



การศึกษามลภาวะจากการจัดการเรียนรู้อะไร เรื่อง สารรอบตัว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด

The Learning Outcome of Grade 6 Students on Topic Surrounding Substance by Analogy Approach and Open ended Questions.

ขวัญปริยา โพธิรัตน์¹⁾ และ คงศักดิ์ ธาตุทอง²⁾

Khwanpreeya Pothirat¹⁾ and Kongsak Thathong²⁾

¹⁾สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department Curriculum and teaching, Faculty of Educational, Khon Kaen University

²⁾สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department Science Education, Faculty of Educational, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามลภาวะสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และคุณภาพชิ้นงาน เรื่อง สารรอบตัว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านห้วยอรุณหินลาด อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่นที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 8 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารรอบตัว โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy Approach) ร่วมกับคำถามปลายเปิด 2) เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ 3) แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 4) แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ 5) แบบประเมินคุณภาพชิ้นงานนักเรียน และ 6) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำผลจากการถอดโปรโตคอล (Protocol) มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ร่วมกับผลการสังเกตแผนงาน และการเสนอผลงานของนักเรียน เพื่อจัดกลุ่มการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ วิเคราะห์คุณภาพชิ้นงานของนักเรียนโดยนำแบบประเมินผลงานของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ย และแปลผลวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (%) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยร้อยละ 72.57 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 71.43 ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 70 นักเรียนใช้การคิดวิเคราะห์ 3 ลักษณะ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ การวิเคราะห์กระบวนการ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และใช้การคิดสังเคราะห์ 2 ลักษณะ ได้แก่ การสังเคราะห์แผนงาน และผลการประเมินคุณภาพชิ้นงาน พบว่านักเรียนสามารถสังเคราะห์แผนการสร้างชิ้นงานและสร้างผลงานได้ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: โปรโตคอล, การคิดวิเคราะห์, การคิดสังเคราะห์, คุณภาพชิ้นงาน

Abstract

The objective of this study was to study Grade 6 Students learning achievement, analytical thinking, synthetical thinking, and work piece quality of Surrounding Substance, by using the Analogy Approach, and Open-ended Questions. The target group consisted of eight Grade 6 Students, Ban-huey-aroon-hin-lad School, Nongreau District, Khon Kaen Province. They were studying during the second semester of 2012 school year, assigned into 2 groups, 4 students each group. They were selected by Purposive Sampling. The instruments using in this study included: 1) the Learning Management Plan, Science Learning Substance, Grade 6, titled Surrounding Substance, by using the Analogy Approach, and Open-ended Questions, 2) the Video Tape Recorder, 3) the Field Note of researcher, and research participants, 4) the Students Informal Interview Form, 5) the Students Work Performance Quality Assessment, and 6) the Learning Achievement Test. Qualitative Data were analyzed by Protocol, Content Analysis, Students Work Plan Observation and Performance Presentation for categorizing the analytical thinking and synthetical thinking. For Quantitative Data, they were analyzed by calculating the students Performance Quality Assessment for the Mean. The Learning Achievement Test was interpreted by calculating the Mean ($\bar{X}$), Standard Deviation (S.D.), and Percentage (%). The research findings found that the students had their learning achievement average score was 72.57% and 71.43% of students which could pass the specified criterion at 70%. The students used 3 types of analytical thinking: the factor analysis, the process analysis, and the relational analysis. They used 2 types of synthetical thinking: the work plan synthesis, and the work piece synthesis. The students work performance assessment, found that the students were able to construct the work piece synthesis plan, and create their work performance at Very Good, level.

