การพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในสถาบันผลิตครู*

DEVELOPMENT OF PHYSICS CONCEPTS IN PHYSICS FOR TEACHERS COURSE OF FIRST YEAR STUDENTS IN THE INSTITUTE OF TEACHER EDUCATION

สุปราณี พิศมัย, ธิติยา บงกชเพชร, ศิรินุช จินดารักษ์
Supranee Pitsamai, Thitiya Bongkotphet, Sirinuch Chindaruksa
มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University
Corresponding Author E-mail: supranee_pit@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันการผลิตครูแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 18 คน การพัฒนาแนวคิดเน้นกิจกรรมการจัดการเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครูมีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มคำตอบแนวคิดเป็น 5 กลุ่ม แสดงข้อมูลเป็นค่าความถี่และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า แนวคิดฟิสิกส์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม พบว่า กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) เพิ่มขึ้นจาก 4.44% เป็น 26.67% กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) เพิ่มขึ้นจาก 22.78% เป็น 32.78% กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน(PC&CM) เพิ่มขึ้นจาก 20.00% เป็น 30.78% กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) ลดลงจาก 34.44% เป็น 10.56% และกลุ่มที่มีไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (NR) ลดลงจาก 18.33% เป็น 0.00%

คำสำคัญ: แนวคิดฟิสิกส์; นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์; รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู

*Received December 7, 2021; Revised December 28, 2021; Accepted December 29, 2021

Abstract

This research aimed to develop physics concepts of 18 first year science pre-service teachers who were studying in general science program, institute of teacher education in the lower northern part of Thailand. Physics concepts were developed through activities in Physics for Teachers course including curriculum topic study, inquiry-based activities, hands-on activities, and micro teaching. Research findings showed that physics concepts before and after learning management have been improved. A scientific conception (SC) increased from 4.44% to 26.67%. Partial conception (PC) increased from 22.78% to 32.78%. Partial conception & Complete misconception (PC&CM) increased from 20.00% to 30.78%. Complete misconception (CM) decreased from 34.44% to 10.56% and No response (NR) decreased from 18.33% to 0.00%.

Keywords: Physics Concepts; Pre-service Science Teacher; Physics for Teachers course

บทนำ

ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับกระบวนการเรียนการสอน ถ้าผู้เรียนปราศจากความรู้พื้นฐานที่ดีก็จะไม่สามารถเข้าใจแนวคิดและข้อเท็จจริงใหม่ได้ สำหรับครูผู้สอนระดับประถมศึกษาจำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญในการสอนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั้งหมด ตลอดจนแนวคิดทางชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ ในระดับชั้นต่าง ๆ ครูจะต้องมีทั้งความเข้าใจทางแนวคิดวิทยาศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนแนวคิดอย่างดีเพื่อถ่ายทอดให้กับนักเรียนของเขาอย่างมีประสิทธิภาพการที่ครูผู้สอนไม่รู้ว่าตัวเองมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนนั้นจะส่งผลต่อการถ่ายทอดข้อมูลด้านเนื้อหาที่ไม่ถูกต้องให้กับนักเรียน หรือครูที่รู้สึกไม่มั่นใจในความรู้เกี่ยวกับแนวคิดนั้นจะเน้นการมอบหมายงานผู้เรียนจากตำรา มากกว่าการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ (Bulunuz & Jarrett, 2009) มีงานวิจัยที่บ่งบอกว่าครูที่ขาดความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนนั้นจะไม่สามารถออกแบบหรือปรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ (De Jong et al., 2005) ดังนั้นจะเห็นว่าการที่ครูผู้สอนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน การออกแบบกิจกรรม และการเรียนรู้ของผู้เรียน

ในวิชาฟิสิกส์มีงานวิจัยที่นำเสนอแนวคิดที่คลาดเคลื่อนไว้มากมายหลาย ๆ หัวข้อ เช่น งานวิจัยที่ศึกษาสำรวจความเข้าใจในแนวคิดหลักของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์ชั้นปีที่ 1-4 พบว่านักศึกษาครูฟิสิกส์ส่วนใหญ่ยังมีความเข้าที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดหลักเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (สิงหา ประสิทธิ์พงศ์, 2556) และยังพบว่านักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอก

ฟิสิกส์มีแนวคิดที่หลากหลายตั้งแต่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จนถึงแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ใน 6 เรื่องหลัก ได้แก่ กลศาสตร์คลื่น ไฟฟ้าแม่เหล็ก ความร้อนและอุณหพลศาสตร์ คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า และฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อะตอม (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และคณะ, 2548) ดังนั้นถ้านักศึกษาครูได้รับการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน และได้รับการชี้แนะให้ปรับเปลี่ยนแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้ถูกต้องจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และการถ่ายทอดความรู้ฟิสิกส์ที่ถูกต้องต่อไปได้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาแนวคิดนั้น (ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) ได้อธิบายให้ทราบว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวคิดมี 2 รูปแบบ แบบที่ 1 คือการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถใช้แนวคิดเดิมไปจัดกระทำกับแนวคิดใหม่อย่างเหมาะสม และแบบที่ 2 คือ การปรับปรุงแนวคิดเดิม เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนปรับปรุงแก้ไขแนวคิดเดิมหรือนำแนวคิดใหม่มาแทนที่ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอวิธีการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องไว้หลายรูปแบบ (Posner et al., 1982) เช่น 1) รูปแบบการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนแปลง มี 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างความไม่พึงพอใจต่อแนวคิดที่มีอยู่ ขั้นสร้างความเข้าใจกับแนวคิดใหม่ขั้นสร้างความเชื่อในแนวคิดใหม่ และขั้นนำแนวคิดใหม่ไปใช้ประโยชน์ 2) รูปแบบการแก้ปัญหาของวีสเลท์ (Wheatley, 1991) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นคือขั้นสร้างงานปัญหา ขั้นการแก้ปัญหากลุ่ม และขั้นการแลกเปลี่ยนแนวคิด 3) รูปแบบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ซึ่งโดยทั่วไปมี 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจ ขั้นอธิบายขั้นขยายแนวความคิด และขั้นการประเมินผล 4) รูปแบบการสอนตามเทคนิคของฮีส (Hesse, 1989) มี 3 ขั้น คือ ขั้นวินิจฉัยแนวความคิดหรือความรู้ของนักเรียน ขั้นท้าทายความคิด ขั้นเสริมแรงที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีกลวิธีในการสอนเพื่อพัฒนาแนวคิด ได้แก่ 1) กลวิธีเนื้อหารายวิชาเป็นกลวิธีที่ใช้ในการพัฒนาเนื้อหารายวิชา ลักษณะของรายวิชาด้านเนื้อหาที่ดีนั้นต้องมีลักษณะสำคัญ 3 อย่าง คือ 1) รายวิชาด้านเนื้อหามีการสอนหรืออำนวยความสะดวกโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเชิงลึกมากขึ้น 2) รายวิชาด้านเนื้อหาสอดคล้องกับเนื้อหาที่ครูสอน มีความเหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐาน 3) ผู้เรียนสามารถทราบรายละเอียดหลักสูตรได้ตั้งแต่ก่อนการลงทะเบียน สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมในรายวิชาด้านเนื้อหาได้ (Horsley et al., 2010) กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตรวิทยาศาสตร์นั้นได้ถูกศึกษาวิจัยร่วมกับครูผู้นำด้านหลักสูตรวิทยาศาสตร์หัวข้อการศึกษา : การออกแบบเครื่องมือและทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้อย่างมืออาชีพ เพื่อทำให้ครูได้เชื่อมช่องว่างระหว่างมาตรฐานหลักสูตรและการปฏิบัติ โดยการสร้างความตระหนักในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ยังให้โอกาสครูในการกำหนดเป้าหมายในการเพิ่มพูนความรู้ด้านเนื้อหาในเรื่องที่ไม่ชำนาญกลวิธีการสืบสอบเป็นอีกหนึ่งกลวิธีสำหรับพัฒนาความรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

โดย Deboer (2006) กล่าวว่าการสอนตามแนวสืบสอบหาความรู้ (Inquiry Approach) เป็นการสะท้อนถึงการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สำรวจตรวจสอบและแก้ปัญหาเหมือนกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สืบสอบหาความรู้และการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในห้องปฏิบัติการห้องทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ในห้องและในการอภิปรายกับเพื่อนร่วมงานส่วนนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่คล้ายกันในห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนตามแนวสืบสอบหาความรู้

ปัจจุบันวิชาฟิสิกส์สำหรับครูของมหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือได้มีการปรับปรุงใหม่โดยผนวกภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติและการสอนวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกันดังนั้นผู้วิจัยคาดหวังว่าการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์นักศึกษาครูจะมีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและสามารถนำความรู้ได้รับไปจัดการเรียนรู้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ ดังนั้นผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาแนวคิดโดยใช้กลวิธี 3 กลวิธี ได้แก่ กลวิธีเนื้อหารายวิชา กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตรและกลวิธีแบบสืบสอบ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในสถาบันผลิตครู

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 ซึ่งเป็นรายวิชาที่อยู่ในแผนการเรียนหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ปีการศึกษา 2562 จนวน 18 คน ได้มาจากการเลือกเฉพาะเจาะจง โดยเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 ในภาคเรียนที่ 2/2562 สถาบันการผลิตครูแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งเครื่องมือวิจัยเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1. เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 มีลักษณะเป็นรายวิชาที่ถูกออกแบบให้มีการจัดการเรียนการสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ จำนวน 3 หน่วยกิต จำนวน 4 คาบต่อสัปดาห์ ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 มีองค์ประกอบดังนี้ คาบที่ จำนวนชั่วโมงการสอน แนวคิด กลวิธี/กิจกรรมหลัก สื่อ/เครื่องมือ ประกอบไปด้วย 9 แผนการจัดการเรียนรู้ จัดกิจกรรมพัฒนาแนวคิดโดยใช้กลวิธี 3 กลวิธี ได้แก่ กลวิธีเนื้อหารายวิชา กลวิธีการศึกษาหัวข้อหลักสูตรและกลวิธีแบบ

