



**ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียน
ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**EFFECTS OF FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST-BASED TEACHING STRATEGY ON PHYSICS
CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARD PHYSICS LEARNING OF ELEVENTH GRADE STUDENTS**

นายธนธัญ ฝีมือสาร *

Tanatan Feemuasarn

อ.ดร.ปริญดา ลิ้มพานนท์ พรหมรัตน์ **

Parinda Limpanont Phommarata, Ed.D.

อ.ดร.วรกร เสงี่ยมปัญญา ***

Varagorn Hengpanya, Ph.D

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองเบื้องต้น มีจุดประสงค์ คือ (1) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป (3) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และ (4) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 8 จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความถี่ ร้อยละและสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address : tanatan.first@gmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address : parinda.L@chula.ac.th ISSN1905-4491

***อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address : Varagorn00@hotmail.com

Abstract

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were to (1) compare physics concepts of grade 11 students, before and after learned through four-step constructivist-based teaching strategy (2) compare physics concepts of grade 11 students between the experimental group learned through four-step constructivist-based teaching strategy and the control group learned through the conventional method (3) compare attitudes toward physics learning of grade 11 students, before and after learned through four-step constructivist-based teaching strategy (4) compare attitudes toward physics learning of grade 11 students between the experimental group learned through four-step constructivist-based teaching strategy and the control group learned through the conventional method. The study was conducted in the second semester of the academic year 2016. The sample were two classes of grade 11 students in Mathematics-Science program in a large size school under the office of the Basic Education Commission of Thailand during the second semester of the academic year 2016. The research instruments were the physics concepts test, the attitudes toward physics learning test. The collected data was analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, Percentage Frequency and t-test

The research findings were summarized as follows : (1) The experimental group had average scores for physics concepts, and attitudes toward physics learning higher than before the experiment at .05 level of significance. (2) The experimental group had average scores for physics concepts, and attitudes toward physics learning higher than the control group at .05 level of significance.

คำสำคัญ: กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์/มโนทัศน์ฟิสิกส์/เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

KEYWORDS: FOUR-STEP CONSTRUCTIVIST-BASED TEACHING STRATEGY / PHYSICS CONCEPTS / ATTITUDES TOWARD PHYSICS LEARNING

บทนำ

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยในปัจจุบันยังไม่ได้ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในปี พ.ศ.2554 (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS 2011) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ในภาพรวมของประเทศไทย โดยจำแนกคะแนนในด้านเนื้อหาวิชา (Content Domain) และพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) มีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ โดยคะแนนชีววิทยา 460 คะแนน เคมี 436 คะแนน ฟิสิกส์ 430 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1000 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิชาฟิสิกส์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าวิชาอื่นๆและต่ำกว่าร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาผลคะแนนจากการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชา ในปี 2560 ซึ่งเป็นการทดสอบระดับชาติเพื่อคัดเลือกนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาใน

ระบบรับตรง พบว่ามีผลคะแนนเฉลี่ยในวิชาฟิสิกส์ 29.44 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 เช่นกัน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) จากผลการทดสอบดังกล่าวข้างต้น สะท้อนว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จในระดับชาติและนานาชาติ ทั้งในด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังไม่ตอบสนองต่อเป้าหมายของการปฏิรูปการศึกษา (เลขาธิการสภาการศึกษา, 2554)

