19(79.17)		
		รวม	22(91.67)	2(8.33)	24(100.00)		
3		มโนคติที่สอดคล้อง	4(20.83)	0(0.00)	5(20.83)	15.00	0.00**

แบบวัด	ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน		รวม	χ^2	Sig.
			มโนคติที่ สอดคล้อง	มโนคติที่ไม่ สอดคล้อง			
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	15(62.50)	4(16.67)	19(79.17)		
		รวม	20(83.33)	4(16.67)	24(100.00)		
4		มโนคติที่สอดคล้อง	4(16.67)	0(0.00)	4(16.67)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	14(58.33)	6(25.00)	20(83.33)	14.00	0.00**
		รวม	18(75.00)	6(25.00)	24(100.00)		
5		มโนคติที่สอดคล้อง	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	15(62.50)	9(37.50)	24(100.00)	15.00	0.00**
		รวม	15(62.50)	9(37.50)	24(100.00)		
6		มโนคติที่สอดคล้อง	3(12.50)	0(0.00)	3(12.50)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	17(70.83)	4(16.67)	21(87.50)	17.00	0.00**
		รวม	20(83.33)	4(16.67)	24(100.00)		
7		มโนคติที่สอดคล้อง	2(8.33)	0(0.00)	2(8.33)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	16(66.67)	6(25.00)	22(91.67)	16.00	0.00**
		รวม	18(75.00)	6(25.00)	24(100.00)		
8		มโนคติที่สอดคล้อง	2(8.33)	0(0.00)	2(8.33)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	18(62.50)	4(16.67)	22(91.67)	18.00	0.00**
		รวม	20(83.33)	4(16.67)	24(100.00)		
9		มโนคติที่สอดคล้อง	3(12.50)	0(0.00)	3(12.50)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	14(58.33)	7(29.17)	21(87.50)	14.00	0.00**
		รวม	17(70.83)	7(29.17)	24(100.00)		
10		มโนคติที่สอดคล้อง	4(16.67)	0(0.00)	4(16.67)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	17(70.83)	3(12.50)	20(83.33)	15.00	0.00**
		รวม	21(87.50)	3(12.50)	24(100.00)		
11		มโนคติที่สอดคล้อง	5(20.83)	0(0.00)	5(20.83)	19.00	0.00**

10 | ความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

แบบวัด	ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน		รวม	χ^2	Sig.
			มโนคติที่สอดคล้อง	มโนคติที่ไม่สอดคล้อง			
12		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	19(79.17)	0(0.00)	19(79.17)	14.00	0.00**
		รวม	24(100.00)	0(0.00)	24(100.00)		
		มโนคติที่สอดคล้อง	11(45.83)	0(0.00)	11(45.83)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	12(50.00)	1(4.17)	13(54.17)		
	รวม	23(95.83)	1(4.17)	24(100.00)			
รวม		มโนคติที่สอดคล้อง	47(16.21)	0(0.00)	47(16.21)		
		มโนคติที่ไม่สอดคล้อง	190(65.51)	53(18.28)	243(83.79)		
		รวม	237(81.72)	53(18.28)	290(100.00)		

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศสอดคล้องกันอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาระดับความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศของนักเรียนก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่า นักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจมโนคติที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 83.79 และมีนักเรียนส่วนน้อยมีความเข้าใจมโนคติที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 16.21 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 81.72 และมีความเข้าใจมโนคติที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 18.28

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.71 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.75 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 26.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.45 จากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างน้อยมีนัยสำคัญระดับ 0.01

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจในมิติกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ก่อนเรียนนักเรียนส่วนมากมีความเข้าใจมโนคติที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 83.79 และมีนักเรียนส่วนน้อยมีความเข้าใจมโนคติที่สอดคล้องกับแนวคิดทาง

วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 16.21 หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 81.72 และมีความเข้าใจโมเดลที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 18.28

