

รูปแบบการทำความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain (POE)

The Grade 7 Student's Mental Model on Constructivist theory of Force and
Motion Through Predict – Observe – Explain (POE) Approach

วนิชา ประยูรพันธุ์ (Wanicha Prayoonpan) * วิมล สัมราญวานิช (Wimol Sumranwanich) **

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มเป้าหมายผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองปล้อง จำนวน 26 คน ปีการศึกษา 2552 โดยใช้รูปแบบการวิจัย One Group Pretest-Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพซึ่งเป็นการวิเคราะห์จากการบรรยาย การวิเคราะห์โปรโตคอล จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการทำความเข้าใจในการวิเคราะห์รูปแบบการทำความเข้าใจลักษณะ Declarative Knowledge (Merrienboer, 1997) พบว่า ผู้เรียนสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative Knowledge ซึ่งเป็นโครงสร้างทางปัญญาศึกษาที่เป็น Complex Schema ซึ่งผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงหลักการ ทฤษฎี ไปสู่ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธี POE พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และมีจำนวนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 70

ABSTRACT

This study aimed at examining the learners' mental models on constructivist theory and learning achievement through Predict – Observe – Explain (POE) Approach in Science Education of Force and Motion. The target group consisted of 26 grade 7 students in the Bannongpong School of the 2009 academic year. The study employed a One Group Pretest-Posttest Design research procedure and qualitative approach emphasized on recount, Protocol Analysis and analytic description were employed in this study. The findings are as follows : 1) It can be learners' mental models .It can be explained according to Merrienboer (1997) such as Declarative Knowledge .It was found that the learners' mental models on Declarative Knowledge were complex schemas, which related the principles, theories to the real phenomena. 2) The learning achievement showed higher after the learners learning through Predict – Observe – Explain (POE) Approach and the mean of students pass the test were 70 %

คำสำคัญ : รูปแบบการทำความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี POE

Key Words : Mental Model Constructivist theory , Through Predict – Observe – Explain (POE) Approach.

* มหาวิทยาลัย หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ย่อมเป็นผลความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ธรรมชาติของความรู้วิทยาศาสตร์มีการพัฒนาผ่านกระบวนการทางสังคม การอภิปรายปัญหาต่างๆ ร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางสังคมช่วยให้ข้อค้นพบต่างๆ ของนักวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สาธารณะ ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่น่าเชื่อถือได้ และสามารถอ้างอิงได้ แต่ภายใต้กระบวนการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์จะเห็นว่าความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ จนมีคำกล่าวเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ที่ว่า “สิ่งที่คุณเห็นและคิดว่าถูกต้องในวันนี้ อาจจะเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้องในอนาคตก็ได้” (โชคชัย, 2549)

จากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (2550 – 2554) กล่าวว่า การพัฒนาศักยภาพคนไทยด้านการศึกษาเพิ่มสูงขึ้น แต่ยังคงให้ความสำคัญต่อการพัฒนาด้านคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต การขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานของคนไทยเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยที่วัดจากคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบ 4 วิชาหลัก ได้แก่ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ต่ำกว่าร้อยละ 50 มา

โดยตลอด ต้องปรับปรุงในเชิงคุณภาพของการศึกษา โดยเร่งด่วน

สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองปล้อง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 1 ได้รับการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในวันที่ 22 , 23 และ 26 เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 พบว่า ในมาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ สรุปความคิดอย่างเป็นระบบ และมีการคิดแบบองค์รวม ค่าเฉลี่ยของร้อยละ 69.29 อยู่ในระดับพอใช้ และในมาตรฐานที่ 5 ผู้เรียนมีความรู้ทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ค่าเฉลี่ยของร้อยละ 49.23

อยู่ในระดับปรับปรุง สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา ให้ข้อเสนอแนะว่าผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาด้านกระบวนการคิด ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นกระบวนการ การหาเหตุผล การแก้ปัญหาต่างๆ และผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาความรู้ และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร โดยเฉพาะในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถานศึกษาควรจัดทำโครงการ/กิจกรรมในการพัฒนาผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จ และเป็นระบบสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้น

วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ บทนี้จะเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และสามารถทำให้เกิดปรากฏการณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ เช่น การตกของวัตถุ การผลัดวัตถุ การยกวัตถุ และการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ที่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ถูกต้องตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรดำเนินการให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

รูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างขึ้น เพื่อทำความเข้าใจ

เนื้อหาในขณะที่กำลังเรียนจากสภาพการจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้น ซึ่งในสถานการณ์ดังกล่าว ผู้เรียนแต่ละคนจะมีรูปแบบหรือวิธีการในการทำความเข้าใจหรือกระบวนการคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของผู้เรียน ซึ่งได้แก่ ความสามารถทั่วไป พื้นฐานความรู้เดิม แรงจูงใจ (นารี, 2545) ความรู้ความเข้าใจหรือกระบวนการคิด (Cognitive Process) ก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ในส่วนของความเข้าใจ ซึ่งหมายความว่า จะต้องเข้าใจว่าอะไรจะเกิดขึ้นต่อไป สกิลมาช่วยให้เกิดความเข้าใจว่า มีอะไรเกิดขึ้นในเรื่องราวต่าง ๆ และอะไรที่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ นอกจากที่กล่าวมาในข้างต้นแล้ว เพื่อที่จะช่วยให้เกิดการ แยกประเภท (Categorize) , ความจำ (Remember) และการเข้าใจสิ่งต่าง ๆ (Comprehend) เกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งสกิลเป็นส่วนสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา การได้มาซึ่งความรู้ และการเปลี่ยนแปลงของความรู้ตามทฤษฎีสกิลนี้มีรูปแบบโครงสร้างทางปัญญาสกิลที่มีลักษณะความรู้เป็น Declarative characteristics หมายถึงลักษณะความรู้ที่เป็นความจริงหรือข้อเท็จจริง ความจริง เช่น ความคิดรวบยอด ข้อมูลมาจากข่าวสารสารสนเทศ ครูผู้สอน หรือผู้มีประสบการณ์ มีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม สร้างเป็นความรู้ใหม่ ลักษณะความรู้ที่เป็น Declarative characteristics มีลักษณะที่ใช้พิจารณาได้แก่ ง่ายไปสู่ซับซ้อน (Simple to Complex), รายละเอียดไปสู่ทั่วไป (Detail to General) และ รูปธรรมไปสู่นามธรรม (Concrete to Abstract) (สุมาลี, 2545)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของความจริง(Reality) และความเข้าใจของผู้คนว่าผู้คนเข้าใจโลกรอบ ๆ ตัวของเขาอย่างไร นักทฤษฎีกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมได้เสนอทฤษฎีว่า มนุษย์ทำหรือสร้างความรู้ของตนเองขึ้นมาโดยอาศัยประสบการณ์และความรู้เหล่านี้จะสร้างมุมมองในโลกส่วนบุคคลที่ผู้เรียนแต่ละคนจะนำมาในชั้นเรียน อะไร

ก็ตามที่ผู้เรียนถือว่าเป็นความจริงนั้นขึ้นอยู่กับ “อะไรบางอย่าง” ที่ผู้มีเหตุผล (make sent) ในกรอบความคิดของพวกเขา (ซึ่งเจ้า “อะไรบางอย่าง” นั้นนักทฤษฎีกลุ่มนี้เรียกว่า viability) ตามทฤษฎีนี้เชื่อว่า ไม่มีความคิดใดที่ถูกหรือผิดอย่างสมบูรณ์ (Absolute) แต่อธิบายและทำนายในลักษณะที่ว่าความคิดนี้ดีกว่าหรือแย่กว่าความคิดอื่น ดังนั้นแทนที่จะพูดว่า อะไรเป็น “จริง” ในวิทยาศาสตร์นักทฤษฎีด้านนี้พูดว่า อะไรคือสิ่งที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปโดยคนส่วนใหญ่ ในชุมชนวิทยาศาสตร์ (ทศนีย์ และวรรณจริย, 2548) โครงการพัฒนาระบบการเรียนรู้(2544) กล่าวว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ ได้มีการเปลี่ยนจากเดิมที่เน้นการศึกษาปัจเจกภายนอกมาเป็น สิ่งเร้าภายใน ซึ่งได้แก่ความรู้ความเข้าใจ หรือกระบวนการรู้คิด กระบวนการคิด(Cognitive processes) ที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยภายในมีส่วนช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และความรู้เดิมมีส่วนเกี่ยวข้องและเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม(Constructivism) หรือเรียกชื่อแตกต่างกันไป ได้แก่ สร้างสรรความรู้นิยม หรือสรรสร้างความรู้นิยม หรือ การสร้างความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายก็เพื่อให้นักเรียนได้รับองค์ความรู้ที่ถูกต้องและสามารถนำความรู้ที่ได้รับมานั้นไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ POE เป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ วิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม White and Gunstone (1992) ได้กล่าวว่า วิธีการ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียน

สังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยนักเรียนจะต้องลงมือทดลอง สังเกต หรือหาวิธีพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง และขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้ จากงานวิจัยของ Sompong (2006) ได้ศึกษานิพนธ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์วิชาเอกฟิสิกส์ ในการทำปฏิบัติการฟิสิกส์บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยวิธีการ POE เกี่ยวกับเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ พบว่านักศึกษามีนิมิตที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ และสามารถออกแบบการทดลองและลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนของ POE ในการอธิบายนิมิตเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้เป็นอย่างดี

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจกับลักษณะโครงสร้างทางปัญญาสถิติ (Schema) ลักษณะความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง (Declarative characteristics) เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนว่ามีรูปแบบความเข้าใจพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยเห็นว่ามีรูปแบบการสอนโดยใช้ POE เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นกระบวนการ การหาเหตุผล การแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวเอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) ของผู้เรียนในขณะที่เรียนรู้โดยใช้วิธี POE เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้วิธี POE ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยตั้งเกณฑ์การผ่านร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

วิธีการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพจากการบรรยายการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) ในการศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจกับลักษณะโครงสร้างทางปัญญาสถิติ (Schema) ลักษณะความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง (Declarative characteristics) โดยใช้กรอบแนวคิดทฤษฎีสถิติเป็นพื้นฐานในการพิจารณา (Merrienboer, 1997) และเชิงปริมาณ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธี POE เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองปล้อง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวนนักเรียน 26 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น

2 ส่วน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1) แบบบันทึกเกี่ยวกับสถานการณ์ POE
 - 2) แบบสัมภาษณ์ (Interview) เพิ่มเติม

3) แบบสังเกต (Observation) ใช้บันทึก
จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participatory)

4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบปรนัยชนิด
4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

รวบรวมข้อมูล

เชิงคุณภาพ

ขั้นที่ 1 ทำการสอนนักเรียนตาม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธี POE
(White and Gunstone, 1992) ทั้ง 3 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นทำนายผล (Predict : P) คือ เสนอ
สถานการณ์ โดยภาพสถานการณ์ และให้นักเรียน
ทำนายผลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดเป็นข้อความที่
เกิดจากความรู้นี้ของผู้เรียน

2) ขั้นสังเกต (Observe : O) คือ การสังเกต
การทดลอง การสืบค้นหาคำตอบ การทดลองตาม
สถานการณ์ที่กำหนดและให้นักเรียนทำการทดลอง

3) ขั้นอธิบาย (Explain : E) คือ
นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่กำหนดอีกครั้งเป็น
ข้อความที่เกิดจากการสังเกตการทดลองหรือจาก
การศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์แบบบันทึกของ
นักเรียนในการอธิบายในขั้นทำนาย (Predict : P) แบ่ง
ออกเป็นกลุ่มตามรูปแบบการทำความเข้าใจ โดยอาศัย
หลักการตามทฤษฎีสถิติ (Schema) แล้วสุ่มเลือก
ตัวอย่างกลุ่มละ 1 คน เพื่อการสัมภาษณ์เพิ่มเติม
วิเคราะห์แบบบันทึกของนักเรียนในการอธิบายในขั้น
อธิบาย (Explain : E) แบ่งออกเป็นกลุ่มตามรูปแบบ
การทำความเข้าใจ โดยอาศัยหลักการตามทฤษฎีสถิติ
(Schema) แล้วสุ่มเลือกตัวอย่างกลุ่มละ 1 คน เพื่อการ
สัมภาษณ์เพิ่มเติม เปรียบเทียบรูปแบบการทำความเข้าใจ

เข้าใจในขั้นทำนาย (Predict : P) และขั้นอธิบาย
(Explain : E) ดูการพัฒนาแบบความเข้าใจของ
นักเรียนโดยอาศัยหลักการ โครงสร้างทางปัญญาศึกษา
ลักษณะความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง
(Declarative characteristics) (Merriënboer, 1997)

เชิงปริมาณ

โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
ประมาณ 2 สัปดาห์ก่อนทำการทดลอง จบการเรียน
การสอนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ให้นักเรียนทำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

