การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีการแก้ปัญหาของ Wheatley เพื่อเสริมสร้างมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน

รัตน์จาณี อรัญเพิ่ม[1*] พงษ์พันธุ์ ศรีต้นวงศ์
ภากร ไทยพิทักษ์ และพัดตาวัน นาใจแก้ว[2*]

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เมือง อุดรธานี 41000
[*]E-mail: [1]kruratjanee@gmail.com, [2]pattawan.na@udru.ac.th

รับบทความ: 24 มกราคม 2561 แก้ไขบทความ: 28 พฤษภาคม 2561 ยอมรับตีพิมพ์: 17 กรกฎาคม 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley และ (2) ศึกษาและเปรียบเทียบมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงแบบวงจรตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วงจรละ 3 แผน กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley จำนวน 9 แผน (2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล ได้แก่ แบบบันทึกหลังสอน แบบสังเกตการสอน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และ (3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนมติเสียงแบบตัวเลือก 2 ลำดับขั้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เกณฑ์ของ Costu et al. (2012) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบวัดการนำตนเองในการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณใช้ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบทางเดียว และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า (1) การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้น

เสนอตัวอย่าง ขั้นเปรียบเทียบ ขั้นสรุป และขั้นนำไปใช้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสะท้อนผลจากการปฏิบัติการของวงจรที่ 1 มาปรับกิจกรรมสำหรับการปฏิบัติการในวงจรที่ 2 คือ ลดจำนวนกิจกรรมบางส่วนออกในขั้นที่ 2 เพื่อลดเวลา และขั้นที่ 3 ลดการนำเสนอผลการทำกิจกรรม ขั้นที่ 5 ลดจำนวนสถานการณ์แบบฝึกหัด และมอบหมายให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาล่วงหน้าในเบื้องต้นก่อนในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 (2) นักเรียนมีมโนมติเสียงหลังเรียน ($\bar{x}$ = 28.32) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 7.71) โดยหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติเสียงที่ความเข้าใจสมบูรณ์ (SU) และความเข้าใจบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้น และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (SM) และไม่เข้าใจ (NU) ลดลงกว่าก่อนเรียน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบทางเดียวของคะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกัน (สูง–ต่ำ) มีมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: มโนมติเสียง วิธีการสอนแบบอุปนัย วิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การนำตนเองในการเรียนรู้

Development of Learning Activities Based on Inductive Teaching Model Supplemented with Wheatle's PCLM process for Enhancing Concepts of Sound and Critical Thinking Abilities of Grade–11 Students with Different Kinds of Self–Directed Learning

Ratjanee Arunperm[1*], Phongbandhu Sritonwong,
Pakorn Thaipituk and Pattawan Narjaikaew[2*]

Udon Thani Rajabhat University, Muang, Udon Thani 41000, Thailand
[*]E-mail: [1]kruratjanee@gmail.com, [2]pattawan.na@udru.ac.th

Received: 24 January 2018 Revised: 28 May 2018 Accepted: 17 July 2018

Abstract

The purposes of this research were to (1) develop learning activities base on inductive instructional model supplemented with Wheatley's teaching method, and (2) study and compare sound concept and critical thinking abilities of grade–11 students with different kinds of self-directed learning. The study was conducted based on Kemmis and McTaggart's action research (1998) consisted of 3 experimental cycles, which each cycle consisted of 3 instructional plans. The participants were 28 grade–11 students in a classroom. The research instruments were 9 lesson plans based on the on inductive teaching model supplemented with Wheatley's PCLM process, post lesson reports, classroom observation forms, interview forms, a two–tier diagnostic test, a critical thinking ability test, and a self–directed test. The student responses to each two–tier test item were categorized according to Costu *et al*. criteria (2012). The quantitative data were analyzed by using mean, percentage, standard deviation and one–way MANOVA. In addition, content analysis was used for qualitative data. The research found that: (1) The development of inductive teaching model supplemented with Wheatley's PCLM process composed of 5 steps: Preparation, Presentation, Comparison, Generalization and Application. Reflective practice from the 1st cycle had been considered to make practice changes in the 2nd cycle and the 3rd cycle that some activities in step 2 and step 3 were removed. In step 5, few problem–solving exercises were removed and students were assigned to read the text before

class. (2) The students had understanding of sound concepts after learning ($\bar{x}$ = 28.32) higher than before learning ($\bar{x}$ = 7.71). They showed an increase in sound understanding (SU) and partial understanding (PU) of sound concepts; whereas; they showed a decreased in the specific misconception (SM) and no understanding (NU). A One–way MANOVA result revealed that students with different kinds of self–directed learning had no difference of the posttest mean scores on sound concepts and critical thinking ability in the significance level of 0.05.

Keywords: Sound concept, Inductive teaching model, Wheatley's PCLM process, Action research, Critical thinking ability, Self–directed learning

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องอำนวยความสะดวกที่ใช้ในชีวิตประจำวันของคนล้วนเกิดจากการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานสามารถตรวจสอบได้ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2014) ดังนั้นทุกคนจึงควรรู้วิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ให้ความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้นั้นยังทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่สำคัญที่นำมาใช้ในการดำรงชีวิต ซึ่งในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 กล่าวถึงการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานดำเนินการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพแขนงหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาส่วนประกอบของสสาร และอันตรกิริยาระหว่างส่วนประกอบของสสาร (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2014) และฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ชีววิทยา เคมี ธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา จึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และการทำความเข้าใจวิชาอื่น ๆ เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาคนให้คิดอย่างมีเหตุผล มีระเบียบขั้นตอนในการคิด สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ นอกจากนั้นยังช่วยสร้างเสริมคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอื่น ๆ เช่น การสังเกต การทดลอง การเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ เป็นทฤษฎีหรือกฎ การเรียนการสอน วิชาฟิสิกส์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตัวเองมากที่สุด อย่างไรก็ตามมีรายงาน