Keywords : Protocol, Analytical thinking, Synthetical thinking, Quality of production

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้ระบุในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญมากที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามความสามารถและเต็มศักยภาพ มาตรา 23(2) การจัดการศึกษานั้นความสำคัญ ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรา 24(2) ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมผู้เรียนสู่สังคมอนาคต และมาตรา 24(3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน

และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง [1] นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ ซึ่งในจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 กล่าวว่า ผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานมีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต และได้กำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในด้านความสามารถในการคิดที่ต้องความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม [2] การคิดเป็นกระบวนการทางสมองในการจัดกระทำกับข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่รับเข้ามาเป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคล (Cognitive Process) ที่บุคคล

ใช้ในการสร้างความหมายความเข้าใจในสรรพสิ่งต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับประสบการณ์ การคิดมีลักษณะเป็นกระบวนการหรือวิธีการไม่ใช่เนื้อหาที่บุคคลหนึ่งสามารถถ่ายทอดให้อีกบุคคลหนึ่งได้โดยง่าย และเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างความหมาย ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ดังนั้น การคิดจึงเป็นเรื่องหรืองานเฉพาะตนที่บุคคลผู้เรียนรู้จะต้องดำเนินการเอง ไม่มีผู้ใดทำแทนได้ แต่บุคคลอื่นรวมทั้งสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ต่าง ๆ สามารถช่วยกระตุ้นให้บุคคลเกิดความคิดและการเรียนรู้ การคิดมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจาก การคิดเป็นปัจจัยภายในที่สำคัญที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการกระทำและการแสดงออกทั้งหลาย [19] จากการศึกษาผลการประเมินการศึกษาของนักเรียนไทยในระดับต่าง ๆ ได้แก่ ผลการประเมินในโครงการ TIMSS ในปี 2007 ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ [9] โครงการ PISA ของ OECD ผลการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ที่ตำแหน่งระหว่างอันดับที่ 47-49 จากทั้งหมด 65 ประเทศ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 42.8 รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน [17] ส่วนผลการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษารอบสองระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระหว่างปีการศึกษา 2549-2551 พบว่ามาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 และมาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การรับรองมาตรฐาน [3] และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างปีการศึกษา 2551-2554 มีแนวโน้มลดต่ำลงเรื่อย ๆ ส่วนผลการประเมินภายนอกของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา รอบสอง ในปี พ.ศ. 2551 ของโรงเรียนบ้านห้วยอรุณหินลาด พบว่ามาตรฐานที่ 4 ด้านผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 อยู่ในระดับดี และมาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 อยู่ในระดับดี อย่างไรก็ตามทั้ง 2 มาตรฐานนี้เป็น 2 มาตรฐานที่โรงเรียนได้ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด และได้รับข้อ

เสนอแนะด้านผู้เรียนว่าให้ทางโรงเรียนส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้น [21]

ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนที่มีส่วนรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน จึงได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผู้เรียนในด้าน การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของนักเรียน และพบว่า นักวิจัยหลายท่านรายงานว่าการสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy) สามารถส่งเสริมการเรียนรู้และกระบวนการคิดของนักเรียนได้ [22], [15], [20], [10], [11] และจากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้คำถามปลายเปิดร่วมกับการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่างพบว่า การใช้การสอนบางรูปแบบ เช่น POE, 5Es และการสอนแบบปกติ ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ [12], [14], [6], [16], [18] นอกจากนี้ [13] ที่ทำวิจัยเกี่ยวกับการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้รายงานว่าปัญหาปลายเปิดสามารถกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียนได้จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยจึงนำการสอนแบบเปรียบเทียบมาใช้ร่วมกับคำถามปลายเปิด ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และคุณภาพชิ้นงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. การสอนแบบเปรียบเทียบ หมายถึง การสอนโดยนำเอาสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยมาช่วยอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความเหมือนกันของมโนคติสองมโนคติ โดยเรียกสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบว่า Analog และเรียกสิ่งที่ต้องการจะเปรียบเทียบว่า Target จากแนวทาง Focus Action Reflection (FAR) Guide [23] มีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1) ขั้น Focus ครูต้องตัวเตรียมล่วงหน้า และคำนึงทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ ด้านมโนคติ (Concept) ด้านนักเรียน (Student) และด้านการเลือกตัวเปรียบเทียบ (Analog)