สืบสอบ กิจกรรมทั้งหมดมี 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง โดยลักษณะการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม การทำงานเป็นทีม การยกตัวอย่างสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นการคิดของนักศึกษา 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลแบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู มีลักษณะเป็นข้อสอบเชิงสถานการณ์ มีจุดประสงค์เพื่อวัดแนวคิดของนักศึกษาทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มีคำถามเกี่ยวกับแนวคิดของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 ในเนื้อหาความร้อนและแสง ประกอบไปด้วยข้อคำถามปลายเปิด ที่ให้ผู้เรียนเขียนตอบ จำนวน 10 ข้อ จำนวน 10 แนวคิด ประกอบด้วย 1) แนวคิดพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิ 2) แนวคิดการนำความร้อน 3) แนวคิดการพาความร้อน 4) แนวคิดการแผ่รังสีความร้อน 5) แนวคิดสมดุลความร้อน 6) แนวคิดแสงเดินทางเป็นเส้นตรง 7) แนวคิดการเกิดเงา 8) แนวคิดการสะท้อนแสง 9) แนวคิดการหักเหแสง 10) แนวคิดทัศนศาสตร์เชิงฟิสิกส์ และพัฒนาเครื่องมือวิจัยด้วยการศึกษาเอกสาร ตำรา วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ ได้แก่ คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู 2 เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เอกสารหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมต้น เอกสารงานวิจัยในการพัฒนาแนวคิด เป็นต้น นำเครื่องมือวิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและความถูกต้อง จำนวน 3 ท่าน และวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือโดยหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู ซึ่งมีรูปแบบเป็นคำถามปลายเปิด ผู้วิจัยดำเนินการให้กลุ่มเป้าหมาย จำวน 18 คน ทำแบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครูก่อนการจัดการรเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ ในวันที่ 3 ธันวาคม 2562 โดยให้เวลาในการทำแบบวัด 3 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 13.00-16.00 น. และเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563 โดยให้เวลาในการทำแบบวัด 3 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 13.00-16.00 น.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูจากแบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู โดยผู้วิจัยอ่านคำตอบของนักศึกษาเป็นรายบุคคล และวิเคราะห์คำตอบเทียบกับเกณฑ์การแบ่งระดับแนวคิดจากงานวิจัยของ Haidar (1997) แบ่งระดับความเข้าใจแนวคิด 5 ระดับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific conception: SC) 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial conception: PC) 3) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial conception & Complete misconception : PC&CM) 4) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (Complete misconception : CM) 5) กลุ่มที่ไม่มีแนวคิด (No response: NR) และวิเคราะห์ผลโดยหาความถี่และค่าร้อยละ และ

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการไตรแองกูเลชั่น โดยหาข้อสรุปร่วมกัน 3 คน ประกอบด้วย ผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญทางฟิสิกส์ และผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครู

ผู้วิจัยแสดงผลการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ซึ่งเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดแนวคิดวิชาฟิสิกส์สำหรับครู ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนนักศึกษาจำแนกตามประเภทแนวคิดฟิสิกส์ในภาพรวม

แนวคิด	จำนวนนักศึกษาจำแนกตามประเภทแนวคิด									
	ก่อนการจัดการเรียนรู้ ความถี่ (ร้อยละ)					หลังการจัดการเรียนนรู้ ความถี่ (ร้อยละ)				
	SC	PC	PC&CM	CM	NR	SC	PC	PC&CM	CM	NR
1	1	10	4	0	3	5	5	8	0	0
	(5.56)	(55.56)	(22.22)	(0.00)	(16.67)	(27.78)	(27.78)	(44.44)	(0.00)	(0.00)
2	0	3	2	10	3	5	6	7	0	0
	(0.00)	(16.67)	(11.11)	(55.56)	(16.67)	(27.78)	(33.33)	(38.89)	(0.00)	(0.00)
3	0	3	6	5	4	3	8	6	1	0
	(0.00)	(16.67)	(33.33)	(27.78)	(22.22)	(16.67)	(44.44)	(33.33)	(5.56)	(0.00)
4	0	5	5	5	3	8	0	8	2	0
	(0.00	(27.78)	(27.78)	(27.78)	(16.67)	(44.44)	(0.00)	(44.44)	(11.11)	(0.00)
5	3	4	3	5	3	6	2	7	3	0
	(16.67)	(22.22)	(16.67)	(27.78)	(16.67)	(33.33)	(11.11)	(38.89)	(16.67)	(0.00)
6	4	5	3	3	3	9	4	3	2	0
	(22.22)	(27.78)	(16.67)	(16.67)	(16.67)	(50.00)	(22.22)	(16.67)	(11.11)	(0.00)
7	0	2	5	7	4	10	1	6	1	0
	(0.00)	(11.11)	(27.78)	(38.89)	(22.22)	(55.56)	(5.56)	(33.33)	(5.56)	(0.00)
8	0	3	3	9	3	1	11	4	2	0
	(0.00)	(16.67)	(16.67)	(50.00)	(16.67)	(5.56)	(61.11)	(22.22)	(11.11)	(0.00)
9	0	5	5	5	3	1	14	2	1	0
	(0.00)	(27.78)	(27.78)	(27.78)	(16.67)	(5.56)	(77.78)	(11.11)	(5.56)	(0.00)
10	0	1	0	13	4	0	8	3	7	0
	(0.00)	(5.56)	(0.00)	(72.22)	(22.22)	(0.00)	(44.44)	(16.67)	(38.89)	(0.00)
รวม	8	41	36	62	33	48	59	54	19	0
	(4.44)	(22.78)	(20.00)	(34.44)	(18.33)	(26.67)	(32.78)	(30.00)	(10.56)	(0.00)