การวิจัยด้านฟิสิกส์ศึกษาเปิดเผยว่าผู้เรียนจำนวนหนึ่งยังมีความเข้าใจมโนมติฟิสิกส์ที่คลาดเคลื่อนและไม่สมบูรณ์ในหลายประเด็น เช่น จำนวนแบตเตอรี่ที่มากกว่าทำให้หลอดไฟสว่างกว่าโดยไม่คำนึงถึงลักษณะการต่อกันของแบตเตอรี่ ความสว่างของหลอดไฟขึ้นกับลำดับของหลอดไฟในวงจร โดยหลอดไฟหลอดหนึ่งได้รับพลังงานก่อนและพลังงานที่ถูกส่งไปยังหลอดไฟอีกหลอดหนึ่งจะลดลงเนื่องจากหลอดแรกใช้พลังงาน (Narjaikaew and Jeeravipoonvarn, 2014) วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ต้องมีแรงกระทำเสมอ ขณะที่รถชนกันรถที่มีมวลมากกว่าออกแรงกระทำมากกว่า (Tipjoi and Narjaikaew, 2013) มโนมติเสียงเป็นเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับหลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษาให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้เรียนรู้ และยังเป็นเนื้อหาที่อยู่ในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตาม การศึกษาความเข้าใจมโนมติเสียงยังมีจำนวนไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับมโนมติฟิสิกส์อื่น

จากการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2005) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่หลักในการพัฒนาขีดความสามารถในด้านการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ของครู และเยาวชนไทย ได้ระบุถึงเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนฟิสิกส์ เพื่อให้เข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนพัฒนากระบวนการคิดจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นการสอนฟิสิกส์จึงไม่ใช่เพียงเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าในใจเนื้อหาหลักที่เป็นมโนมติ กฎ และทฤษฎี เท่านั้น แต่ผู้สอนวิชาฟิสิกส์จำเป็นต้องสอนให้นักเรียนเห็นคุณค่าและเกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนการคิดแก้ปัญหา การนำเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards (Thai), 2014)

อย่างไรก็ตามจากผลการประเมินของสำนักทดสอบการศึกษา 2556 – 2557 พบว่า ผลการทดสอบอยู่ในระดับต่ำกว่าผลประเมินระดับประเทศ (Secondary Educational Service Area Office 20, 2013) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาระที่ 5 ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยตรง และจากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คะแนนวิชาฟิสิกส์ ในปีการศึกษา 2556 – 2557 ของนักเรียนโรงเรียนศรีพิทยาคม พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนตั้งไว้ (2.75) โดยได้คะแนนเฉลี่ย 2.49 และ 2.20 ตามลำดับ (Srithatpittayakom School, 2013, 2014) จากการวิเคราะห์พฤติกรรมของครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนโดยครูผู้สอน พบว่า นัก-

เรียนขาดความกระตือรือร้น ไม่มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ขาดการเชื่อมโยงการเรียนรู้จากเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาใหม่ และขาดกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วเขียนสัญลักษณ์แทนปริมาณที่กำหนดให้ได้ ครูเน้นสอนโดยการบรรยายแล้วให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ยังขาดทักษะการทดลองที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติในบางเนื้อหา ดังนั้นจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์จึงต้องให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะทั้งสามด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ นอกจากต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้วยังต้องการให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดเพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง พร้อมทั้งเป็นผู้ที่มีจิตเป็นวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต

การจัดการเรียนรู้ตามวิธีการสอนแบบอุปนัย เป็นการจัดกิจกรรมที่มีการนำเสนอรายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์ กล่าวคือ เป็นการสอนแบบย่อยไปหาส่วนรวมหรือสอนจากการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากตัวอย่างส่วนหนึ่งไปสร้างเป็นกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่สอดคล้องกับการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ ดังนั้นนักเรียนจะได้ศึกษา สังเกต ทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลจากปรากฏการณ์ตัวอย่างต่าง ๆ นักเรียนจะได้เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ตัวอย่างที่ศึกษาแล้วพิจารณาค้นหาองค์ประกอบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจากตัวอย่างเหล่านั้น เพื่อนำมาเป็นข้อสรุปทั่วไป เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบกฎเกณฑ์หรือความจริงที่สำคัญด้วยตนเองกับให้เข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ อย่างชัดแจ้งตลอดจนกระตุ้นให้นักเรียนรู้จากการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งขั้นตอนการสอนของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยประกอบด้วย 1) ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมและปูความรู้พื้นฐานให้แก่ผู้เรียน 2) ขั้นสอนและเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนศึกษา 3) ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างหรือสถานการณ์ 4) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือนิยามด้วยตัวผู้เรียนเอง และ 5) ขั้นนำไปใช้ในขั้นนี้ผู้สอนควรจะเตรียมตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือความคิดใหม่ๆ ที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนใช้ในการนำความรู้ ข้อสรุปไปใช้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยจึงเป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมการฝึกฝน ให้คิดอย่างมีเหตุผล ฝึกการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์และสรุปด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนจดจำได้นาน และยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์นั้นด้วยกระบวนการคิดแบบอุปนัย มีการนำการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการสอนแบบอุปนัยไปใช้ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ความสามารถการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีขึ้น (Khammol and Khammol, 2004; Marine, 1977; Srisen, 2012; Worthen, 1968)

กระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการใช้การแก้ปัญหาเป็นการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จาก

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ในการแก้ปัญหา มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันจนหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเข้าใจลึกซึ้ง มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจปัญหา รู้จักการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง เพื่อป้องกันการเกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด (Suksringam, 1996) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างงานปัญหา (problematic tasks) ในขั้นนี้ครูทำหน้าที่ในการเลือกงานที่มีศักยภาพในการทำให้นักเรียนเกิดปัญหา หรือเป็นงานที่นักเรียนเผชิญหน้าแล้วสามารถหาประเด็นปัญหาได้สถานการณ์ที่จะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ 2) การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (cooperating groups) เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาร่วมกันแล้วครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย เพื่อแก้ปัญหาให้ลุล่วงไป การให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน (peer interaction) หรือการถ่ายทอดทางสังคม (social transmission) ซึ่งทำให้เกิดภาวะไร้สมดุลทางความคิด (cognitive disequilibrium) และนำไปสู่การคิดค้นหาแนวทางปรับโครงสร้างความคิดใหม่จนกระทั่งกลับสู่ภาวะสมดุลได้ พร้อมกับทำให้ความรู้แนวความคิดหรือคำตอบของปัญหาเป็นรายบุคคล และ 3) การแลกเปลี่ยนความคิด (sharing) ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอคำตอบของปัญหาที่ค้นพบให้กับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การอภิปราย โดยนักเรียนจะนำเสนอในเรื่องกรอบหรือแนวความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และคำตอบของปัญหา จากการนำวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley ไปใช้พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และทำให้นักเรียนพัฒนามโนมติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น (Butwiset, 2012; Yangsom, 2011)