เมื่อพิจารณาสภาพการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู ยังไม่สามารถพัฒนานวัตกรรมฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ได้ดีเท่าที่ควร โดยพบว่าครูไม่ได้มุ่งเน้นการปลูกฝังกระบวนการเรียนรู้เท่าที่ควร แต่ให้ความสำคัญกับการสอนที่เน้นการบรรยาย การท่องจำสูตร และการแทนค่าในสมการทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายในการตอบคำถามเชิงเหตุผลได้หรือคำตอบที่แสดงเหตุผลประกอบมีมีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับ สิปพนนท์ เกตุทัตและคณะ (2544) ที่กล่าวถึงการสอนของครูในโรงเรียนว่า ครูส่วนใหญ่สอนฟิสิกส์ในรูปแบบของการบรรยาย การบอกความรู้ และฝึกทักษะการทำโจทย์และแก้ปัญหาวางฟิสิกส์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งครูยังมีลักษณะเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้นั้นเน้นสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้ท่องจำสมการและนำไปใช้ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจโมทัศน์ทางฟิสิกส์ นอกจากนี้ สวี บรรณาลัย (2547) ยังกล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนฟิสิกส์ของครูที่เน้นการบรรยายให้นักเรียนท่องจำคำตอบ และเน้นคำตอบเดียวมากกว่าที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดวิเคราะห์และค้นคว้าหาคำตอบด้วยวิธีการและสื่อที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนขาดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ซึ่งการจัดการเรียนการสอนเน้นครูเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายขาดความกระตือรือร้นจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เน้นการเรียนแบบแข่งขันมากกว่าการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับ สุระ วุฒิพรหม (2549) ที่กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูมีบทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดอย่างเดียว ไม่ได้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจโมทัศน์ทางฟิสิกส์ ถึงแม้ว่าจะใช้การทดลองประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ก็ตาม แต่ก็ไม่ได้ช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น เพราะสิ่งที่เห็นในห้องปฏิบัติการยากที่จะเจอในชีวิตประจำวัน ปัจจัยต่างๆเหล่านี้เป็นเหตุทำให้เจตคติของนักเรียนต่อวิชาฟิสิกส์ไม่ดีเท่าที่ควร เป็นผลให้ความต้องการที่จะเรียนรู้ และความพยายามในการศึกษาความรู้ทางฟิสิกส์นั้นน้อยลงไปด้วย จากปัญหาข้างต้นสะท้อนถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบันที่ยังเป็นปัญหาอยู่ และจากข้อค้นพบดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนามโนทัศน์ในรายวิชาฟิสิกส์และส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์

เมื่อพิจารณาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) พบว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะได้ศึกษา เรื่อง ความร้อน การเปลี่ยนสถานะของสสาร

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กฎของแก๊สและพลังงานภายในระบบของแก๊ส ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ โหมดทัศน์ฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อน พบว่าผู้เรียนมีโหมดทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาเรื่อง ความร้อนและอุณหภูมิ Tanahoung, Chitaree, and Soankwan (2010) , Alwan (2011) และ Gurcay and Gulbas (2015) จากผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนถึงปัญหาของการจัดการเรียนการสอนที่ต้องได้รับการแก้ไขและพัฒนาให้ผู้เรียนมีโหมดทัศน์ฟิสิกส์ที่ดีขึ้น จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนว ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีโหมดทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังเช่น งานวิจัยของ Çalik, Ayas, Coll, Ünal, and Coştu (2007) , İpek and Calik (2008) และ Kurt and Ayas (2012) ที่ได้ทดลองนำกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไปทดลองสอนกับนักเรียนในประเทศ ตุรกี ผลการทดลองพบว่าผู้เรียนมีโหมดทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งกลวิธีการสอนดังกล่าวมีขั้นตอนการสอน ที่ชัดเจน มีจุดประสงค์ ลักษณะเด่นในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน และมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

- 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas) เน้นการตรวจสอบความรู้หรือ โหมดทัศน์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน และเป็นการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน
- 2) ขั้นเน้นโหมดทัศน์ เป้าหมาย (focusing on the target concept) เน้นการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและอภิปรายร่วมกัน ทำให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโหมดทัศน์และสร้างโหมดทัศน์ด้วยตัวเอง
- 3) ขั้นท้าทายความคิด (challenging students' ideas) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมให้แสดงความรู้ความเข้าใจ ของตนจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นการตรวจสอบความเข้าใจโหมดทัศน์ของผู้เรียน และ
- 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) เน้นการให้ผู้เรียนนำ โหมดทัศน์ที่ถูกต้องไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน (Çalik, Ayas, & Coll, 2010) โดยขั้นตอนการสอนตามกลวิธีการสอนดังกล่าวถูกนำไปปรับใช้และจัดกิจกรรม ที่เน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบสอบหาความรู้ นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนั้นยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจาก ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนได้ ดังเช่นงานวิจัยของ Tabago (2011) ที่ได้ทดลองใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น

จากสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ แนวคิด และทฤษฎี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะ ศึกษาผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อโหมดทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียน ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบโหมดทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
2. เพื่อเปรียบเทียบโหมดทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการ สอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จะมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองเบื้องต้น (Quasi-experimental research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest-Posttest Design ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ก่อนและหลังการทดลอง

1. การเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 2 ห้องเรียน ที่โรงเรียนอนุญาตให้ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ ดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาสาระเรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำนวน 8 แผน ใช้เวลาในการสอน คือ 20 คาบเรียน คาบละ 50 นาที ซึ่งตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของ

กิจกรรมการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่างๆของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.67-1.0

2.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เป็นลักษณะข้อสอบแบบเลือกตอบแบบ 3 ตอนตามแนวทางของ Gurcay and Gulbas (2015) จำนวน 20 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาสาระเรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส การตรวจสอบความตรงและความเหมาะสมของแบบวัด ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ผลการตรวจสอบพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.75-1.0 และได้ปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ปรับความถูกต้องของการใช้ภาษา ปรับเพิ่มเนื้อหาในตัวเลือกให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ หลังจากนั้นได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน ซึ่งได้เรียนรู้มโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สมาแล้ว หลังจากทดลองใช้พบว่าแบบวัดมีค่าความเที่ยง 0.83

2.2.2 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ เป็นแบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนฟิสิกส์ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อคำถาม โดยกำหนดช่วงความรู้สึกรู้สึกของแต่ละบุคคลให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของเจตคติตามแนวคิดของ McGuire (1969) คือ 1) ความรู้สึก 2) ความคิด และ 3) พฤติกรรม การตรวจสอบความตรงและความเหมาะสมของแบบวัดดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ผลการตรวจสอบพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญอยู่ระหว่าง 0.67-1.0 และได้ปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ ปรับความถูกต้องของการใช้ภาษาให้ถูกต้องและสมบูรณ์ หลังจากนั้นได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 40 คน ซึ่งผ่านการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์มาแล้ว

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลกับนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ห้อง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลารวมห้องละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการทดลอง

3.1.1 ทดสอบมโนทัศน์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยเปรียบเทียบในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง โดยใช้เวลาในการสอบแบบวัด 60 นาที

3.1.2 วัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยเปรียบเทียบในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง โดยใช้เวลาในการสอบแบบวัด 30 นาที

3.1.3 ก่อนการทดลองใช้เวลา 1 คาบ เพื่อแนะนำวิธีการเรียนการสอน พร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์ การเก็บคะแนน และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทราบ โดยแนะนำวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับนักเรียนกลุ่มทดลองให้เข้าใจ

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ 16 แผนการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน คือ 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 20 คาบเรียน ดังตาราง 1

ตาราง 1 เนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบของกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนลำดับที่	สาระที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	ความร้อนและอุณหภูมิ	2
2	ความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะ	2
3	สถานะและการเปลี่ยนสถานะของสาร	2
4	การถ่ายโอนความร้อน	2
5	กฎของแก๊สอุดมคติ	4
6	แบบจำลองของแก๊ส	2
7	ความดัน พลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุล และอัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊ส	3
8	พลังงานภายในระบบ	3
รวม		20

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.3 ขั้นตอนหลังการทดลอง

- 1) เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้วดำเนินการทดสอบแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที และ 30 นาที ตามลำดับ
- 2) นำคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ ไปใช้มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1.1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในการดำเนินการจัดการเรียนการสอน

4.1.2 ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t-test) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ วิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.2.1 หาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

4.2.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t-test) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ฟิสิกส์

มโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนพิจารณาจากผลการวัดด้วยแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบปรนัย 3 ตอน จำนวน 20 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตาราง 2

ตาราง 2 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูก คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง

มโนทัศน์ฟิสิกส์ (20)	ก่อนการทดลอง				หลังการทดลอง				t
	ร้อยละ	คะแนน	คะแนน	S.D.	ร้อยละ	คะแนน	คะแนน	S.D.	
	ของ นักเรียน ที่ตอบถูก	เฉลี่ย	เฉลี่ย	ร้อยละ	ของ นักเรียน ที่ตอบถูก	เฉลี่ย	เฉลี่ย	ร้อยละ	
ตอนที่ 1	61.25				73.13				
ตอนที่ 1 และ 2	48.13				61.88				
ตอนที่ 1,2 และ 3	37.50	8.83	44.20	1.99	58.13	13.18	65.90	2.40	9.87*

*P<0.05 (one tailed dependent t-test)

จากตาราง 2 ก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ 8.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.99 ภายหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แล้วนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ 13.18 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 65.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบมีทิศทาง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า หลังการทดลองร้อยละของนักเรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ถูกต้องทั้ง 3 ตอนมีจำนวนร้อยละ 58.13 ซึ่งสูงกว่าก่อนทดลองที่มีเพียงร้อยละ 37.50

2) การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตาราง 3

ตาราง 3 แสดงร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูก คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียน ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) และกลุ่มควบคุม (n=45)