หมายเหตุ 1) พลังงานความร้อนกับอุณหภูมิ 2) การนำความร้อน 3) การพาความร้อน 4) การแผ่รังสีความร้อน 5) สมดุลความร้อน 6) แสงเดินทางเป็นเส้นตรง 7) การเกิดเงา 8) การสะท้อนแสง 9) การหักเหแสง 10) ทัศนศาสตร์เชิงฟิสิกส์

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิดฟิสิกส์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) หลังการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 26.67) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 4.44) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์

แบบไม่สมบูรณ์ (PC) หลังการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 32.78) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 22.78) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) หลังการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 30.78) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 20.00) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) หลังการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 10.56) ลดลงจากก่อนการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 34.44) และกลุ่มที่มีไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ (NR) หลังการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 0.00) ลดลงจากก่อนการจัดการเรียนรู้ (คิดเป็นร้อยละ 18.33)

ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มคำตอบของนักศึกษา แนวคิดเรื่องพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิ ผู้วิจัยได้ทดสอบแนวคิดเรื่องพลังงานความร้อนกับอุณหภูมิด้วยคำถามดังนี้ คำถาม เมื่อเราตักไอศกรีมวางไว้ในอากาศ ในพื้นที่อากาศร้อนและพื้นที่อากาศเย็น เมื่อเวลาผ่านไปเรื่อย ๆ จะเกิดอะไรขึ้น จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 2 บริเวณนี้ แนวคำตอบ บริเวณที่อากาศร้อนไอศกรีมจะละลายเร็วกว่า เพราะความร้อนจากอากาศถ่ายเทไปยังไอศกรีมได้ง่ายกว่าบริเวณพื้นที่อากาศเย็น หรือกล่าวได้ว่าไอศกรีมดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อมทำให้เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษา จำนวน 5 คน อธิบายว่าบริเวณที่มีอากาศร้อนไอศกรีมจะดูดความร้อนได้เร็วกว่าบริเวณที่มีอากาศเย็น ทำให้บริเวณที่มีอากาศร้อนละลายเร็วกว่าบริเวณที่มีอากาศเย็น 2) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) นักศึกษาจำนวน 5 คน อธิบายถึงเรื่องการละลายของไอศกรีมในบริเวณอากาศร้อนจะเร็วกว่าบริเวณอากาศเย็น แต่ไม่ได้กล่าวถึงถ่ายโอนความร้อนจากอากาศสู่ไอศกรีม 3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 8 คน มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ว่าไอศกรีมที่อยู่ในพื้นที่อากาศร้อนเริ่มมีการละลายจากของแข็งเป็นของเหลว แต่ยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าความร้อนในอุณหภูมิที่สูงเกิดการแผ่รังสีทำให้ไอศกรีมละลายเร็ว

แนวคิดเรื่องการนำความร้อน ผู้วิจัยได้ทดสอบแนวคิดเรื่องการนำความร้อนด้วยคำถามดังนี้ คำถาม เมื่อใช้มือจับโต๊ะไม้และโต๊ะอะลูมิเนียม ณ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) เพราะเหตุใดนักศึกษาจึงรู้สึกว่า โต๊ะอะลูมิเนียมเย็นกว่าไม้ เพราะสาเหตุใด จงให้เหตุผล แนวคำตอบ ความร้อนจากมือสามารถถ่ายโอนไปสู่โต๊ะอะลูมิเนียมได้ดีกว่าไม้ ความร้อนจากตัวเราจะถ่ายโอนไปสู่วัตถุ (เพราะตัวเรามีอุณหภูมิสูงกว่า) โดยโต๊ะอะลูมิเนียม สามารถนำความร้อนได้ดีกว่าไม้เนื่องจากอะลูมิเนียมมีความหนาแน่นของโมเลกุลมากกว่า ดังนั้นความร้อนจากตัวเราจะ ถ่ายโอนไปสู่โต๊ะอะลูมิเนียมได้รวดเร็วกว่าไม้ สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาจำนวน 5 คน อธิบายว่าเกิดจากการกระจายความร้อนของอะลูมิเนียมมีการนำความร้อนได้ดีกว่าไม้ และเมื่อมีอากาศเย็น จะทำให้อะลูมิเนียมคายความร้อนได้ดีกว่าไม้ 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาจำนวน 6 คน อธิบายว่าอลูมิเนียมมีการนำความร้อนได้

มากกว่าโต๊ะไม้แต่ไม่กล่าวถึงกระบวนการดูดการคายความร้อน 3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) มีนักศึกษาจำนวน 7 คน มีแนวคิดแบบไม่สมบูรณ์คืออะลูมิเนียมจะดูดอุณหภูมิมากกว่าโต๊ะไม้ มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนคือไม้มีความหนาแน่นมากกว่าอะลูมิเนียม