จากความเป็นมาและปัญหาดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยนำวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) มาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ให้ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น โดยต้องการศึกษาว่าวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) จะทำให้มโนมติและการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร และมีการนำตนเองในการเรียนรู้แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

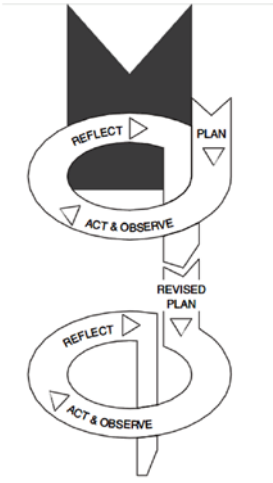
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เปรียบเทียบมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM)

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) โดยผู้วิจัยได้นำหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบวงจร

ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบปฏิบัติการโดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ (ภาพที่ 1) แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้วงจรละ 3 แผน โดยนำผลจากการสะท้อนผลจากแบบบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยแบบสังเกตการสอนจากผู้ช่วยวิจัยและผลการสัมภาษณ์นักเรียนของวงจรที่ 1 มาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 และนำการสะท้อนผลจากวงจรที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ภาพที่ 1 วิจัยปฏิบัติการแบบวงจรตามแนวคิด Kemmis and McTaggart (2000, cited in Dudovskiy, 2011)

กลุ่มที่ศึกษา:

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 28 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย:

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) แผนละ 3 ชั่วโมง จำนวน 9 แผน จำนวน 27 ชั่วโมง มีค่าการประเมินวิเคราะห์ความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 4.20–5.00

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล ได้แก่ แบบบันทึกหลังสอน แบบสังเกตการสอน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบ 2 ระดับ โดยระดับแรกเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก และระดับสอง เป็นการเขียนให้เหตุผลมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.98 แต่ละข้อคำถามให้ตอบ 2 ระดับ ระดับที่ 1 ให้เลือกตอบจากตัวเลือก ระดับที่ 2 ให้เขียนเหตุผลสนับสนุนตัวเลือกจากระดับที่ 1 ข้อคำถามระดับที่ 1 (ไม่แสดงภาพประกอบและตัวเลือก) มีดังนี้

ข้อ 1 เรื่องธรรมชาติของเสียงและอัตราเร็วเสียง (คำถาม: ณ ห้องดนตรี เด็กชายเอไปซ้อมดนตรีกับเพื่อน ที่อยู่ติดกับห้องเรียนของบอลและเปีย โดยห้องดนตรีกับห้องเรียนของบอลกันด้วยไม้อัดบาง ส่วนห้องของเปียกั้นด้วยกระจกบาง เมื่อเด็กชายเอกับเพื่อน ๆ ซ้อมดนตรี นักเรียนคิดว่าห้องเรียนของบอลกับห้องเรียนของเปีย ใครจะได้ยินเสียงเพลงดังมากกว่ากัน และมีเครื่องดนตรีกี่ประเภท)

ข้อ 2 เรื่องความเข้มเสียงและระดับเสียง (คำถาม: ถ้าเราเปิดวิทยุเครื่องหนึ่งไว้ในที่โล่งกลางสนาม แล้วเดินห่างออกไปจากวิทยุ

เครื่องนั้น ปริมาณใดของเสียงจะมีการเปลี่ยนแปลง และจะได้ยินเสียงลักษณะอย่างไร)

ข้อ 3 เรื่องคุณภาพเสียง (คำถาม: วงดนตรีที่ประกอบด้วยเครื่องดนตรีหลายชนิดเมื่อเล่นพร้อมกัน แต่เราสามารถแยกได้ว่าเสียงใดเป็นเสียงไวโอลิน เสียงใดเป็นเสียงขลุ่ย และเสียงใดเป็นเสียงเปียโน เนื่องจากเสียงดนตรีแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตามข้อใดที่ต่างกัน)

ข้อ 4 เรื่องการสะท้อนของคลื่นเสียง (คำถาม: ค้างคาวปากย่นเป็นค้างคาวกินแมลงที่มีดวงตาขนาดเล็กมากแต่สามารถบินโฉบไล่กินแมลงในอากาศในเวลาค่ำคืนได้เป็นอย่างดี ขณะที่บินล่าเหยื่อได้กลางป่าไม้ที่หนาทึบ ซึ่งเจ้าตัวก็ได้ถามตัวเองว่าทำไมค้างคาวจึงไม่เคยชนกับวัตถุใดๆ ที่กีดขวางทางบินของมันเลย หรือกระทั่งไม่เคยบินชนกันเองเลย จากรายงานการวิจัยพบว่าค้างคาวสามารถส่งคลื่นเสียงออกไปได้เพื่อหาทางหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ซึ่งสมบัติดังกล่าวของคลื่นเสียงที่ค้างคาวใช้คือสมบัติใด)

ข้อ 5 เรื่องการหักเหของคลื่นเสียง (คำถาม: ในเวลากลางวันและกลางคืนเราได้ยินเสียงแตกต่างกันดังรูป ใช้หลักการใดในการอธิบายผลที่เกิดขึ้น)

ข้อ 6 เรื่องการแทรกสอดของคลื่นเสียง (คำถาม: นายฟอร์ดเปิดเพลงโดยเสียงออกจากลำโพง A และ B ดังรูปมีกำลัง และสมบัติอื่นๆ เหมือนกันทุกประการ ถ้า A และ B ต่างกำลังส่งสัญญาณเสียง ขณะนั้นเอิร์นเดินผ่านปรากฏว่าเอิร์นได้ยินเสียงดังและไม่ได้ยินเสียงสลับกันดังรูป ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น)

ข้อ 7 เรื่องการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง (คำถาม: เย็นวันหนึ่งนางดาวโมโหเมื่อรู้ว่าสามีไปมีกิ๊กนางดาวรับไม่ได้จึงกรี๊ดดังๆ ใส่กำแพงด้วยความโกรธนางคิดเสมอว่าถ้าเจอกิ๊กของสามีจะตบ กัดหูด้วยฟันให้ขาดเลย ถ้านักเรียนไปยืนอยู่หลังกำแพงจะได้ยินเสียงกรี๊ดของนางดาวหรือไม่)