มโนทัศน์ฟิสิกส์ (20)	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม				t
	ร้อยละ	คะแนน	คะแนน	S.D.	ร้อยละ	คะแนน	คะแนน	S.D.	
	ของ นักเรียน ที่ตอบถูก	เฉลี่ย	เฉลี่ย	ร้อยละ	ของ นักเรียน ที่ตอบถูก	เฉลี่ย	เฉลี่ย	ร้อยละ	

ตอนที่ 1	73.13				68.90				
ตอนที่ 1 และ 2	61.88				60.03				
ตอนที่ 1,2 และ 3	58.13	13.18	65.90	2.40	50.00	11.04	55.20	1.91	4.50*

*P<0.05 (one tailed independent t-test)

จากตาราง 3 พบว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 13.18 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 65.9 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 11.04 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.91 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย มโนทัศน์ฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบค่าที พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย มโนทัศน์ฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า ร้อยละของนักเรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ฟิสิกส์ถูกทั้ง 3 ตอนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีจำนวนร้อยละ 58.13 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีจำนวนร้อยละ 50.00

ผลการวิเคราะห์คะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

การวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ พิจารณาจากผลการวัดด้วยแบบวัดเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะของแบบวัดซึ่งเป็นแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วยข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อคำถาม โดยกำหนดช่วงความรู้สึกของแต่ละบุคคลให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของเจตคติตามแนวคิดของ McGuire (1969) คือ 1) ความรู้สึก 2) ความคิด และ 3) พฤติกรรม คิดเป็น 150 คะแนน โดยทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากนั้นนำคะแนนมาวิเคราะห์ดังนี้

1) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n = 40)

แบบวัด	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ						
		ก่อนทดลอง			หลังทดลอง			t
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	
เจตคติต่อการเรียน	150	98.75	65.83	16.55	113.38	75.59	9.23	4.87*

*P<0.05 (one tailed dependent t-test)

จากตาราง 4 ก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ 98.75 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.55 ภายหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์แล้ว นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์เฉลี่ย 113.38 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.23 และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบมีทิศทาง พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนตามมาตรฐาน (S.D.) และค่า (t) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=40) และกลุ่มควบคุม (n=45)

แบบวัด	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ						t
		กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	
เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์	150	113.38	75.59	9.23	104.36	69.57	11.68	3.91*

*P<0.05 (one tailed independent t-test)

จากตาราง 5 พบว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ 113.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.23 ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 104.36 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.68 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบค่าที พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบดังกล่าวยังส่งเสริมเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ได้ ซึ่งมีการอภิปรายผลการทดลองเป็น 2 ประเด็น คือ 1) มโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส 2) เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

1. มโนทัศน์ฟิสิกส์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีค่าเฉลี่ยมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 และ 2 แสดงว่าลักษณะขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ช่วยพัฒนาเสริมสร้างมโนทัศน์ฟิสิกส์ให้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ ซึ่งจากผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Çalik et al. (2007), Çalik (2008) และ Çalik et al. (2010) ที่พบว่ากลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสามารถอภิปรายได้ 4 ประเด็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีขั้นตอนที่เน้นให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนในเรื่องที่ศึกษาผ่านการใช้คำถาม โดยนักเรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ ซึ่งเป็นการสร้างความขัดแย้งทางปัญญาให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้และประสบการณ์เดิม เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Llewellyn (2005) ที่กล่าวว่า ก่อนที่นักเรียนจะเข้ามาในห้องเรียนนั้น เดิมนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมอยู่แล้ว ซึ่งประสบการณ์เดิมนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่กำลังจะได้ศึกษาและเป็นการกระตุ้น สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวของตัวเอง

ประเด็นที่ 2 การเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองเป็นกลุ่มย่อย การอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและการแสดงความคิดเห็นภายในชั้นเรียน โดยที่ครูเป็นผู้สนับสนุนในระหว่างที่นักเรียนการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเองผ่านการทำกิจกรรมและสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับ Freedman (1998) ที่กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญา โดยผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วคิดเชื่อมโยงเข้ากับ

ประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ ทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