แนวคิดการพาความร้อน ผู้วิจัยใช้คำถามในการทดสอบแนวคิดเรื่องการพาความร้อนด้วยคำถามดังนี้ คำถาม ช่วงฤดูหนาวคนสมัยก่อนนิยมก่อกองไฟเพื่อให้ความอบอุ่นกับร่างกาย นักศึกษาคิดว่าตำแหน่งการนั่งรอบกองไฟมีผลอย่างไร แนวคำตอบ ถ้านั่งใต้ลมจะทำให้ยิ่งร้อน เพราะลมเป็นตัวพาความร้อนมาหาตัวเราถ้านั่งเหนือลมจะทำให้เราไม่ร้อนมากเนื่องจากลมพัดผ่านตัวเราไปก่อนถึงกองไฟ ดังนั้นไม่มีตัวพาความร้อนพัดมากระทบตัวเรา สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาจำนวน 3 คน อธิบายถึงระยะการนั่งมีผลต่อความร้อนที่ได้รับ และกล่าวถึงทิศทางการนั่งถ้านั่งทิศใต้ลมจะได้รับความร้อนมากกว่าทิศเหนือลม และกล่าวถึงการพาความร้อนได้ถูกต้อง 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาจำนวน 8 คน มีแนวคิดคือบางคนกล่าวแต่เพียงว่าเพราะกองไฟเป็นการถ่ายโอนความร้อนถ้าสภาวะอากาศนิ่งการที่นั่งในแต่ละตำแหน่งได้รับความร้อนต่างกันยิ่งนั่งใกล้ก็จะร้อนกว่าคนนั่งไกลและบางส่วนกล่าวว่าถ้ามีลมพัดคนนั่งใต้ลมจะร้อนกว่านั่งเหนือลม นักศึกษาไม่กล่าวถึงการพาความร้อน 3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) พบว่ามีนักศึกษาจำนวน 6 คน มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์โดยนักศึกษากล่าวว่าเมื่อสภาวะอากาศนิ่งตำแหน่งการนั่งมีผล ยิ่งนั่งใกล้ยิ่งร้อน แต่นักศึกษามีความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเมื่อมีลมพัดตำแหน่งการนั่งไม่มีผลต่อความร้อน 4) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาจำนวน 1 คน มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าในสภาวะอากาศนิ่งจะทำให้ยิ่งร้อนมากขึ้น

แนวคิดการแผ่รังสีความร้อน ผู้วิจัยทดสอบแนวคิดเรื่องการแผ่รังสีความร้อนด้วยคำถามดังนี้ คำถาม ถ้านักศึกษานำเหล็กกล้าไปจ่อไฟจนร้อนเป็นสีส้ม ในห้องที่ปิดทึบ ไม่มีการไหลเวียนของอากาศ จากสถานการณ์ข้างต้น ทำไมนักศึกษาถึงรู้สึกร้อนเมื่อเอามือเข้าไปใกล้ ๆ เหล็กกล้านั้น แนวคำตอบ เหล็กกล้ามีการแผ่รังสีความร้อนออกมา ทำให้เรารู้สึกร้อนทั้งที่ไม่ได้สัมผัสเหล็กกล้านั้น สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) มีนักศึกษาจำนวน 8 คน อธิบายว่าถ้าไม่มีอากาศในห้อง ได้รับความร้อนของเหล็กจากการแผ่รังสีความร้อน 2) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 8 คน มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์คือเหล็กเป็นโลหะมีการนำความร้อนได้ดี แต่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนคือ ห้องที่ปิดทึบเหล็กมีการดูดความร้อน 3) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) มีนักศึกษาจำนวน 2 คน นักศึกษามีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนคือเหล็กจะพาความร้อน

แนวคิดเรื่องสมดุลความร้อน ผู้วิจัยได้ทดสอบแนวคิดเรื่องสมดุลความร้อนด้วยคำถามดังนี้ คำถาม ไส้กรอก 2 อัน มีมวลขนาดใหญ่และเล็กตามลำดับ ซึ่งทำจากวัตถุดิบชนิดเดียวกัน นำไส้กรอกทั้ง 2 ก้อน ไปอบที่อุณหภูมิเดียวกันหลังจากนำไส้กรอกทั้งสองออกมาจากเตาอบเมื่อปล่อยให้เวลาผ่านไปเรื่อย ๆ นักศึกษาคิดว่าสุดท้ายไส้กรอกทั้งสองก้อนมีอุณหภูมิเป็นอย่างไร จงให้เหตุผล แนวคำตอบ ไส้กรอกก้อนใหญ่และไส้กรอกก้อนเล็กมีอุณหภูมิเท่ากัน ซึ่งอุณหภูมิของวัตถุไม่ได้ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ โดยเมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิสุดท้ายของไส้กรอกทั้งสองก้อนมีค่าเท่ากัน เนื่องจากไส้กรอกมีถ่ายถ่ายโอนความร้อนจนเข้าสู่สภาวะสมดุลและมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) มีนักศึกษาจำนวน 6 คน อธิบายได้ว่าเมื่อเวลาผ่านไปจะมีการปรับอุณหภูมิให้เท่ากับสภาพอากาศบริเวณนั้น ๆ และคายความร้อนออกจนมีความสมดุลอุณหภูมิของห้อง 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) มีนักศึกษาจำนวน 2 คน มีแนวคิดว่าขนาดไส้กรอกต่างกันเมื่อทิ้งไว้ในเวลาเท่ากันพบว่าไส้กรอกขนาดใหญ่ยังอุ่นกว่าไส้กรอกขนาดเล็กเพราะสามารถกักเก็บความร้อนได้ดีกว่า แต่นักศึกษาไม่ได้กล่าวถึงการถ่ายโอนความร้อนเรื่องสมดุลความร้อน 3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 7 คน นักศึกษามีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ว่าเมื่อเวลาผ่านไปไส้กรอกใหญ่จะเย็นช้ากว่าไส้กรอกเล็กเพราะเก็บความร้อนได้มากกว่า แต่นักศึกษามีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าเมื่อเวลาผ่านไปไส้กรอกขนาดต่างกันมีการดูดและคายความร้อนต่างกัน โดยไส้กรอกขนาดเล็กจะคายความร้อนได้ดีกว่าขนาดใหญ่ 4)กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) นักศึกษาจำนวน 3 คนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าไส้กรอกใหญ่ถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าไส้กรอกเล็ก

