

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้(5Es)และป่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
**Grade 7 Students' Understanding about Nature Of Science in Learning about Cell through
Endocytosis and Cell Organization through Inquiry Cycle (5Es) and Explicit Nature of Science**

เบญจมาศ ศรีอุดร (Benjamas Sriudorn)*วิมล สัมราญวานิช (Wimol Sumranwanich)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการเรียนเรื่องเซลล์และ
การลำเลียงสารผ่านเซลล์ ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้(5Es)และป่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิจัยนี้เป็น
การวิจัยเชิงคุณภาพ ที่ยึดถือกระบวนการทัศน์การตีความ เป็นการวิจัยที่ศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงความ
เข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 9 ประเด็น
ในภาพรวมที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็นพบว่า ธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุดคือ NOS 1 วิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการ
ทดลอง, NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน
ตามลำดับ และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุด คือ NOS 9
วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม

ABSTRACT

The objective of this research was to study understanding the nature of science and to learn about Cell
through endocytosis and Cell organization through Inquiry cycle (5Es) and Explicit Nature of Science. The
research is a quality research with the paradigm . This research studied the behavior of students
demonstrated understanding natural of science. The finding of research found that students understood the nature of
science the nine issues.Students demonstrate their understanding in nature of science the nine issues found that the
nature of science that students had a greater understanding of the NOS 1 - Science demands and relies on empirical
evidence, NOS 2 - Knowledge production in science includes many common features and shared habits of minds
respectively and the least understood issue is NOS 9 - Science and its methods cannot answer.

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์

Key Words: Nature of Science (NOS) , Cell through endocytosis and Cell organization

* มหาวิทยาลัย หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความจำเป็นและมีความสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของมนุษย์ในปัจจุบันและยังเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาและความมั่นคงของประเทศ เพื่อให้เป็นประเทศที่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ เมื่อเศรษฐกิจของประเทศเติบโต จะส่งผลให้สังคมความเป็นอยู่ของคนในชาติดีขึ้น ดังนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมีความสำคัญทำให้มีการพัฒนารูปแบบการศึกษาอยู่ตลอดเวลา และมีการพัฒนาเทคโนโลยีให้เป็นไปตามกระแสของสังคม ปัจจุบันพบว่าเป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของไทย คือ การมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยเน้นการเชื่อมโยงกับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเอื้ออำนวยในด้านชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีสะดวกสบายและทำให้มนุษย์มีอายุยืนนานขึ้น หากการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ โดยมิได้พิจารณาอย่างรอบคอบและกว้างไกล ย่อมเกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมและสมดุลทางธรรมชาติอย่างมหันต์ มนุษย์จะต้องรู้จักการใช้ชีวิตอยู่ในสังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างกลมกลืน

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ไว้ส่วนหนึ่งว่าผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ในการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีปัจจัยที่สำคัญคือ การพัฒนาและส่งเสริมครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่จะต้องมีความรู้ในเนื้อหา และที่ถูกต้อง

แม่นยำ มุ่งหวังให้ครูเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ดังนั้นจึงถือได้ว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องสำคัญโดยเฉพาะจะต้องเป็นการเรียนเพื่อให้เข้าถึงเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และเป็นไปเพื่อปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม และสิ่งหนึ่งที่ถือเป็นความสำคัญในการเรียนวิทยาศาสตร์คือ การเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) และความเข้าใจเกี่ยวกับงานทางวิทยาศาสตร์ (Scientific enterprise) การจัดการศึกษาในประเทศไทยจึงมุ่งพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science[AAAS]) กำหนดให้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นส่วนประกอบสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสาระการเรียนรู้ที่ 8 ซึ่งเป็นมาตรฐานด้านกระบวนการเรียนรู้ เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ และเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545)

การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีวิธีที่หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (The Implicit Approach) การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบอก

ความรู้(The Didactic Approach) การจัดการเรียนรู้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (The Explicit
Approach) (Meesri, 2007) จากรายงานวิจัยชี้ให้เห็นว่า
การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัด
แจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (The Explicit and
Reflective Approach) สามารถช่วยให้เข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์และยังช่วยพัฒนาความเข้าใจ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดหลัก
วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และเจต
คติทางวิทยาศาสตร์ และการแบบชัดแจ้งร่วมกับการ
สะท้อนคิด (The Explicit and Reflective Approach)
ในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ
เป้าหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเป็นวิธีที่มี
ประสิทธิภาพที่สุดในการเสริมสร้างความเข้าใจ
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (e.g., Akerson,
Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000; Akenhead,
1988; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Ryder,
Leach, & Driver, 1999)

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย
ของการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงมีหน้าที่พัฒนา
ทักษะการคิด ควบคู่ไปกับความรู้ในด้านเนื้อหา โดย
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ
เรียน แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเกิด
ความสนุกสนานเข้าใจเรื่องที่เรียนและเป็นการฝึก
ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหาด้วยตัวของ
นักเรียนเอง และนักเรียนสามารถนำไปใช้ใน
ชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545)ได้ดำเนินการ
พัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหา
ความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) ซึ่งประกอบด้วย 5
ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้น
สำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลง
ข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
และขั้นประเมินผล (Evaluation) การจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาเพื่อปลูกฝัง

ให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาหรือประสบการณ์จริง
แล้วใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณไตร่ตรองแก้ปัญหา
สำรวจและค้นคว้าหาสาเหตุ จนสามารถแก้ปัญหานั้น
ได้ ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่าง
มีวิจารณญาณและทำให้เกิดการเรียนรู้ทางด้านความรู้
ความจำ ความเข้าใจและด้านการนำไปใช้ได้พร้อมๆ
กันได้และการจัดการเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจใน
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็น
เพราะถ้าจะทำให้เด็กเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ
เป็นแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ จาก
ประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ผ่านมาที่มีประสบการณ์สอน
ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนเกิดปัญหาใน
การเรียนรู้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มองวิชาวิทยาศาสตร์
เป็นเรื่องยาก มีเนื้อหาและรายละเอียดมากเกินไป ทำ
ให้นักเรียนบางคนไม่ชอบในรายวิชานี้ด้วย สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ศึกษาม
โนมคติของนักเรียน และจากงานผลวิจัยเรื่อง
การศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การแพร่และ
ออสโมซิส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ
งานวิจัยเรื่อง การศึกษามโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง
เซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าเนื้อหาที่นักเรียนเกิดความ
เข้าใจที่คลาดเคลื่อน มีหลายประเด็นเช่น นักเรียน
เข้าใจว่าเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีรูปร่างเป็นวงกลม
ขณะที่เกิดภาวะสมดุลของการแพร่ ตัวกลางจะหยุด
การเคลื่อนที่และผลคะแนนทดสอบระดับชาติ (O-net)
ปีการศึกษา 2555 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
มีผลคะแนนต่ำกว่าระดับชาติโดยเฉพาะในสาระที่ 1
สิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ดังนั้นในงานวิจัย
นี้จึงเป็นการศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบวัฏ
จักรสืบเสาะหาความรู้และบ่งชี้ธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้น
ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา

ให้ออกาสผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถาม-ตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกการเชื่อมโยงบูรณาการ ฝึกบันทึก ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการเรียนเรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง เซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการตีความ (Interpretive paradigm) เกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเลขสว่างวิทยาคม

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเลขสว่างวิทยาคม อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย จำนวน 38 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และการ

ลำเลียงสารผ่านเซลล์ ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จำนวน 7 แผน เวลา 13 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ผลงานนักเรียน อนุทิน แบบทดสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแบบแผนเพื่อการทำความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์

3. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการตีความ คือ การสังเกต และการสัมภาษณ์

4. ตัวแปรที่ศึกษา คือ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนเตรียมการก่อนการสอน