ข้อ 8 เรื่องการสั่นพ้องของเสียง (คำถาม: ลูก A B C D และ E แขวนกับเชือกที่ขึงตึงดังรูป เมื่อผลักลูกตุ้ม A ให้แกว่ง ลูกตุ้มใดจะแกว่งตามลูกตุ้ม A อย่างเด่นชัด)

ข้อ 9 เรื่องปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ (คำถาม: รถมอเตอร์ไซด์คันหนึ่งกำลังแล่นตามถนนดังรูป ผู้หญิงและผู้ชายจะได้ยินเสียงจากรถมอเตอร์ไซด์อย่างไร)

ข้อ 10 เรื่องคลื่นกระแทก (คำถาม: เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยความเร็ว 4/3 เท่า ของความเร็วเสียงในอากาศ ถ้าความเร็วเสียงในอากาศสม่ำเสมอผู้ที่อยู่ใต้ทางบินของเครื่องบินนั้นดังรูปจะเริ่มได้ยินเสียงเมื่อเครื่องบินผ่านแนวดิ่งไปแล้วในตำแหน่งใด)

4. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 40 ข้อ พัฒนาโดย Suksringam (1996)

5. แบบวัดการนำตนเองในการเรียนรู้ 40 ข้อ สร้างขึ้นแนวคิดของ Guglielmino (1977) ซึ่งเป็นแบบวัดการนำตนเองในการเรียนรู้ของ Fisher, King and Tague แปลโดย Chanprasert (2011) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) โดยกำหนดให้แต่ระดับมีความหมาย ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม โดยนักเรียนที่มีคะแนนตั้งแต่ 150 ขึ้นไปเป็นกลุ่มสูง และนักเรียนที่มีคะแนนน้อยกว่า 150 เป็นกลุ่มต่ำ ตามเกณฑ์ของ Yang and Jiang (2014)

การเก็บรวมรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการประชุมชี้แจงแจ้งวัตถุประสงค์แก่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ผู้วิจัยให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดมโนมติเสียงก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ ก่อนเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้เวลา 2 ชั่วโมง และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

3. ผู้วิจัยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มที่ศึกษาด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจำนวน 3 แผน (วงจรปฏิบัติการที่ 1) โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) จากนั้นสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากวงจรที่ 1 และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 4 – 6 และดำเนินกิจกรรมจนจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 7 – 9 และดำเนินกิจกรรมจนจบวงจรปฏิบัติการที่ 3

4. เมื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนครบ 3 วงจร ผู้วิจัยให้นักเรียนทดสอบท้ายวงจรด้วยแบบวัดมโนมติเสียงหลังเรียนและแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณชุดเดิม โดยใช้เวลาเท่ากับทดสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนมติเสียงก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อประเมินผลการวิจัย และเปรียบเทียบมโนมติเสียงระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนตามเกณฑ์ของ Costu et al. (2012) ดังในตาราง 1 ที่ตรวจด้วยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย

ตาราง 1 การตัดสินมโนมติเสียงตามเกณฑ์ของ Costu et al. (2012)

ตัวเลือก	เหตุผล	คะแนน	แปลผล
✓	✓	3	เข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์
×	✓	2	เข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วน
✓	ไม่ตอบ	2	เข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วน
✓	×	1	เข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน
×	ไม่ตอบ	0	ไม่เข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์
×	×	0	ไม่เข้าใจมโนมติเชิงวิทยาศาสตร์
ไม่ตอบ	ไม่ตอบ	0	ไม่ตอบ

2. นำผลการทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

3. เปรียบเทียบมโนมติเสียง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ต่างกันก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบทางเดียว (one-way MANOVA)

4. ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการสอนของผู้สอน ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียน ข้อมูลอื่น ๆ จากแบบบันทึกหลังการสอนของครู ซึ่งใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) นำมาสะท้อนผลการปฏิบัติเพื่อประเมินสภาพการที่เกิดขึ้นว่า มีผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร ดีแล้วหรือเหมาะสมเพียงใด มีปัญหาหรืออุปสรรคเกิดขึ้นหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาหาวิธีการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้นต่อไป

ผลการวิจัย

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley โดยนำแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) มาเป็นแนวทางในการพัฒนาตามขั้นตอนวางแผน ปฏิบัติ (plan) ปฏิบัติการ (act) สังเกต (observe) และสะท้อนผลการปฏิบัติ (reflect) เพื่อส่งเสริมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยมีดังนี้

ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่องธรรมชาติของเสียงและอัตราเร็วเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง *การสะท้อนของคลื่นเสียง*

การปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยได้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) มาเป็นขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับแผนที่ 1 – 3 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นการเตรียมผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิม หรือปูพื้นฐานความรู้

1.1 ครูนำเสนอสถานการณ์ ประเด็นคำถามเกี่ยวกับเรื่องเสียง

1.2 นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์ ประเด็นคำถาม

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอตัวอย่าง สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ 2 – 3 ตัวอย่าง

2.1 แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 4 – 6 คน โดยให้นักเรียนทำกิจกรรม 2 – 3 สถานการณ์ในเรื่องเสียง

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการสำรวจตรวจสอบเรื่องเสียงจากวัสดุ อุปกรณ์ที่กำหนดให้ พร้อมบันทึกผล การสำรวจ

3. ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบ จากตัวอย่างหรือสถานการณ์ โดยนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ทั้งหมดมาพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากปรากฏการณ์ตามกรอบต่อไปนี้

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสำรวจจากกิจกรรม โดยนำผลแต่ละตอนติดไว้บนผนังเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินดูผลการสำรวจของแต่ละกลุ่ม

3.2 ให้นักเรียนเปรียบเทียบข้อมูลที่เกิดจากการศึกษาจากตัวอย่างที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาในแต่ละตอนว่าได้เรียนรู้อะไร

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือนิยามด้วยตัวผู้เรียนเอง

4.1 ครูกำหนดกรอบเงื่อนไขเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเสียง

4.2 นักเรียนสรุปข้อมูลตามกรอบแนวคิดที่ได้และอภิปรายสรุปกฎเกณฑ์เป็นนิยามหลักการ

5. ขั้นนำไปใช้ ครูเตรียมตัวอย่าง ข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือความคิดใหม่ที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนใช้ในการนำความรู้ ข้อสรุปไปใช้ ครูทำหน้าที่ในการเลือกงานที่มีศักยภาพในการทำให้นักเรียนเกิดปัญหา หรือเป็นงานที่นักเรียนเผชิญหน้าแล้วสามารถหาประเด็นปัญหาได้สถานการณ์ที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของปัญหาที่