แนวคิดแสงเดินทางเป็นเส้นตรง ผู้วิจัยทดสอบแนวคิดเรื่องแสงเดินทางเป็นเส้นตรงด้วยคำถามดังนี้ คำถาม จงยกตัวอย่างปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ใดที่แสดงให้เห็นว่าแสงมีลักษณะเป็นเส้นตรงจงให้เหตุผล แนวคำตอบ ลำแสงจากกระบอกปืนเลเซอร์ ถ้าแสงเลเซอร์ผ่านฝุ่นหรือหมอกจะเห็นแสงเลเซอร์เป็นลำแสงเส้นตรง การเกิดเงา เมื่อมีแสงตกกระทบที่วัตถุจะทำให้เกิดเงา การนำแสงมาส่องผ่านรูเล็ก ๆ 2 จุด แสงส่องผ่านช่องเล็ก ๆ จะทำให้เห็นระนาบและการตกกระทบทำมุมตั้งฉากกับฉากรับภาพฯลฯ สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) นักศึกษาจำนวน 9 คน มีแนวคิดว่าแสงส่องผ่านฝุ่นละออง หรือลอดช่องเล็กทำให้เห็นเป็นลำแสงเป็นเส้นตรง 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) นักศึกษาจำนวน 4 คน นักศึกษาสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่แสดงว่าแสงเป็นเส้นตรงได้ เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ แสงจากเลเซอร์ 3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 3 คน นักศึกษามีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ว่าแสงที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์มีลักษณะเป็นเส้นตรงและนักศึกษามีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าปรากฏการณ์ฝนดาวตกเป็นปรากฏการณ์ที่แสดงว่าแสง

เป็นเส้นตรง 4) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) นักศึกษาจำนวน 2 คน มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าการมองเห็นแสงกระทบวัตถุต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ว่าแสงเดินทางเป็นเส้นตรง

แนวคิดการเกิดเงา ผู้วิจัยได้ทดสอบแนวคิดเรื่องการเกิดเงาด้วยคำถามดังนี้ คำถาม แหล่งกำเนิดแสงมีหลายชนิด เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ และเทียนไข เมื่อนำวัตถุไปกั้นลำแสง ลักษณะของเงาที่เกิดขึ้นบนฉากรับภาพมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย แนวคำตอบ แหล่งกำเนิดแสงจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดทั้งเงามืดและเงามัวเพราะเป็นแหล่งกำเนิดแสงขนาดใหญ่ แหล่งกำเนิดแสงจากหลอดไฟ และเทียนไข เกิดเฉพาะเงามืดเพราะเป็นแหล่งกำเนิดแสงขนาดเล็ก เมื่อวัตถุมีขนาดใหญ่กว่าแหล่งกำเนิดแสงจะได้เงาที่เกิดบนฉากเป็นเงามืด เมื่อวัตถุมีขนาดเล็กกว่าแหล่งกำเนิดแสงจะได้เงาที่เกิดบนฉากเป็นเงามัว สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) นักศึกษาจำนวน 10 คน อธิบายว่าเงามืดเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่เล็กกว่าวัตถุ และเงามัวเกิดจากแหล่งกำเนิดแสงที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) นักศึกษาจำนวน 1 คน บอกได้ว่าเงาที่เกิดขึ้นบนฉากจากแหล่งกำเนิดบนดวงอาทิตย์และหลอดไฟแตกต่างกัน โดยเงาจากดวงอาทิตย์จะเห็นไม่ชัดเท่าเงาที่เกิดจากหลอดไฟ แต่นักศึกษาไม่ได้กล่าวถึงเงาที่เกิดขึ้นนั้นเรียกว่าเงามืดและเงามัว 3) กลุ่มแนวเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และมีแนวคิดคลาดเคลื่อน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 6 คน มีแนวเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์คือถ้าเรานำวัตถุไปกั้นลำแสงส่วนใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียวจะทำให้แสงกระจายไปอีกด้านที่ไม่มีวัตถุกั้นถ้าเรากั้นได้ทั้งหมด 4 ด้านจะทำให้แสงไม่ทะลุผ่านออกมาได้และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนคือการที่แสงไม่สามารถผ่านวัตถุที่กั้นออกไปได้จึงทำให้แสงเกิดลำแสงของเงา 4) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาจำนวน 1 คนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องเงาว่าเงาจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ

แนวคิดการสะท้อนแสง ผู้วิจัยได้ทดสอบแนวคิดเรื่องการสะท้อนแสงด้วยคำถามดังนี้ คำถาม ถ้าเรายืนหันหน้าเข้าหากระจกเงาราบภาพที่เกิดจากกระจกเงาราบมีลักษณะอย่างไร เพราะเหตุใด แนวคำตอบ เมื่อเรายืนหันหน้าเข้ากระจกเงาราบ ภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบจะเป็นภาพเสมือนหัวตั้งอยู่หลังกระจก มีระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพ และขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ แต่มีลักษณะกลับด้านกันจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) นักศึกษาจำนวน 1 คน เข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับภาพที่เกิดบนกระจกเงาเป็นภาพเสมือนหัวตั้งกลับซ้ายไปขวา มีขนาดเท่ากับวัตถุ 2) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) นักศึกษาจำนวน 11 คน อธิบายได้ว่าภาพที่เกิดบนกระจกเงาจะเหมือนกับวัตถุแต่จะกลับซ้ายไปขวา แต่นักศึกษาไม่สามารถอธิบายได้คลอบคลุมถึงภาพที่เกิดขึ้นว่าเป็นภาพเสมือนหัวตั้ง 3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 4 คน อธิบายได้ว่าภาพที่เกิดบนกระจกเป็นการสะท้อน และนักศึกษามีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่องความหนาแน่นของตัวกลางมีผลต่อการสะท้อนกลับแสง และภาพเกิดจากการสะท้อนกลับหมด 4) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน

(CM) นักศึกษาจำนวน 2 คนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าเงาที่เกิดจากเราส่องกระจกเงาราบจะได้ลักษณะของเงาราบไปด้านล่าง

แนวคิดการหักเหแสง ผู้วิจัยได้ทดสอบแนวคิดเรื่องการหักเหแสงด้วยคำถามดังนี้ คำถาม ถ้านักศึกษาทำเหรียญตกลงในอ่างน้ำ นักศึกษาพยายามหยิบเหรียญขึ้นมาด้วยมือเปล่าหลายครั้งถึงจะได้เหรียญขึ้นมาจงอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงต้องหยิบหลายครั้ง แนวคำตอบสาเหตุที่ทำให้ต้องจับปลาหลายครั้ง เนื่องจากแสงเดินทางผ่านตัวกลาง 2 ตัวจะเกิดการหักเหทำให้เรามองเห็นเหรียญตื้นกว่าความเป็นจริง จะเกิดการจับผิดตำแหน่งสามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (SC) พบว่ามีนักศึกษาจำนวน 1 คน มีแนวคิดว่าเมื่อเดินทางผ่านต่างชนิดกันแสงจะเกิดการหักเหเพราะความหนาแน่นของต่างกัน เหรียญที่อยู่ในน้ำจึงมีตำแหน่งไม่ตรงกับที่เรามองเห็นในอากาศ 2)กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) นักศึกษาจำนวน 14 คน อธิบายว่าภาพที่เราเห็นเกิดจากการหักเหแสงทำให้ตำแหน่งภาพต่างจากตำแหน่งจริงของวัตถุทำให้ต้องหยิบเหรียญหลายครั้ง แต่ไม่ได้อธิบายถึงหลักการเกิดภาพว่าเป็นเพราะการหักเหแสงผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน 3) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 2 คน มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ว่าการหักเหคือการที่แสงส่องผ่านตัวกลางใดตัวกลางหนึ่งทำให้อัตราเร็วแสงและความยาวคลื่นเปลี่ยนไปและมีความถี่ที่คงที่จึงทำให้เราจับเหรียญได้ยากเพราะเกิดการหักเหของภาพที่เกิดขึ้น และนักศึกษามีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่ามุมสะท้อนใหญ่กว่ามุมวิกฤตเมื่อแสงส่องผ่านตัวกลางไปแสงผ่านตัวกลางแค่ชั้นเดียวและจะไม่สามารถผ่านชั้น 2 จึงเกิดการสะท้อนซึ่งทำให้เราเห็นเหรียญอยู่ตื้น 4) กลุ่มแนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) ผู้วิจัยพบว่านักศึกษาจำนวน 1 คน มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งการมอง

แนวคิดเรื่องทัศนศาสตร์เชิงฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ทดสอบแนวคิดเรื่อง ทัศนศาสตร์เชิงฟิสิกส์ด้วยคำถามดังนี้ คำถาม ถ้าเราให้แสงจากหลอดไฟผ่านช่องแคบ 1 ช่อง และ 2 ช่อง ให้นักศึกษาทำนายว่าภาพบนฉากจะมีลักษณะอย่างไร จงให้เหตุผลการปรากฏภาพบนฉากรับภาพของแสง แนวคำตอบ เมื่อแสงผ่านช่องแคบ 1 ช่อง จะพบว่าทำให้เกิดการเลี้ยวเบนของแสงทำให้เกิดภาพบนฉานเป็นแถบมืดแถบสว่างสลับกันไปแต่แถบสว่างตรงกลางจะกว้างที่สุดเมื่อแสงผ่านช่องแคบ 2 ช่อง จะทำให้เกิดการแทรกสอดของแสง ภาพที่เกิดบนฉากจะเป็นลักษณะแถบมืดแถบสว่างสลับกัน สามารถแบ่งกลุ่มคำตอบของนักศึกษาได้ดังนี้ 1) กลุ่มแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (PC) นักศึกษาจำนวน 8 คน นักศึกษาสามารถระบุภาพที่เกิดขึ้นได้ว่าเกิดแถบมืดแถบสว่าง แต่ไม่สามารถลงรายละเอียดว่าปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง 2) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์และแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (PC&CM) นักศึกษาจำนวน 3 คน มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ว่าแสงสามารถผ่านช่องได้ และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนว่าภาพบนฉากจะมีแสงเพียง 1 และ 2 จุด 3 กลุ่ม