รูปแบบการทำความเข้าใจของผู้เรียน
วิเคราะห์ข้อมูลจากการบรรยาย การวิเคราะห์
โปรโตคอล (Protocol Analysis) จากการสัมภาษณ์
เพิ่มเติม และการเขียนบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic
Description) ที่ได้จากแบบบันทึก และสรุปความ
แตกต่างระหว่างผลการทำนายและการอธิบายของ
นักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ POE ซึ่งการวิเคราะห์
รูปแบบการทำความเข้าใจของผู้เรียนใช้พื้นฐานการ
วิเคราะห์ลักษณะของความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความ
จริง (Declarative characteristics) บนพื้นฐานทฤษฎี
สถิติ (Schema) ซึ่งประกอบด้วย 1) ง่ายไปสู่ซับซ้อน
(Simple to Complex) 2) รายละเอียดไปสู่ทั่วไป
(Detail to General) 3) รูปธรรมไปสู่นามธรรม
(Concrete to Abstract) (Merriënboer, 1997)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความ
แตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนโดยใช้
สถิติพื้นฐานจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัย

1. รูปแบบในการทำความเข้าใจ (Meatal Model) ของผู้เรียน ผลการวิเคราะห์จากการบรรยาย การวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocal Analysis) จากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม รูปแบบในการทำความเข้าใจ (Mental Model) ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง (Declarative characteristics) เป็นลักษณะความรู้เกี่ยวกับ หลักการ ทฤษฎี กฎเกณฑ์ ซึ่งจะอธิบายวิธีการสร้างความเข้าใจของผู้เรียนในลักษณะของ โครงสร้างทางปัญญาสกีมา (Schema) โดยมีการจัดการเรียนโดยใช้วิธี POE พบว่าเมื่อนักเรียนทำการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE นักเรียนสามารถตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น และผลการวิเคราะห์จากการบรรยายในขั้นทำนาย (Predict : P) เปรียบเทียบกับขั้นอธิบาย (Explain : E) ของนักเรียน จากสถานการณ์ที่กำหนด เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 26 คน ดังสถานการณ์ที่ 1 เรื่องขนาดและทิศทางของแรง ในขั้นทำนาย (Predict : P) นักเรียนส่วนมากมีรูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) ในลักษณะความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง (Declarative characteristics) ซึ่งเป็นโครงสร้างทางปัญญาสกีมา (Schema) ที่เป็นรูปแบบง่ายไปสู่ซับซ้อน (Simple to Complex) ซึ่งเห็นได้จากแนวคิดของนักเรียน ดังนี้ “การออกแรงกระทำต่อวัตถุไม่ว่าจะเป็น การผลักหรือดึงผลให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้น” จากข้อความผู้เรียนมีการอธิบายรายละเอียดหรือความคิดรวบยอดเดียว เป็นโครงสร้างทางปัญญาที่ง่าย ไม่ซับซ้อน อธิบายจากความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ภายในตัวเอง เมื่อนักเรียนได้เรียนโดยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE โดยศึกษาหาข้อคำตอบจาก

ขั้นสังเกต (Observe : O) โดยผ่านการทดลองเพื่อ พิสูจน์ข้อเท็จจริง หรือความจริงของปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ในขั้นอธิบาย (Explain : E) นักเรียนส่วนมากมีรูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) ในลักษณะความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง (Declarative characteristics) ซึ่งเป็นโครงสร้างทาง ปัญญาสกีมา (Schema) ที่เป็นรูปแบบรูปธรรมไปสู่นามธรรม (Concrete to abstract) หรือ โครงสร้างทาง ทางปัญญาสกีมา ที่ซับซ้อน (Complex Schema) ซึ่ง เห็นได้จากแนวคิดที่ของนักเรียน ดังนี้ “เลือกข้อ ก คือ กว่าจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางซ้ายมือ เพราะเกิด จากแรง ก ที่ผลักวัตถุไปในทิศทางตรงข้าม แรงที่ กระทำต่อวัตถุ แรงผลัก แรง หมายถึง สิ่งที่ทำต่อ วัตถุให้วัตถุเคลื่อนที่ อาจช้าลงหรือเร็วขึ้นหรือทำให้ ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเปลี่ยนไปจากเดิมแรงมี หน่วยเป็น (N) หรือ $\text{Kg} \cdot \text{m/s}^2$ แรงมากจะทำให้วัตถุ เคลื่อนที่เร็ว ตัวอย่างในการออกแรงให้วัตถุเคลื่อนที่ เช่น รถเข็นดิน ปั่นจักรยาน เดิน วิ่ง ผลักตู้ เป็นต้น” จากข้อความจะพบว่า สกีมา (Schema) ของผู้เรียนมี ลักษณะเป็นรูปแบบรูปธรรม ไปสู่นามธรรม (Concrete to Abstract) หรือ โครงสร้างทางปัญญาสกี มา ที่ซับซ้อน (Complex Schema) ซึ่งเห็นได้จาก ผู้เรียนมีการอธิบายเชื่อมโยงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นเข้า กับหลักการหรือทฤษฎี เป็นความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษา เป็นความรู้ใหม่กับความรู้เดิม สร้างเป็นความรู้ใหม่ที่มี ความซับซ้อนมากขึ้น พร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันได้ นักเรียนสามารถอธิบายจาก รูปธรรมเข้าสู่นามธรรมได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้วิธี
POE เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