2) ขั้น Action เป็นการอภิปรายร่วมกัน เพื่อหาความเหมือน (Like) และความแตกต่าง (Unlike) ระหว่าง Analog กับ Target ซึ่งนักเรียนต้องพยายามเปรียบเทียบให้ได้

3) ขั้น Reflection เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับผลการใช้ Analog ว่าสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนง่ายขึ้นหรือทำให้นักเรียนสับสนมากกว่าเดิม

2. คำถามปลายเปิด หมายถึง คำถามที่มีลักษณะเปิดกว้าง ชั่วชนให้ตอบอย่างอิสระ ไม่มีคำตอบว่าผิดหรือถูกเป็นคำตอบที่มีอยู่อย่างหลากหลาย คำถามชนิดนี้ผู้ตอบต้องใช้สมองทำงานทั้งด้านความคิด ด้านความรู้สึก และด้านปัญญา

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารรอบตัว ที่มีการสอนตามรูปแบบการสอนแบบเปรียบเทียบ เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาในเรื่องที่เรียน และจะใช้คำถามปลายเปิดหลังจากเรียนเสร็จในขั้นที่ 3 (Reflection) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ซึ่งเป็นคำถามที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ และคิดสังเคราะห์เพื่อตอบคำถาม

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

5. การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ข้อมูลลักษณะการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดของ [4] ที่ได้จากการนำโปรโตคอลที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงออกมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการสังเกตแผนงาน และผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติม โดยแบ่งเป็น 3 อย่าง ดังนี้ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหรือวิธีทำ และการวิเคราะห์สาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์

6. การคิดสังเคราะห์ หมายถึง ข้อมูลลักษณะการคิดสังเคราะห์วิเคราะห์ ตามแนวคิดของ [4] ที่ได้

จากการนำโปรโตคอลที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงออกมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการสังเกตแผนงาน และผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 อย่าง ดังนี้ การคิดถึงองค์ประกอบต่าง ๆ มาถักทอหรือหลอมรวมกัน และการสร้างชิ้นงานใหม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

7. โปรโตคอล หมายถึง ประโยค หรือวลีของคำพูดหรือคำบรรยายพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกในระหว่างการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ถอดจาดวีดิทัศน์บันทึกภาพและเสียงของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ซึ่งเป็นข้อมูลหลักในการวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ ของนักเรียน

8. ชิ้นงานของนักเรียน หมายถึง ผลที่ได้จากการสังเคราะห์งานของนักเรียน ซึ่งอยู่ในลักษณะของชิ้นงาน

9. คุณภาพของชิ้นงาน หมายถึง ระดับคุณภาพของผลงาน ที่ได้จากแบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และครูผู้เกี่ยวข้องที่โรงเรียน จำนวน 4 ท่านเป็นผู้ประเมิน

10. แบบประเมินชิ้นงาน หมายถึง แบบประเมินที่พัฒนาขึ้นจากแนวทางการประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ของ สสวท. ที่กำหนดเป็น 5 ประเด็น ดังนี้ การกำหนดชื่อเรื่อง การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ การดำเนินการ การสรุปผลและข้อเสนอแนะ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยแต่ละประเด็นกำหนดระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดีมาก ระดับดี และระดับพอใช้ โดยมีคะแนนสูงสุด 3 คะแนน และคะแนนต่ำสุดเป็น 1 คะแนน เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพกำหนดไว้ ดังนี้ 1.00 1.50 คะแนน ระดับพอใช้, 1.51 2.50 คะแนน ระดับคุณภาพดี และ 2.51 3.00 คะแนน ระดับคุณภาพดีมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบทดลองกลุ่มเดียว มีการเก็บรวบรวมแบบผสมผสาน (Mixed Method) ศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพด้านการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ จากโปรโตคอลและการสังเกตแผนงานของนักเรียน ศึกษาคุณภาพชิ้นงานของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ประเมินที่พัฒนาจากเกณฑ์การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ และทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

2. กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านห้วยอรุณหินลาด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 5 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 14 คน เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มาจำนวน 8 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน เพื่อใช้ในการทดลอง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารรอบตัว โดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 14 ชั่วโมง

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สารรอบตัว จำนวน 25 ข้อ

3) เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ จำนวน 2 เครื่อง

4) กรอบการคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์

5) แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน

6) แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย

7) แบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด ทั้งหมด 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จะเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาตามแบบเรียนก่อน โดยใช้ 3 ขั้นตอนของการสอนแบบเปรียบเทียบ ได้แก่ ขั้น Focus ขั้น Action และ ขั้น Reflection ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะใช้ในการคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ ครูผู้วิจัยจะสอนนักเรียนจนถึง 3 ขั้น ของแผนที่ 7 หลังจากนั้นจึงจะใช้ถามคำถามปลายเปิดดังนี้ จากความรู้เรื่องผลของการเปลี่ยนแปลงของสารที่นักเรียนได้เรียน ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาผลิตขนมขึ้นมากลุ่มละ 1 ชนิด โดยกำหนดให้เป็นขนมที่มีความแตกต่างจากขนมที่

นักเรียนเคยเห็นได้ทั่วไป และในการทำขนมขอให้ นักเรียนคำนึงถึงเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารที่เรียนมาด้วย

2) ทำการบันทึกวีดิทัศน์ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมตั้งแต่เริ่มใช้คำถามปลายเปิดไปจนถึงสิ้นสุดกิจกรรม

3) ตรวจสอบวีดิทัศน์ และสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม ในประเด็นที่ยังไม่ชัดเจน

4) รวบรวมข้อมูลที่เป็นงานเขียน (แผนงาน) และ ชิ้นงานของนักเรียนที่เกิดจากการทำกิจกรรมเพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5) ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สารรอบตัว จำนวน 25 ข้อ ใช้เวลา 40 นาที

5. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยดำเนินการดังนี้

1) การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัว จำนวน 25 ข้อ มาหาความถี่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ (%)

2) การวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์ ดังนี้

(1) นำวีดิทัศน์ บันทึกภาพและเสียงการร่วมกิจกรรมของนักเรียน มาถอดโปรโตคอล

(2) นำโปรโตคอลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจากการสังเกตผลการเขียนแผนงาน และผลการสัมภาษณ์เพิ่มเติม เพื่อจัดกลุ่มการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ตามแนวคิดของ [4] และเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์เบื้องต้นมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และเพื่อนนักศึกษابริญญาโทสาขาหลักสูตรและการสอน วิชาเฉพาะ การสอนวิทยาศาสตร์อีก 1 คน

(3) สรุปข้อมูลที่ได้จาก ข้อ 2 เป็นค่าความถี่และร้อยละของการคิดวิเคราะห์ และการคิดสังเคราะห์

3) การประเมินคุณภาพของชิ้นงาน โดยนำแบบประเมินคุณภาพชิ้นงานที่ได้รับการประเมินจากครูที่เกี่ยวข้องในโรงเรียน จำนวน 4 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ย และแปลความระดับคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการวิจัย ขอนำเสนอเป็นประเด็น ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.57 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 71.43 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้

2. ผลการคิดวิเคราะห์ นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ [4] 3 ลักษณะ คือ การคิดวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง (A1) การคิดวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหรือวิธีทำ (A2) และการคิดวิเคราะห์สาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (A3) รวมกันทั้ง 3 ลักษณะ กลุ่มที่ 1 มีการคิดเป็นจำนวน 32 ครั้ง และกลุ่มที่ 2 มีการคิดเป็นจำนวน 45 ครั้ง ซึ่งพบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีการคิดวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหรือวิธีทำ (A2) มากที่สุด โดยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จะมีการคิดวิเคราะห์ขั้นตอนเกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ 37.50 และ 48.89 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

นักเรียน	จำนวน	ความถี่ในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)			
		A1	A2	A3	รวม
กลุ่มที่ 1	ครั้ง	9	12	11	32
	ร้อยละ	28.13	37.50	34.37	100
กลุ่มที่ 2	ครั้ง	19	22	4	45
	ร้อยละ	42.22	48.89	8.89	100