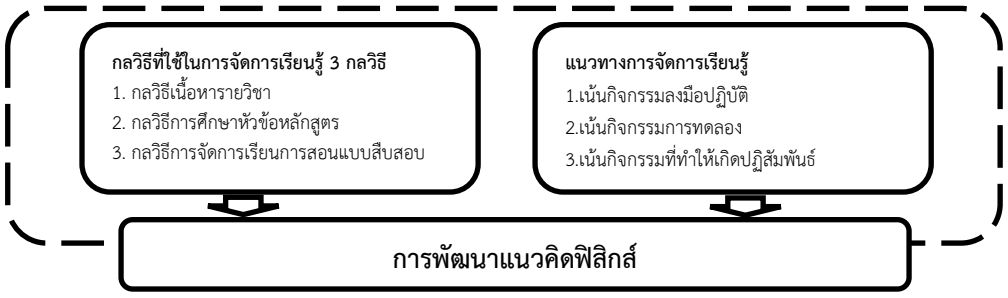
แนวคิดคลาดเคลื่อน (CM) นักศึกษาจำนวน 7 คน มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนว่าแสงจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฉากรับแสงว่าจะรับได้มากหรือน้อย

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ พบว่าแนวคิดที่ได้รับการพัฒนามากที่สุดได้แก่ การเกิดเงา รองลงมาได้แก่ การแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อน พลังงานความร้อนกับอุณหภูมิ การพาความร้อน ตามลำดับ และแนวคิดที่ได้รับการพัฒนาน้อยที่สุดได้แก่แนวคิดทัศนศาสตร์เชิงฟิสิกส์ ซึ่งพบว่าเป็นผลจากการวางแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยได้ดำเนินการจัดกิจกรรม ให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติ และทำการทดลอง ตลอดจนได้ทำงานร่วมกับเพื่อนเกิดปฏิสัมพันธ์การทำงานร่วมกันช่วยเหลือกันในกลุ่มของตนเองการสอนแบบผู้เรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาแนวคิดทางฟิสิกส์ได้ และสอดคล้องกับจิรัสยา นาคราช (2558) กล่าวว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เน้นการลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติและพบว่ากิจกรรมการทดลองบางกิจกรรมไม่สามารถทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้ชัดเจนส่งผลให้เกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อนขึ้น สอดคล้องกับกุลธิดา สุวัชระกุลธร (2556) ที่กล่าวถึงกิจกรรมการทดลองที่ใช้ในการจัดกิจกรรมให้ผลการทำกิจกรรมที่สังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจน อาจส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่กับแนวคิดเดิม และส่งผลให้เกิดแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

องค์ความรู้จากการวิจัย

จากการศึกษาเรื่อง การพัฒนาแนวคิดฟิสิกส์ ในรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในสถาบันผลิตครู ผู้วิจัยสามารถสรุปองค์ความรู้จากการวิจัยได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงองค์ความรู้จากการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ครูควรวางนโยบายที่สนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมของโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาอย่างเต็มที่

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ

ครูควรมีกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในทุก ๆ กิจกรรมเพื่อให้ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกคนและเห็นความสำคัญของการเข้าร่วมกิจกรรมที่สามารถพัฒนานักเรียนได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ครูควรตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนหลังจากการทำกิจกรรมทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่านักศึกษาเกิดแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่

เอกสารอ้างอิง

กุลธิดา สุวัชระกุลธร. (2556). *การพัฒนาแนวคิดและการถ่ายโอนแนวคิดเรื่องแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และคณะ. (2548). การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับฟิสิกส์ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป. *วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์*, 26(1), 52-63.

จิรัสยา นาคราช (2558). *การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบประสาทและความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้* (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

สิงหา ประสิทธิ์พงศ์. (2556) *ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในแนวคิดหลักเรื่องแรงและการเคลื่อนที่กับความคาดหวังการเรียนรู้ฟิสิกส์ของนักศึกษาครูวิชาเอกฟิสิกส์*. พัทลุง: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2551). การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด, *วารสารศึกษาศาสตร์*, 31(1), 27-35.

Bulunuz, N., & Jarrett, O.S. (2009). Understanding of Earth and Space Science Concepts: Strategies for Concept- Building in Elementary Teacher Preparation. *School Science and Mathematics*, 109(5), 276-289.

De Jong, O., et al. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models when teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 947-964.

Deboer G.E. (2006) Historical Perspectives on Inquiry Teaching In Schools. In: Flick L.B., Lederman N.G. (eds) Scientific Inquiry and Nature of Science. *Science & Technology EducationLibrary*, (25), 17-35.

Haidar, A. H. (1997) . Prospective chemistry teachers' conception of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 181-197.

Hesse, J. (1989). From naive to knowledgeable. *The Science Teacher*, 57(9), 55-58.

Horsley, S.L., et al. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Posner, G.J. et al. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

Wheatley, G. H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.