คะแนน (40)	จำนวนนักเรียน (คน)	ได้คะแนน ร้อยละ
6	3	15
7	5	18
8	4	20
9	2	23
10	3	25
11	5	28
12	2	30
13	1	33
16	1	40
ไม่ผ่านเกณฑ์ 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100		

จากตารางที่ 1 พบว่าคะแนนทดสอบ
ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE กลุ่มเป้าหมายมี
คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 100 จำนวน 26 คน

ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบก่อน

เรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

ค่าสถิติพื้นฐาน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ (40)
ค่าเฉลี่ย	9.27
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.491
คิดเป็นร้อยละ	23.18

จากตารางที่ 2 พบว่าคะแนนทดสอบก่อน
การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
มีคะแนนเฉลี่ย 9.27 คิดเป็น ร้อยละ 23.18

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบหลังเรียนโดยใช้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จัดการเรียนรู้

โดยใช้วิธี POE ที่ผ่านเกณฑ์

คะแนน (40)	จำนวนนักเรียน (คน)	ได้คะแนน ร้อยละ
6	1	15
11	1	28
12	1	30
19	1	48
3	1	83
34	1	85
35	2	88
36	1	90
37	5	93
38	4	95
39	7	98
40	1	100
ไม่ผ่านเกณฑ์ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 15 ผ่านเกณฑ์ 22 คน คิดเป็นร้อยละ 85		

จากตารางที่ 3 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE
กลุ่มเป้าหมายมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 15
จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 15 ส่วนกลุ่มเป้าหมาย
ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85 จำนวน 22 คน คิด
เป็นร้อยละ 85 แสดงว่านักเรียนได้รับการสอนโดยใช้
วิธี POE ทำให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถสูงขึ้น

ตารางที่ 4 แสดงค่าสถิติพื้นฐานหลังเรียนโดยใช้

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จัดการเรียนรู้
โดยใช้วิธี POE (คะแนนเต็ม 40
คะแนน)

ค่าสถิติพื้นฐาน	คะแนนผลสัมฤทธิ์ (40)
ค่าเฉลี่ย	33.50
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	9.68
คิดเป็นร้อยละ	83.75

จากตารางที่ 4 พบว่าจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้วิธี POE นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 33.50 คิดเป็นร้อยละ 83.75 ดังนั้นสรุปได้ว่าการจัดการโดยใช้วิธี POE นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของ

ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อน
เรียนและหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้
วิธี POE เรื่องแรงและการเคลื่อนที่
(คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

การวัด	จำนวน นักเรียน (คน)	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	คิดเป็น ร้อยละ
ก่อน เรียน	26	9.27	2.491	23.18
หลัง เรียน	26	33.50	9.68	83.75

จากตารางที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนสูงขึ้นโดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

การอภิปรายผล

จากผลการดำเนินการวิจัยดังกล่าวข้อค้นสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. รูปแบบในการทำความเข้าใจ (Meatal Model) ของผู้เรียนเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหาในขณะที่กำลังเรียนจากการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จากผลการวิจัยข้างต้นพบว่าผู้เรียนมีรูปแบบของการสร้างความเข้าใจที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง (Declarative characteristics) โดยมีโครงสร้างทางปัญญาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม (Concrete to abstract) โดยวิธีการสอนโดยใช้ POE เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นกระบวนการ การหาเหตุผล การแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวเอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่มทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและขยายความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนได้พัฒนารูปแบบความเข้าใจ (Meatal Model) เป็นความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่อธิบายโดยใช้หลักการและทฤษฎีประกอบการอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อิศรา (2547), สุมาลี และคณะ. (2549) จากผลที่พบว่าผู้เรียนมีลักษณะโครงสร้างทางปัญญาที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม (Concrete to abstract) หรือความรู้ที่ซับซ้อน (Complex Schema) ที่ว่า ความรู้ที่เป็นหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง ผู้เรียนจะสร้างจากการเรียนรู้โดยร่วมมือกันแก้ปัญหาซึ่งผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกันอาจส่งผลต่อการปรับ