ค้นพบให้กับนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อนำไปสู่การอภิปราย โดยนักเรียนจะนำเสนอในเรื่องกรอบหรือแนวความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหา

ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 1

ผู้ช่วยวิจัยแสดงความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้ ผู้วิจัยใช้คำถามในการนำอภิปรายเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี มีการนำตัวอย่างที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันมาเชื่อมโยงเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน มีการนำสื่อมาใช้เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ สามารถจัดกิจกรรมในชั้นเรียนน่าสนใจ โดยให้นักเรียนมีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น ในการทำกิจกรรมนักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริง มีการส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล แต่การทำใบงานของนักเรียนยังไม่ทันตามกำหนดเวลา ผู้วิจัยสามารถชี้แนะให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาสถานการณ์การให้ความรู้เพิ่มเติมในชั้นเรียนให้สนุกสนานน่าสนใจ ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเวลาในการจัดกิจกรรมได้ตามที่กำหนด อาจเป็นผลจากการไม่แจ้งวิธีการในการทำกิจกรรมให้มีความชัดเจน และสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดใหม่ นักเรียนยังขาดความเข้าใจเนื่องจากแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ซึ่งนักเรียนที่แสดงความคิดเห็นและนำเสนอ และแก้ปัญหาได้ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและอ่อนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและแก้ปัญหายังไม่ได้ ผู้วิจัยกระตุ้นโดยใช้คำถามและให้คำแนะนำอยู่เรื่อย ๆ

ความคิดเห็นของนักเรียนวงจรปฏิบัติที่ 1

นักเรียนมีความคิดเห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกตื่นเต้น ชอบและสนุกสนานในการทำกิจกรรม เพราะกิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปเป็นขั้นตอน มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล แต่กิจกรรมเนื้อหาและแบบฝึกหัดค่อนข้างมากและจำกัดเวลาในการทำเกินไป ทำให้ทำไม่เสร็จทันเวลาที่กำหนดอยากให้ลดกิจกรรมในเวลาลง และให้ทำเป็นการบ้านหรือนอกเวลา จะได้ไม่เครียด ครูควรกำหนดหัวข้อในการสรุปและการศึกษาค้นคว้าจะได้ลดเวลาและทำกิจกรรมเสร็จเร็ว

ความคิดเห็นของผู้วิจัยวงจรปฏิบัติที่ 1

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนมากให้ความร่วมมือในการกิจกรรม โดยส่วนมากนักเรียนกลุ่มเก่งจะเป็นผู้นำในการสืบค้นข้อมูล อภิปรายองค์ความรู้ สรุปองค์ความรู้ และนำเสนอหน้าชั้นเรียนในการสรุปข้อความรู้บางหัวข้อยังไม่ครบถ้วนตามเนื้อหา การแก้สมการนักเรียนยังขาดการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ส่วนใหญ่นักเรียนกลุ่มเก่งจะทำได้มากกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน

วงจรปฏิบัติที่ 2 เรื่อง การหักเหของคลื่นเสียง การแทรกสอดของคลื่นเสียง การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง

ในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยนำการสะท้อนผลจากวงจรปฏิบัติที่ 1 มาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 4 – 6 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรม คือ ในขั้นที่ 2 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ให้กระชับมากขึ้น และตัดกิจกรรมบางส่วนออกเพื่อลดเวลาให้น้อยลง ขั้นที่ 3 มีกำหนดหัวข้อให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการเรียน ขั้นที่ 5 มีการลดจำนวน

แบบฝึกหัดลง เพื่อลดภาระของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสุขและเรียนรู้ได้ดีขึ้น ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลและนำมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2

ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยใช้คำถามในการนำอภิปรายเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี มีการนำตัวอย่างที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวันมาเชื่อมโยงเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน มีการนำสื่อมาใช้เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ สามารถจัดกิจกรรมในชั้นเรียนน่าสนใจ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม นักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริง ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล การทำใบงานมีความถูกต้อง การให้ความรู้เพิ่มเติมในชั้นเรียนมีความน่าสนใจ ผู้วิจัยสามารถควบคุมเวลาในการจัดกิจกรรมได้ตามที่กำหนด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็น อภิปราย นำเสนอ และแก้ปัญหาได้ทั้งกลุ่มเก่งและปลานกลาง ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อนกล้าแสดงความคิดเห็นและแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยกระตุ้นโดยใช้คำถามและให้คำแนะนำอย่างสม่ำเสมอจนนักเรียนทุกคนสามารถแก้ปัญหาได้

ความคิดเห็นของนักเรียนวงจรปฏิบัติที่ 2

นักเรียนมีความคิดเห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ชอบและสนุกสนานในการทำกิจกรรม เพราะกิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปเป็นขั้นตอน มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเองทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล และให้ทำงานในเวลาน้อยลงหรือนอกเวลา ทำให้ไม่เครียด ครูควรกำหนดหัวข้อในการสรุปและการศึกษาค้นคว้าจะได้ลดเวลาและทำกิจกรรมเสร็จเร็วขึ้น

ความคิดเห็นของผู้วิจัยวงจรปฏิบัติที่ 2

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนมากให้ความร่วมมือในการกิจกรรม โดยส่วนมากนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางจะเป็นผู้นำข้อมูล อภิปรายองค์ความรู้ สรุปองค์ความรู้ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ในการสรุปข้อความรู้ได้ครบถ้วนตามเนื้อหา การแก้สมการยังมีนักเรียนบางส่วนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และการเลือกวิธีการแก้ปัญหายังไม่ถูกต้อง แต่นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางจะช่วยอธิบายให้นักเรียนกลุ่มอ่อนจนมีความเข้าใจมากขึ้น

วงจรปฏิบัติที่ 3 เรื่อง การสั่นพ้องของเสียงปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทก

ในวงจรที่ 3 ผู้วิจัยนำการสะท้อนผลจากวงจรปฏิบัติที่ 2 มาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนที่ 7 – 9 ซึ่งเปลี่ยนแปลงกิจกรรมคือในขั้นที่ 5 เนื่องจากนักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่แตกต่างจากเดิมได้เกือบทุกคน ใช้เวลาในการทำโจทย์ต่อข้อน้อยลง เวลาที่ให้ในแต่ละข้อมีความแตกต่างกัน เช่น ข้อที่ไม่มีการคำนวณให้เวลาน้อยกว่าข้อที่ต้องมีการคำนวณ และพิจารณาถึงความยากง่ายของโจทย์คำถาม จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยสะท้อนผลและนำมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้ดังนี้

ความคิดเห็นของผู้ช่วยวิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นเปรียบเทียบ นักเรียนสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการทำกิจกรรม นำไปสู่การสรุปหลักการและข้อความรู้ในขั้นสรุป นักเรียน

เข้าใจถึงความสัมพันธ์ในเชิงสัญลักษณ์ เป็นสมการและนำไปแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนอยากเรียนรู้และร่วมมือกันทำกิจกรรมเพื่อหาคำตอบอย่างกระตือรือร้น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกัน ผู้วิจัยมีเทคนิคในการสรุปความรู้ให้สามารถเข้าใจง่าย นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนได้อย่างชำนาญและรวดเร็วยิ่งขึ้น มีทักษะในการนำเสนอหน้าห้องได้ดียิ่งขึ้น การเรียนรู้ของนักเรียนมีพัฒนาการไปในทางที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการปรับเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรม นักเรียนร่วมมือในการทำกิจกรรมทุกกิจกรรมเป็นอย่างดี มีความสุขกับกิจกรรมการเรียนการสอน

ความคิดเห็นของนักเรียนวงจรปฏิบัติที่ 3

จากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมเอง ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้และนำไปแก้ปัญหาในการเรียนได้อย่างถูกต้อง นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี สนุกสนาน เกิดทักษะการเรียนรู้ ในการออกมานำเสนอและสรุปให้เพื่อนฟัง ครูมีการเปลี่ยนหมุนเวียนผู้นำเสนอ ทำให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นและกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น และหลังจากนำเสนอเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยและนักเรียนก็ร่วมกันสรุปความรู้ ทำให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มความเข้าใจและช่วยเหลือนักเรียนมีเรียนรู้ได้ช้า ทำให้ได้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้กันของนักเรียนทุกคน บรรยากาศเป็นไปด้วยความสนุกสนานและได้ทำกิจกรรมร่วมกัน ทำให้เข้าใจมากขึ้น

ความคิดเห็นของผู้วิจัยวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี อาจเป็นผลจากนักเรียนมีความชำนาญในการเรียนรู้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนตื่นเต้น สามารถร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันทำแบบฝึกหัด มีบรรยากาศของการช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อนในกลุ่ม ในการสรุปข้อความรู้ในหัวข้อต่าง ๆ ครบถ้วนตามเนื้อหา นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง นักเรียนมีความเครียดน้อยลงทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนสามารถพัฒนาได้ดีมากยิ่งขึ้น

ผลการเปรียบเทียบมโนมติเรื่องเสียงก่อนเรียนและหลังเรียน

จากผลการจัดการเรียนรู้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ตาราง 2) พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนมโนมติเฉลี่ยเรื่องเสียงเท่ากับ 7.71 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.81 (27.55%) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 28.32 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.56 (94.40%) เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley พบว่านักเรียนทั้ง 28 คน มีมโนมติเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตาราง 2 ผลการวัดมโนมติเสียงก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลมโนมติ	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย	SD	ร้อยละ
ก่อนเรียน	30	7.71	2.81	27.55
หลังเรียน		28.32	1.56	94.40

เมื่อพิจารณาจัดกลุ่มมโนมติเสียง โดยแบ่งเป็น 10 มโนมติสำคัญ ผลการพิจารณาจำนวน

และร้อยละของนักเรียนที่มีมโนมติเสียงรายข้อตามเกณฑ์ของ Costu et al. (2012) แสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การจัดกลุ่มคำตอบตามเกณฑ์ของ Costu et al. (2012) ก่อนเรียนและหลังเรียน

มโนมติ	วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM)									
	ความถี่ (ร้อยละ) ของมโนมติเสียงก่อนเรียน					ความถี่ (ร้อยละ) ของมโนมติเสียงหลังเรียน				
	SU	PU	SM	NU	NR	SU	PU	SM	NU	NR
ข้อ 1	0 (0.00)	1 (3.60)	20 (71.40)	7 (25.00)	0 (0.00)	21 (75.00)	7 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 2	4 (14.30)	10 (35.70)	7 (25.00)	7 (25.00)	0 (0.00)	27 (96.40)	1 (3.60)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 3	1 (3.60)	5 (17.90)	9 (32.10)	13 (46.40)	0 (0.00)	22 (78.60)	6 (21.40)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 4	12 (42.90)	4 (14.30)	7 (25.00)	5 (17.90)	0 (0.00)	26 (92.90)	2 (7.10)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 5	1 (3.60)	3 (10.70)	17 (60.70)	7 (25.00)	0 (0.00)	24 (85.70)	4 (14.30)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 6	4 (14.30)	4 (14.30)	4 (14.30)	16 (57.10)	0 (3.57)	25 (89.30)	1 (3.60)	2 (7.10)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 7	1 (3.60)	0 (0.00)	1 (3.60)	26 (92.90)	0 (0.00)	22 (78.60)	4 (14.30)	2 (7.10)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 8	1 (3.60)	1 (3.60)	2 (7.10)	24 (85.70)	0 (0.00)	17 (60.70)	11 (39.30)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 9	3 (10.70)	4 (14.30)	13 (46.40)	8 (28.60)	0 (0.00)	26 (92.90)	2 (7.10)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ข้อ 10	0 (0.00)	0 (0.00)	15 (53.60)	13 (46.40)	0 (0.00)	28 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

ผลการเปรียบเทียบมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ก่อนเรียน

ก่อนทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบทางเดียว (one–way MANOVA) โดยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ คือ การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรโดยใช้วิธีของ Shapiro–Wilk พบว่า ค่า *p* ทุกกลุ่มมีค่ามากกว่า .05 แสดงว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงปรกติ และจากการทดสอบของเลอวีน (Levene's test) เพื่อหาความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน (homogeneity of variance) ของตัวแปรตาม 2 ตัว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (*p* ทั้ง 2 กลุ่มมีค่ามากกว่า .05 ทั้ง 2 ตัวแปร) และทดสอบว่าตัวแปรตามแต่ละตัวเมื่อพิจารณาทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมของประชากร (homogeneity of variance–covariance matrices) โดยใช้สถิติทดสอบ Box's M ซึ่งมีค่าเท่ากับ .604 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (.05) จึงสรุปได้ว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อน-