3. ผลการคิดสังเคราะห์

จากวิเคราะห์โปรโตคอลและข้อความในแผนงานและการสัมภาษณ์ จะเห็นว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีการคิดสังเคราะห์ 2 ลักษณะ ตามแนวคิดของ [4] คือ การคิดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มาถักทอหรือหลอมรวมกัน (S1) และการสร้างชิ้นงานใหม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (S2) โดยนักเรียนกลุ่มที่ 1 มีการคิดสังเคราะห์ในการคิดตั้งองค์ประกอบต่าง ๆ มาถักทอหรือหลอมรวมกัน (S1) เกิดขึ้นรวมกันทั้งหมด 11 ครั้ง และกลุ่มที่ 2 รวมกันทั้งหมด 7 ครั้ง ส่วนการสร้างชิ้นงานใหม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (S2) นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม สามารถสร้างชิ้นงานออกเพื่อตอบคำถามปลายเปิดของครูได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการคิดสังเคราะห์ของนักเรียน

นักเรียน	จำนวน	ความถี่ในการคิดสังเคราะห์ (Synthetical Thinking)	
		S1	S2
กลุ่มที่ 1	ครั้ง	11	✓
กลุ่มที่ 2	ครั้ง	7	✓

4. คุณภาพชิ้นงานนักเรียน

จากการประเมินคุณภาพชิ้นงานของนักเรียน โดยครูผู้เกี่ยวข้องทั้ง 4 ท่าน พบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากทุกประเด็น การประเมิน โดยทั้งสองกลุ่มได้คะแนนเฉลี่ย 2.95 เท่ากัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และแปลผลระดับคุณภาพ ของแบบประเมินชิ้นงานนักเรียน จากผู้ประเมินจำนวน 4 คน

ประเด็นการประเมิน	นักเรียน			
	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
1. การกำหนดชื่อชิ้นงาน	2.75	ดีมาก	3	ดีมาก
2. การออกแบบสิ่งประดิษฐ์	3	ดีมาก	2.75	ดีมาก
3. การดำเนินการ	3	ดีมาก	3	ดีมาก
4. การสรุปผล และข้อเสนอแนะ	3	ดีมาก	3	ดีมาก
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3	ดีมาก	3	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.95	ดีมาก	2.95	ดีมาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัว หลังจากที่ได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยร้อยละ 72.57 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 71.43 ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งร้อยละ 70 ทั้งนี้จะเป็นผลมาจากการสอนแบบเปรียบเทียบและคำถามปลายเปิด ที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดเปรียบเทียบ คิดวิเคราะห์ทบทวนทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ที่เรียนมา จึงส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ [22], [8], [7]

2. ลักษณะการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ ผลการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนในการเรียน เรื่อง สารรอบตัว ที่เกิดขึ้นนี้ ได้ชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด สามารถกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้นำความรู้ที่ได้รับจากการ

ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มาผนวกกับประสบการณ์เดิมในการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ในการตอบคำถามปลายเปิดได้อย่างสร้างสรรค์ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ [6], [18], [14], [12], [16], [13]

3. คุณภาพชิ้นงานนักเรียน

ผลการประเมินชิ้นงานนักเรียนจากผู้ประเมินทั้ง 4 ท่าน ซึ่งเป็นครูโรงเรียนบ้านห้วยอรุณหินลาดที่ได้เห็นขั้นตอนการทำงานของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ให้ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากทุกประเด็นการประเมิน โดยทั้งสองกลุ่มได้คะแนนเฉลี่ย 2.95 คิดเป็นร้อยละ 98.33 และยังเห็นได้ว่าในประเด็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าการจัดกิจกรรมการสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิดยังทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นได้ และยังพบว่านักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานขึ้นมาได้อย่างสร้างสรรค์อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ [7], [14], [12], [16] [7], [14], [12], [16]

สรุปภาพรวมผลของวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการสอนแบบเปรียบเทียบร่วมกับคำถามปลายเปิด เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ครั้งนี้ สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนใช้การคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ ทำให้นักเรียนสร้างชิ้นงานที่มีคุณภาพและสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงควรมีการนำรูปแบบการวิจัยนี้ไปขยายผลต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. **การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: คุรุสภา. 2546.
- [2] _____. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 2551.