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า ก่อนการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มี ความเข้าใจโมเดลที่ถูกต้องเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยมีการตอบคำถามผิดและมีความเข้าใจโมเดลที่คลาดเคลื่อน รวมทั้งไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลที่สูงขึ้นและสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเรียน สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ เนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้แบบ POE ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดรวบยอดของตนเองผ่านการ ทำนาย (Prediction) และแลกเปลี่ยนเหตุผลกับเพื่อนในกลุ่ม ก่อนที่จะเข้าสู่การทดลองและ สังเกต (Observation) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดที่ตนเองเชื่อ และสุดท้ายในขั้น อธิบาย (Explanation) นักเรียนได้รับการเชื่อมโยงแนวคิดเข้ากับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง การจัดการเรียนรู้เช่นนี้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful learning) และปรับเปลี่ยนความเข้าใจจากที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปเป็นความเข้าใจที่ถูกต้องมากขึ้น ในขั้นทำนาย (Prediction) ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เดิมและแนวคิดที่ตนเองเชื่อมาแสดงออกผ่านการทำนาย ซึ่งเป็นการเปิดเผยความเข้าใจที่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนออกมา การให้เหตุผลประกอบการทำนายช่วยกระตุ้นการคิดเชิงวิพากษ์ และทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความไม่แน่นอนของความรู้เดิมของตนเอง (Driver & Oldham, 1986) ขั้นสังเกต (Observation) ผู้เรียนได้มีโอกาสทำการทดลองจริง และเผชิญกับผลการสังเกตที่อาจแตกต่างไปจากการทำนาย เมื่อผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับความคิดเดิม ผู้เรียนจะเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) ซึ่งเป็นแรงผลักดันสำคัญในการปรับเปลี่ยนความเข้าใจไปสู่แนวคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (Posner et al., 1982) และ ขั้นอธิบาย (Explanation) การอธิบายผลการสังเกตโดยอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบ ตรวจสอบ และปรับความเข้าใจจากเดิมให้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อนช่วยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดและสร้างองค์ความรู้ใหม่ร่วมกัน (Treagust, 2007) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบ POE จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่รับความรู้เชิงทฤษฎีเท่านั้น แต่ยังเกิดการปรับโครงสร้างความเข้าใจของตนเองจากความคิดที่ไม่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ ไปสู่ความเข้าใจที่ถูกต้อง และมีเหตุผลมากขึ้น อันนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมเดลเชิงบวกหลังเรียน

ผลที่ได้สอดคล้องกับแนวคิดของ Kearney และ Treagust (2001) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ POE เป็นยุทธศาสตร์การเรียนรู้ที่มีพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนใช้ความรู้เดิมผสมผสานกับการสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการทำนาย สังเกต และอธิบายอย่างเป็นระบบ¹ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยใน

ประเทศ เช่น งานของ อามีเนาะ ตาริตา (2563) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบ POE ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในมิติเชิงวิทยาศาสตร์และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย รวมถึงงานของ ลลิตา พิลาล้อม (2563) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค POE พบว่าสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ในต่างประเทศ งานวิจัยของ Kibirige, Osodo และ Tlala (2014) พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี POE สามารถลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในเรื่องสารละลายเกลือได้ดีกว่าวิธีการสอนแบบปกติ เช่นเดียวกับ Amalia et al. (2018) ที่ชี้ว่าการพัฒนาสื่อการสอนตามแนวทาง POE มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และบรรลุผลการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเฉพาะในเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่นักเรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนตั้งแต่แรกเริ่ม การเรียนรู้รูปแบบนี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่ถูกต้อง แต่ยังส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดเชิงเหตุผล การอภิปราย และการเรียนรู้เชิงร่วมมือหรือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียนอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- แก้ว ชิตตะขบ. (2555). *ประวัติความสำคัญของพระพุทธศาสนา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- ลลิตา พิลาล้อม. (2563). *ความเข้าใจในทัศนการแยกสาร และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เสริมด้วยเทคนิคทำนาย-สังเกต-อธิบาย*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- ชัย วงษ์ใหญ่. (2549). *ผลงานการเรียนรู้ใหม่ในกระบวนการทัศนใหม่*. กรุงเทพฯ:เอสอาร์.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์*. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2568, จาก www.scimath.org/e-books/8418/flippingbook/13/index.html#zoom=z.
- รวิทย์ ปฐมชัยวาลย์. (2563). *การศึกษาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์โลกระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อามีเนาะ ตาริตา. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานร่วมกับกลวิธี POE ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้*

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- Amalia, S., & Ramdhani, M. I.. (2018). E- learning and student' s achievement:Fulfilling the needs for technology integration. *IJER*, 3(1), 1–8.
- Costu, B., Ayas, A., and Niaz, M.. (2012). Investigating the effectiveness of a POE–based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40(1), 47–67.
- Driver, R., & Oldham, V.. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105–122.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V.. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Kibirige, I., Osodo, J. and Tlala, K.M.. (2014). The effect of predict-observe-explain strategy on learners' misconceptions about dissolved salts. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(4), 300-310.
- Kearney, M., & Treagust, D. F.. (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program using interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 64–79.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A.. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Treagust, D. F.. (2007). General instructional methods and strategies. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. (pp. 373–391). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.