ประเด็นที่ 3 นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้นำมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากการทำกิจกรรมมาใช้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจ ผ่านการกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่ท้าทายความคิดของนักเรียน ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมีจุดประสงค์เพื่อประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน อีกทั้งเป็นการสะท้อนว่ามโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นโดยผ่านการทำกิจกรรมด้วยตนเองนั้นถูกต้องหรือไม่อย่างไร และทำให้นักเรียนได้รับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ดังตัวอย่างเช่นสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ที่กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเรียงลำดับวัสดุสามชนิด คือ เหล็ก แก้ว และน้ำ จากอุณหภูมิสูงสุดไปต่ำสุด หลังจากทีวัสดุทั้งสามได้รับความร้อน 100 J โดยทีวัสดุแต่ละชนิดนั้นมีมวล 1 kg เท่ากัน และมีอุณหภูมิตั้งต้น 10 °C เท่ากัน เมื่อกำหนดให้ค่าความร้อนจำเพาะของวัสดุชนิดต่างๆให้ ซึ่งการอธิบายของนักเรียนจะเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์แล้วหรือไม่ และมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นนั้นถูกต้องแล้วหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Joyce and Weil (1980) ที่กล่าวถึงการตรวจสอบมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งของการเกิดการสร้างมโนทัศน์ โดยได้เสนอว่า เมื่อนักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์แล้วจำเป็นต้องมีการตรวจสอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นซึ่งอาจใช้การตรวจสอบลักษณะของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ได้สร้าง ซึ่งจะเป็นการยืนยันว่านักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์นั้นแล้ว

ประเด็นที่ 4 การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์ที่ตนเองสร้างขึ้น ซึ่งรูปแบบสอดคล้องแนวคิดกับ Lawson (1995) ที่กล่าวว่า การนำความรู้ความเข้าใจหรือมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นมากขึ้น เช่นเดียวกันแนวคิดของ Posner et al. (1982) ที่กล่าวถึง กระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ต่างๆ ได้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์และเห็นคุณค่าของมโนทัศน์ใหม่ที่สร้างขึ้น (fruitful)

จากเหตุผลข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์สูงขึ้น อย่างไรก็ตามจากการวิจัยในครั้งนี้ เมื่อพิจารณาโมทัศน์ฟิสิกส์หัวข้อต่างๆ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนการทดลองและหลังการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ สามารถอธิบายได้ว่า มโนทัศน์เรื่องดังกล่าวเป็นมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่มีเนื้อหาเชิงทฤษฎีและมีความเป็นนามธรรม เข้าใจยาก อีกทั้งต้องอาศัยความรู้เดิมหรือมโนทัศน์เรื่องอื่นๆของฟิสิกส์ และกิจกรรมที่นำมาปรับใช้ไม่สามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้และทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ทั้งหมดหรือให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาแค่บางส่วนเท่านั้น การทำให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์อย่างถูกต้องจำเป็นต้องอาศัยการทบทวนเนื้อหาที่จำเป็นเพิ่มเติมจากครูก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. เจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทั่วไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ursula and Alphonsus (2014) ที่ทดลองใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสนใจเรียนในวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tabago (2011) ที่ได้ทดลองใช้รูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในวิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถอภิปรายได้ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เปิดโอกาสและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดกระบวนการคิดในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตัวของผู้เรียนเอง ไม่ใช่การท่องจำหรือการที่ครูอธิบายความรู้โดยตรง ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความรู้ที่ตนได้รับ อีกทั้งในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมต่อกิจกรรม มีโอกาสแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการทำงานร่วมกันและตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ และในขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอนยังส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นการแสดงให้เห็นถึงความรู้ที่ได้จากการเรียนสามารถนำไปใช้อธิบายและแก้ปัญหาต่างๆในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการสร้างความตระหนักแก่ผู้เรียนให้เห็นความสำคัญของการเรียนฟิสิกส์และส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อรายวิชาฟิสิกส์

ข้อเสนอแนะ

กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์ได้ เนื่องจากขั้นตอนของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจนซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีมีโนทัศน์ทางฟิสิกส์และเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1) ครูควรสร้างแบบวัดโดยมีตัวเลือกและตัวลงซึ่งแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยสำรวจจากนักเรียนโดยตรง หรือค้นคว้าจากงานวิจัย การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหรือครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ที่มีประสบการณ์ก่อนที่จะนำข้อค้นพบดังกล่าวไปออกแบบกิจกรรมการสอนต่อไป

1.2) การให้นักเรียนแบ่งกลุ่มด้วยตนเองในชั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย ค่อนข้างใช้เวลานานพอสมควร ครูควรแบ่งกลุ่มให้นักเรียนเพื่อรักษาเวลา โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนซึ่งแต่ละกลุ่มต้องมีสมาชิกที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนเท่าๆกัน และเมื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองครูควรบริหารจัดการเวลาให้ดีและคอยให้คำปรึกษาแนะนำตลอดการทำกิจกรรม