- [3] กลุ่มพัฒนาระบบการประกันคุณภาพการศึกษา ขั้นพื้นฐาน สำนักทดสอบทางการศึกษา สพฐ. **สรุปผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบสอง (พ.ศ. 2549-2553) จากข้อมูลผลการประเมินของ สมศ. ระหว่างปีการศึกษา 2549-2551**. ค้นเมื่อ 17 มิถุนายน 2555 จาก <http://www.thai-school.net> 2552.
- [4] เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. **การคิดเชิงวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ: ชัดเชดมีเดีย. 2546.
- [5] _____. **การคิดเชิงสังเคราะห์**. กรุงเทพฯ: ชัดเชดมีเดีย. 2546.
- [6] จรรยา ชินผั่น. **การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ โดยการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7Es) ร่วมกับคำถามปลายเปิด**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.
- [7] นุจรินทร์ คำแพง. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2544.
- [8] บุญมาศ เทพบุตรดี. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ**. เรื่องการบวกลบ คูณ หาร ทศนิยม. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสารคาม. 2550.

- [9] ปรีชาญ เดชศรี และปรีชาติ เบ็ญจวรรณ. การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์นานาชาติ (Trends in International Science Study 2007). นนทบุรี: สหมิตร ฟรันทิ่งแอนด์พับลิชชิง. 2552.
- [10] พรทิพย์ พลธรรม. (2555). การศึกษาตัวแทน ความคิดเรื่องระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อได้รับการสอนโดยใช้การเปรียบเทียบร่วมกับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2555.
- [11] พัชรภรณ์ บัวระบัดทอง. ความเข้าใจในมิติ ทงวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้วิธีการสอน แบบเปรียบเทียบร่วมกับการวัดและประเมินผล เพื่อพัฒนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2555.
- [12] ภควรรณ เหลาแหลม. การคิดวิเคราะห์และ การคิดสังเคราะห์ เรื่อง วัสดุและสมบัติของ วัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับ คำถามปลายเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.
- [13] ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. รายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์โครงการการปฏิรูปกระบวนการ เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาด้วยยุทธวิธีปัญหาปลายเปิด. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น. 2549.
- [14] ลักคณา บุญลับ. การศึกษาการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และผลงาน เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบพหุการณ์สังเกต และการอธิบาย ร่วมกับคำถามปลายเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.
- [15] วิทยา ภาชีน. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การเปรียบเทียบเพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลง มโนคติเรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2552.
- [16] วรุดิ บ่อคำ. ผลของการจัดกิจกรรมการ การเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับคำถาม ปลายเปิด เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และผลงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.
- [17] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี. ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์. 2554.
- [18] สรวุฒิ วิเชียรลม. ผลการจัดกิจกรรมชุมนุม เคมีโดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับคำถาม ปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอน ปลาย. วิทยานิพนธ์ ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.

- [19] สิทธิพล อัจฉรินทร์. รูปแบบการพัฒนาการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับครูวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร และการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2550.
- [20] สมฤทัย สังฆคราม. การศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Models) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้วิธีการสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy) ตามแนว Focus Action Reflection (FAR) Guide. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.
- [21] สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบ 2 โรงเรียนบ้านห้วยอรุณหินลาด. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). 2551.
- [23] อรวรรณ หอมพรมมา. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การสอนแบบเปรียบเทียบ (Analogy Approach). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.
- [24] Harrison, A. G. and Coll, R. K. Using analogies in middle and secondary science classroom : The FAR Guide an interesting way to reach with analogies. United States of America: Carwin Press. 2008.