ขยายโครงสร้างทางปัญญาหรือการขยายแนวคิดของผู้เรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้ POE เรื่องแรงและการเคลื่อนที่จากผลการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี POE เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติพื้นฐานที่แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา น้ำค้าง . (2551),นิวัฒน์ . (2548) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พบว่าทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และส่งเสริมการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง

สรุปผลการวิจัย

จากรูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพผลการวิเคราะห์ตีความจากการบรรยายและสัมภาษณ์เพิ่มเติมในเนื้อหาในขณะที่กำลังเรียนจากการเรียนรู้โดยใช้วิธี POE ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองปล้อง จากผลการวิจัยข้างต้นพบว่า ผู้เรียนมีรูปแบบของการสร้างความเข้าใจที่เป็นข้อเท็จจริง ความจริง (Declarative characteristics) โดยมีโครงสร้างทางปัญญาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม (Concrete to abstract) หรือความรู้ที่ซับซ้อน (Complex Schema) โดยที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่กำหนดเข้าสู่หลักการ ทฤษฎี และประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ และจากรูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณผลการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการ

เคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านหนองปล้อง โดยใช้วิธี POE เมื่อพิจารณาจากค่าสถิติพื้นฐานที่แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ในการวิจัยที่ใช้รูปแบบวิจัยเชิงคุณภาพ มีการปฏิบัติการ ผู้วิจัยต้องชี้แจงหน้าที่ของผู้ช่วยวิจัย และกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้

2. ควรศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนของผู้เรียนตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อกระบวนการคิดและป้องกันการเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนในขณะเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนารูปแบบการทำความเข้าใจของผู้เรียน

3. ควรศึกษาเกี่ยวกับออกแบบสถานการณ์ปัญหาในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเรียนรู้โดยใช้วิธี POE ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนในบริบทของผู้เรียน

4. ควรศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธี POE ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนารูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental Model) ในรายวิชาอื่นให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากโรงเรียนบ้านหนองปล้อง ในการเก็บรวบรวมข้อมูล, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) และ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและ
สาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 .สำนักวิชาการและ
มาตรฐานการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- โครงการพัฒนากระบวนการเรียนรู้.(2544).ทฤษฎีการ
เรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.
ค้นเมื่อ 22 มกราคม 2553.
จาก <http://ednet.kku.ac.th/~sumcha/cles/informQ1.html>.
- โชคชัย ยืนยง และคณะ. (2549). แนวคิดเกี่ยวกับนิยาม
ของพลังงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานของ
นักเรียนไทยและนักเรียนนิวซีแลนด์.
กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท - เอก หา
วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ บุญเดิม และ วรณจรรย์ มั่งลิ้งห์. (2548).
นวัตกรรมการสอน ข้อค้นพบจากงานวิจัยด้าน
วิทยาศาสตร์ศึกษา. คณะ ศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นารี ชันแก้ว.(2545). ผลของการเรียนแบบร่วมมือใน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ปฏิสัมพันธ์ขึ้นา
ทาง การเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 .
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- น้ำค้าง จันเสริม. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
การสอน เรื่องงานและพลังงาน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎี
- คอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี POE. วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2548). การปรับเปลี่ยนมโนคติ
เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้การ
จัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม . วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุมาลี ชัยเจริญและคณะ.(2549). การศึกษา
กระบวนการคิดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี
วิชา 212300 สื่อการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เรียนจากสิ่งแวดล้อม
ทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist). คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม
แห่งชาติ. [ม.ป.ป]. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ
สังคมแห่งชาติ ฉบับที่10 พศ. 2550 -2554 .
ค้นเมื่อ 9 มิถุนายน 2552 . จาก
<http://www.nesdb.go.th>
- อิสรา ก้านจักร(2547). ผลการจัดสิ่งแวดล้อมทางด้าน
การเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว
Constructivism: Open Learning
Environments (OLEs) สำหรับนักศึกษาระ
กับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร มหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Merriënboer, J.G. (1997). Training Complex

Cognitive Skills : A four-Components

Instructional Design Models for Technical

Training. Newjersy: Educational.

Sompong Mabout. (2006). The Use of

A Constructivist Laboratory to Improve

Students' Conceptual Understanding of

Motion in Tertiary Physics in Thailand.

[Ph.D. Thesis in Science Education].

Curtin University of Technology.

White and Gunston. (1992). Probing

Understanding. Reprinted 1993, the Falmer

Press, 4 John St., London, WC1N 2ET.