1.3) ในขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางดังกล่าว ครูควรยกตัวอย่างหรือกำหนดสถานการณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนให้มากที่สุด และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนตระหนักถึงประโยชน์ของการเรียนวิชาฟิสิกส์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1) ควรทำการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในเนื้อหาอื่นๆของรายวิชาฟิสิกส์ หรือเนื้อหาวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิจัยเนื้อหาที่ใช้สอนที่มีความเหมาะสมกับกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรายวิชานั้นๆ

2.2) จากการวิจัยพบว่าในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะให้ศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการทำงานร่วมกัน หรือเจตคติต่อการทำงานเป็นกลุ่ม และขั้นตอนการสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามเชิงปลายเปิด วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ต่างๆ จากการวิจัยพบว่านักเรียนมีคำตอบที่หลากหลาย สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). นโยบายหลักเพื่อขับเคลื่อนการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง

(พ.ศ.๒๕๕๔ – ๒๕๖๑). สืบค้นจาก

:http://www.onec.go.th/onec_main/page.php?mod=Book&file=view&itemId=1044.

สไวกุญชร บวรณาลัย. (2547). ผลการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดปากน้ำวิทยาเขต กรุงเทพมหานคร (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *หนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555). "การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นานาชาติ." สืบค้นจาก http://www3.ipst.ac.th/files/TIMSS2077_

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *สอนฟิสิกส์อย่างไรให้ผู้เรียนเข้าใจจริง*.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2560). *ค่าสถิติพื้นฐานผลคะแนนการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชา*. ปีการศึกษา 2560 จำแนกตามวิชา. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th>.

ลีปนันท เกตุทัต และคณะ. (2544). *การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา: กรณีศึกษาเวียดนาม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.

สุระ วุฒิพรหม. (2549). *ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง*. สืบค้นจาก http://penthai.sc.mahidol.ac.th/html/articles/articles_sura.html

ภาษาอังกฤษ

Alwan, A. A. (2011). Misconception of heat and temperature Among physics students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12 600–614

Çalik, M. (2008). Facilitating students' conceptual understanding of boiling using a four-step constructivist teaching method. *Research in Science & Technological Education*, 26(1), 59-74.

Çalik, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2010). Investigating the effectiveness of teaching methods based on a four-step constructivist strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 19(1), 32-48.

Çalik, M., Ayas, A., Coll, R. K., Ünal, S., & Coştu, B. (2007). Investigating the effectiveness of a constructivist-based teaching model on student understanding of the dissolution of gases in liquids. *Journal of Science Education and Technology*, 16(3), 257-270.

Freedman, R. L. H. (1998). Constructivist Assessment Practices.

Gurcay, D., & Gulbas, E. (2015). Development of three-tier heat, temperature and internal energy diagnostic test. *Research in Science & Technological Education*, 33(2), 197-217.

- İpek, H., & Calik, M. (2008). Combining Different Conceptual Change Methods within Four-Step Constructivist Teaching Model: A Sample Teaching of Series and Parallel Circuits. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(3), 143-153.
- Kurt, S., & Ayas, A. (2012). Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(2), 979-992.
- Lawson. (1995). *science teaching and the development of thinking*: Belmont: Wadsworth.
- Llewellyn, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry: A case study approach*: Corwin Press.
- McGuire, W. J. (1969). *The Nature of Attitudes and Attitude Change*. Massachusetts.
- Posner, G. J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). "Accommodation of Scientific Conception: toward a theory of conceptual change." *Science Education*: 66,211-227.
- Tabago, C. (2011). The Effectiveness of Constructivist Approach-Based Experiments in Teaching Selected Physics Concepts. *IAMURE International Journal of Multidisciplinary Research*, 2(1).
- Tanahoung, C., Chitaree, R., & Soankwan, C. (2010). Probing thai freshmen science students' conceptions of heat and temperature using open-ended questions: a case study. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 2(2), 82-94.
- Ursula, A. N., & Alphonsus, O. O. (2014). The Effect of Constructivist Teaching Model on SSS Physics Students' Achievement and Interest. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 4(1), 35-38.
- Weil, M., & Joyce, B. (1980). *Information processing model of teaching*. New Jersey: Prentice-Hall.