ไขของข้อตกลงเบื้องต้น จึงวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนระหว่างกลุ่มต่ำและกลุ่มสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามทางเดียว จากการตรวจสอบอิทธิพลของความแตกต่างทางการเรียนรู้ผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลจากการวิเคราะห์มโนมติเสียงและความ สามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเวคเตอร์คะแนนค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามทั้ง 2 ตัวแปร พบว่า เวคเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มต่ำและกลุ่มสูง (Wilks' Lambda, p = .03) ดังในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้ก่อนเรียน

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	*df*	Mean Square	*F*	*Sig.*
Corrected Model	มโนมติ	.012[a]	1	.012	.001	.971
	คิดวิจารณญาณ	.616[b]	1	.616	.130	.721
Intercept	มโนมติ	1657.155	1	1657.155	194.342	.000
	คิดวิจารณญาณ	5524.188	1	5524.188	1165.431	.000
การนำตนเองในการเรียนรู้	มโนมติ	.012	1	.012	.001	.971
	คิดวิจารณญาณ	.616	1	.616	.130	.721

[a]R Squared = .000 (Adjusted R Squared = –.038)

[b]R Squared = .005 (Adjusted R Squared = –.033)

จึงสรุปได้ว่าก่อนเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 2 กลุ่ม มีมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน ($p \geq .05$)

ผลการเปรียบเทียบมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้หลังเรียน

ก่อนทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบทางเดียว (one–way MANOVA) โดยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ คือ การแจกแจงปรกติหลายตัวแปรโดยใช้วิธีของ Shapiro–Wilk พบว่า ค่า p ทุกกลุ่มมีค่ามากกว่า .05 พบว่า ข้อมูลทุกกลุ่มมีการแจกแจงปรกติ และทดสอบว่าตัวแปรตามทั้ง 2 ตัว คือ มโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) พบว่า ตัวแปรตามทั้ง 2 ตัวมีความสัมพันธ์กัน (r = .469, p = .012) และจากการทดสอบของเลอวีน (Levene's test) เพื่อหาความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของตัวแปรตาม 2 ตัว พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (มโนมติเสียง p =.739; การคิดอย่างมีวิจารณญาณ p = .681) เมื่อทดสอบว่าตัวแปรตามแต่ละตัวเมื่อพิจารณาทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมของประชากรโดยใช้

สถิติทดสอบ Box's M ซึ่งมีค่าเท่ากับ .900 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (.05) จึงสรุปได้ว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของข้อตกลงเบื้องต้น จึงวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนระหว่างกลุ่มต่ำและกลุ่มสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามทางเดียว จากการตรวจสอบอิทธิพลของความแตกต่างทางการเรียนรู้ผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลจากการวิเคราะห์มโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเวคเตอร์คะแนนค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามทั้ง 2 ตัวแปร พบว่า เวคเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มต่ำและกลุ่มสูง (Wilks' Lambda, p = .03) ดังในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีการนำตนเองในการเรียนรู้หลังเรียน

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	*df*	Mean Square	*F*	*Sig.*
Corrected Model	มโนมติ	.199[a]	1	.199	.076	.784
	คิดวิจารณญาณ	.097[b]	1	.097	.019	.890
Intercept	มโนมติ	22334.771	1	22334.771	8551.374	.000
	คิดวิจารณญาณ	25618.668	1	25618.668	5123.329	.000
การนำตนเองในการเรียนรู้	มโนมติ	.199	1	.199	.076	.784
	คิดวิจารณญาณ	.097	1	.097	.019	.890

[a]R Squared = .003 (Adjusted R Squared = –.035)

[b]R Squared = .001 (Adjusted R Squared = –.038)

จึงสรุปได้ว่าหลังเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 2 กลุ่ม มีมโนมติเสียงและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน ($p \geq .05$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือเพื่อนร่วมงานมีส่วนในการวิพากษ์วิจารณ์การปฏิบัติงานได้สะท้อนกลับผลเกี่ยวการปฏิบัติงานของตนเองและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงาน (Wongvanish, 2007) เป็นการแก้ไขข้อบกพร่อง ส่งผลให้กิจกรรมการเรียนรู้ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาทำให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มีผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สนุกสนานในการเรียนรู้กล้าแสดงความคิดเห็นมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีการฝึกฝนให้คิดอย่างมีเหตุผล ฝึกการสังเกต เปรียบเทียบ วิเคราะห์และสรุปด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนจดจำได้นานและยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโน-

ทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์นั้นด้วยกระบวนการคิดแบบอุปนัยและนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาผลจากการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนมติก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (NU) คิดเป็นร้อยละ 17.90 – 46.40 แต่หลังเรียนนักเรียนส่วนมากมีมโนมติอยู่ในกลุ่มเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ (SU) คิดเป็นร้อยละ 75.00 – 96.40 ผลจากการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนมากมีมโนมติก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 25.00 และมีมโนมติหลังเรียนส่วนมากอยู่ในกลุ่มเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 78.60 – 89.30 และผลจากการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนมากมีมโนมติก่อนเรียนอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 28.60 – 85.70 และมีมโนมติหลังเรียนส่วนมากอยู่ในกลุ่มเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 60.70 – 100.00 ดังในตาราง 3 ซึ่งนักเรียนมีแนวโน้มเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการสอนแบบอุปนัย ซึ่งนักเรียนมีบทบาทในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยศึกษา สังเกต ทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลจากปรากฏการณ์ตัวอย่างต่าง ๆ นักเรียนเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์ตัวอย่างต่าง ๆ ที่ศึกษาแล้วพิจารณาค้นหาองค์ประกอบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจากตัวอย่างเหล่านั้น เพื่อนำมาเป็นข้อสรุปทั่วไป เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบกฎเกณฑ์หรือความจริงที่สำคัญด้วยตนเองกับให้เข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ อย่างชัดแจ้ง ตลอดจนกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และร่วมกันทำแบบฝึกหัด ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความรู้จากประสบการณ์และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ผ่านกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สัมพันธ์กันจะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะที่สมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญาจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Piaget, 1969) ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srisen (2012) โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดี (Marine, 1977; Worthen, 1968) นอกจากนักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิธีการสอนแบบอุปนัยแล้ว นักเรียนยังเรียนรู้การใช้องค์ความรู้ในการแก้ปัญหาเพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหา และป้องกันการเกิดแนวความคิดหรือมโนทัศน์ที่ผิดพลาด โดยการใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มในการแก้ปัญหา อภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันจนหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเข้าใจลึกซึ้งของวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky ที่สำคัญที่ว่า *"ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา"* รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพใน

การพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า zone of proximal development (ZPD) ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่า ZPD จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า scaffolding และ Vygotsky ยังเชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yangsom (2011) ที่พบว่า การสอนแบบ PCLM ของวีตลีย์ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และงานวิจัยของ Butwiset (2012) ซึ่งทำให้นักเรียนพัฒนามโนมติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

(1) ในการนำวิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) ไปใช้ ครูผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน เตรียมสื่อให้พร้อมสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง และควรบันทึกหลังสอนเพื่อให้ทราบปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการแก้ไขเพื่อทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

(2) การจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุปนักเรียนที่เรียนปานกลางและเรียนอ่อนไม่ค่อยกล้านำเสนอ ขาดความมั่นใจในตนเอง และมีนักเรียนบางส่วนพยายามให้ครูเฉลยคำตอบ ดังนั้นครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนในกลุ่มได้ผลัดเปลี่ยนกันนำเสนอทุกคนและควบคุมเวลาให้กระชับ เพื่อช่วยให้ครูได้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนทำให้ทราบปัญหาและข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนและช่วยเหลือแก้ไขได้ทันท่วงที

(3) ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ช่วยเหลือและปรึกษากัน โดยให้นักเรียนกลุ่มเก่งและปานกลางแนะนำนักเรียนกลุ่มอ่อน และครูผู้สอนคอยสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนอย่างทั่วถึง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ หรือในเรื่องอื่นด้วยเนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันจนหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ที่เรียนได้ดีด้วย

(2) ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการสอนแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ Wheatley (PCLM) ของตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการตัดสินใจ ความรับผิดชอบ ทักษะการให้เหตุผล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพราะส่งเสริมการฝึกฝนให้คิดอย่างมีเหตุผล และสร้างความเข้าใจในปัญหา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการศึกษาจากโครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

เอกสารอ้างอิง

Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2014). **Learning Activities with Scientific Inquiry**. Bangkok: Aksornthai. (in Thai)

Butwiset, T. (2012). **The Development of Concept and Achievement in Electrochemistry for Grade 11 Students by Using Problem Centered Learning Model.** Master's Thesis in Science Education. Khon Kaen: Faculty of Education, Khon Kaen University. (in Thai)

Chanprasert, K. (2011). Development of a self–directed learning readiness scale for health science students. **Suthiparithat Journal** 27(82): 23–39. (in Thai)

Costu, B., Ayas, A., and Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE–based teaching activity on students' understanding of condensation. **Instruction Science 40**: 47–67.

Dudovskiy, J. (2011). **Research Methodology**. Retrieved from http://research-methodology.net/aboutus, March 22, 2015.

Guglielmino, L. M. (1977). Development of the self–directed learning readiness scale. Unpublished doctoral dissertation, University of Georgia. **Dissertation Abstracts International** 38(11a): 64-67.

Khammol, S., and Khammol, O. (2004). **21 Learning Management Method for Develop the Thinking Process.** Bangkok: Pappim. (in Thai)

Liu, Y. L. (2014).The integration of technology and aesthetics when student teachers undertake blended learning in adolescent psychology: An interdisciplinary approach. **Educational Research and Reviews** 9(20): 1002–1012.

Ministry of Education. (2008). **Key Performance Indicators of Science according the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551**. Bangkok: Agricultural Federation of Thailand.

Narjaikaew, P., and Jeeravipoonvarn, V. (2014). Using inquiry–based learning supplemented with predict–observe–explain and analogy teaching strategies enhancing electric DC circuit conceptions of elementary school teachers. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 5(1): 1–10. (in Thai)

Piaget, J. (1969). **The Origins of Intelligence in Children**. New York: W.W. Norton.

Srisen, S. (2012). **The Effects of Student Teams Teaching Achievement Division Supplemented with Inductive Method on Achievement and Mathematical Reasoning Abilities of Mathayomsuksa 6 Students.** Master's Thesis in Curriculum and Instruction. Udonthani: Faculty of Education, Udon thani Rajabhat University. (in Thai)

Srithatpittayakom School. (2013). **The Evaluation Course Academic Year 2012.** Udon thani: Srithatpittayakom School. (in Thai)

Srithatpittayakom School. (2014). **The Evaluation Course Academic Year 2013.** Udon thani: Srithatpittayakom School. (in Thai)

Suksringam, P. (1996). Constructivist and science teaching. **Journal of Mahasarakham University** 14(1): 32–33. (in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2005). **Published Expand Result and Training Documentation about Leaning and Teaching Inquiry (5Es) Model.** Bangkok: Khurusapaladpao. (in Thai)

The secondary Education Service Area Office 20. (2013). **Ordinary National Education Test Report Academic Year 2013.** Udon thani: Promotion of Education Provision. (in Thai)

Tipjoi, W., and Narjaikaew, P. (2013). The effect of short–course training program on scientific concepts of the primary school non–science teacher. **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning** 4(2): 143– 156. (in Thai)Wongvanish, S. (2001). **Classroom Action Re-search.** 7th ed. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Worthen, B. R. (1968). Discovery and expository task presentation in mathematics. **Journal of Educational Psychology** 59: 68–70.

Yang, G. F., and Jiang, X. Y. (2014). Self–directed learning readiness and nursing competency among undergraduate nursing students in Fujian province of China. **International Journal of Nursing Sciences** 1(3): 255–259.

Yangsom, B. (2011). **The Effects of Using 5E Learning Cycle with PCLM of Wheatley Instructional Model on Problem Solving Thinking Ability and Science Achievement of Prathomsuksa 4 Students**. Master's Thesis in Curriculum and Instruction. Udonthani: Faculty of Education, Udon thani Rajabhat University. (in Thai)