1.1 เตรียมผู้ช่วยวิจัย ซึ่งเป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนเลขสว่างวิทยาคมจำนวน 1 คน เพื่อช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการเรียนการสอนให้พร้อม ได้แก่ สื่อประกอบการเรียนการสอน ใบงาน เอกสารประกอบการสอน และวัสดุที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตการสอน อนุทิน เครื่องบันทึกเสียง

2. ขั้นตอนดำเนินการ

2.1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียน ชี้แจงผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาสาระความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเรียนเรื่องเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเซลล์ ตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้และบ่งชี้ธรรมชาติ

ของวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเข้าใจ และฝึกการเขียน
อนุทิน

2.2 ดำเนินการสอนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้
แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และ
การลำเลียงสารผ่านเซลล์ ตามรูปแบบวัฏจักรสืบ
เสาะหาความรู้และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.3 นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละแผนการจัดการ
เรียนรู้อ่านวิเคราะห์ว่านักเรียนได้มีความเข้าใจใน
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่ตั้งไว้ เมื่อจบ
การเรียนรู้ในรายแผนอย่างไร โดยมีการนำข้อมูล
ทั้งหมด มาจัดออกเป็นกลุ่มที่เขียนหรือแสดง
พฤติกรรมที่บ่งชี้ว่าเป็นความเข้าใจในธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ และมีการสอบถามเพิ่มเติมในประเด็นที่
นักเรียนตอบไม่ชัดเจน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลก่อนเรียน โดยวิเคราะห์
จากคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความ
เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้จาก
การวิเคราะห์มาใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนการ
สอนตามรูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้และบ่งชี้
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์ข้อมูลระหว่างเรียนที่ได้จาก
แผนการเรียนรู้ ซึ่งเก็บข้อมูลจาก อนุทิน ผลงาน
นักเรียน การสังเกตแบบมีส่วนร่วม มาวิเคราะห์
ประเด็นที่บ่งชี้ถึงความเข้าใจในธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ โดยทำการอ่านข้อมูลของนักเรียนเป็น
รายบุคคล หรือรายกลุ่ม จัดกลุ่มในประเด็นเดียวกันที่
แสดงออกถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ในแต่ละรายข้อ ในประเด็นที่นักเรียนแสดงออกไม่

ชัดเจน จะมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติม หลังจากการจัดการ
เรียนรู้ในแต่ละแผน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลหลังเรียน โดย
วิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบวัด
ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้
จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน

โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นนั้น
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงตีความร่วมกับผู้ช่วยวิจัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer
debriefing) เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของการวิจัย
(Trustworthiness) มากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการเรียนเรื่องเซลล์และการลำเลียงสาร
ผ่านเซลล์ มีการสอนเพื่อบ่งชี้ธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ทั้งหมด 9 ประเด็น โดยจัดกิจกรรมการ
เรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7
แผน ซึ่งในแผนที่ 1 เป็นแผนปฐมนิเทศเพื่อชี้แจง
รายละเอียดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบ
ของ McComas (2004) ทั้ง 9 ประเด็นและวิธีการเขียน
อนุทินสะท้อนผลการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

จากการตีความพฤติกรรมของนักเรียนพบว่า
นักเรียนมีการแสดงออกถึงพฤติกรรมที่แสดงถึงความ
เข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามประเด็นที่มี
การบ่งชี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2- 7 มีประเด็น
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ NOS 1 “วิทยาศาสตร์
หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการ
ทดลอง” NOS 2 “ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์
ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติ
ที่มีร่วมกัน” NOS 3 “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความ
ไม่แน่นอนแต่มีความคงทน NOS 4 “กฎและทฤษฎีมี

ความสัมพันธ์กันแต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน” NOS 5 “วิทยาศาสตร์มาจากความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง” NOS 6 “วิทยาศาสตร์มีความเป็นอันทัน” NOS 7 “ประวัติศาสตร์วัฒนธรรมและสังคมมีส่วนกำหนดวิทยาศาสตร์” NOS 8 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อสิ่งอื่นแต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่เหมือนกัน” NOS 9 “วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม” ซึ่ง ในภาพรวมหลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 7 แผน ประเด็นความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น NOS 1 “วิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการทดลอง” , NOS 2 “ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยจินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน” และ NOS 5 “วิทยาศาสตร์มาจากความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง” มากที่สุดตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้(5Es) ที่เน้นกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาและกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ NOS 1 ,NOS 2 และ NOS 5 มากยิ่งขึ้น

ในการตีความและวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบทดสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนมีการแสดงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น NOS 1 วิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการทดลอง มากที่สุด ร้อยละ 92.11 , NOS 3

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความไม่แน่นอนแต่มีความคงทน ร้อยละ 89.48 , NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน ร้อยละ 86.85 , NOS 5 วิทยาศาสตร์มาจากความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง ร้อยละ 86.84 , NOS 6 วิทยาศาสตร์มีความเป็นอันทัน ร้อยละ 84.21 , NOS 4 กฎและทฤษฎีมีความสัมพันธ์กันแต่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน ร้อยละ 68.42 , NOS 7 ประวัติศาสตร์วัฒนธรรมและสังคมมีส่วนกำหนดวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 60.52 , NOS 8 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อสิ่งอื่นแต่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่เหมือนกัน ร้อยละ 55.26 และ NOS 9 วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม ร้อยละ 50.00

ในภาพรวมของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 9 ประเด็น พบว่า สามารถเรียงลำดับประเด็นที่นักเรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมที่ดีความได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้โดย ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุดคือ NOS 1 “วิทยาศาสตร์หาคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการทดลอง” สาเหตุที่ทำให้ประเด็นนี้นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจมากที่สุดเพราะว่า ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นนี้ มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มากที่สุด เพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่เน้นการทดลอง เน้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยการทดลองและการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานจากการทดลอง และนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น ทำให้การทำงานกลุ่มเป็นการ

ทำงานร่วมกับบุคคลอื่นจึงส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ NOS 2 “ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน” เป็นลำดับที่ 2 และประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการแสดงออกถึงความเข้าใจน้อยที่สุดคือ NOS 9 วิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่คำตอบของทุกคำถาม จากพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกในประเด็น NOS 9 นั้น พบว่านักเรียนที่มีความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ข้อนี้ จะพยายามอธิบายว่า วิทยาศาสตร์ไม่สามารถพิสูจน์ได้ทุกเรื่อง และไม่จำเป็นที่จะต้องค้นหาคำตอบเพื่ออธิบายทุกสถานการณ์ ยกตัวอย่างเช่นเรื่องของความเชื่อจิตวิญญาณ แต่นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องหาคำมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น ไม่เว้นแม้แต่เรื่องของจิตวิญญาณ

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์ ตามกรอบของ McComas (2004) ทั้ง 9 ประเด็น จะพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ได้ทั้ง 9 ประเด็น สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ ที่เน้นกระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาและกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น มีความสอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในตัวเอง นอกจากนี้ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ มุ่งเน้นให้นักเรียนมีการทำงานร่วมกันเพื่อหาคำตอบหรือความรู้ เพื่อหาวิธีการแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้

นักเรียนมีการใช้ความสามารถหลายอย่างทั้งการสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง หรือแม้แต่การวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพอย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับ NOS 5 วิทยาศาสตร์มาจากการคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง และ NOS 1 วิทยาศาสตร์ต้องการคำตอบจากประสบการณ์และหลักฐานจากการทดลอง และการทำงานร่วมกันกับบุคคลที่มีเป้าหมายเพื่อไขสถานการณ์ และการระดมความคิดเพื่อแก้ไขปัญหา ก็มีความสอดคล้องกับ NOS 2 ผลจากความรู้ของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย จินตนาการของคนส่วนมากและเจตคติที่มีร่วมกัน จากที่กล่าวมาจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดีจากการจัดการเรียนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรตระหนักถึงหน้าที่ในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ไม่ควรรีบเฉลยคำตอบที่ถูกต้องก่อน พร้อมทั้งคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

1.2 ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน นักเรียนจะมีการแสดงออกถึงความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์น้อยมาก ดังนั้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรมีการ

กระตุ้นให้นักเรียนมีการแสดงออกให้มากที่สุดและใช้คำถามที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจธรรมชาติ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรส่งเสริมให้มีการนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5Es) และบ่งชี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไปใช้จัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้

2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาพัฒนาการของความเข้าใจและความคงทนของความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนส่งเสริมและสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว
- กาญจนา มหาลี. (2553). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบชัดเจน ร่วมกับการสะท้อนความคิด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนิษฐา ปาโท. (2555). ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการจัดการเรียนรู้เรื่องพลังงาน โดยใช้

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS Approach) และบ่งชี้ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โชคชัย ยืนยง. (2549). กระบวนทัศน์เชิงตีความ (Interpretive paradigm): อีกกระบวนทัศน์หนึ่งสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. เอกสารประกอบการสอนวิชา 232981 สัมมนาวิทยาศาสตร์ขั้นสูง. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

โชคชัย ยืนยง และวิมล สัราญวานิช. (2552). เอกสารประกอบการสอนวิชา 232 317 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม. ขอนแก่น: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ถวัลย์ จันทะรัง. (2545). แนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : เซลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิชาชีววิทยาต่างกัน. กศ.ม. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทศนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2553.

นงลักษณ์ อัฐปิ่น. (2555). การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนรู้ เรื่อง แสง โดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ที่บ่งชี้ธรรมชาติของ

- วิทยาศาสตร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
นภาพรรณ เอี่ยมล้ำวงศ์ . 2551 . ผลการจัดการเรียน
การสอนตามโมเดล BSCS 5E . วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้น
ผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิค
การสอน 1. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป
แมนเนจเม้นท์.
- ภัทรวรรณ ไวสาหลง . 2555. ความเข้าใจธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การ
จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสังคม เรื่องความหลากหลาย
ทางชีวภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ระชนานท์ ศรีเพชร. (2555). การเปลี่ยนแปลงมโนคติ
เรื่องเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้วิธีการสอนแบบเปรียบเทียบ ภายใต้
การศึกษาชั้นเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณจริย์ มั่งสิงห์. (2541). ปรัชญาสร้างสรรค์ความรู้
นิยม (Constructivist) เอกสารประกอบการ
ประชุมวิชาการ Constructivism and
Application to Teaching. ขอนแก่น:
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). ทฤษฎีการสร้างองค์
ความรู้การเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายันท์ วันนา. (2551). ผลการเรียนรู้ เรื่อง การ
ดำรงชีวิตของสัตว์ ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบวัฏ
จักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5 Es).
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุภารัตน์ น้อยนาง. 2554. ความเข้าใจธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
ในการเรียนเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง
โดยใช้การสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสังคมและการบ่งชี้ธรรมชาติ
ของวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.). (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ครู
สภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.), กระทรวงศึกษาธิการ. (2545).
มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.).
(2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2548). การจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ (ออนไลน์). ค้นเมื่อ 6

พฤษภาคม 2556 จาก

[http://www.edu.nu.ac.th/education-](http://www.edu.nu.ac.th/education-depart/doc/paper%20%E3%CB%E9%A4%C7%D2%C1%C3%D9%E9%E0%C3%D7%E8%CD%A7%20nos%20&%20hos%20(%BB%C3%D1%BA%BB%C3%D8%A7).pdf)

[depart/doc/paper%20%E3%](http://www.edu.nu.ac.th/education-depart/doc/paper%20%E3%CB%E9%A4%C7%D2%C1%C3%D9%E9%E0%C3%D7%E8%CD%A7%20nos%20&%20hos%20(%BB%C3%D1%BA%BB%C3%D8%A7).pdf)

[CB%E9%A4%C7%D2%C1%C3%D9%E9](http://www.edu.nu.ac.th/education-depart/doc/paper%20%E3%CB%E9%A4%C7%D2%C1%C3%D9%E9%E0%C3%D7%E8%CD%A7%20nos%20&%20hos%20(%BB%C3%D1%BA%BB%C3%D8%A7).pdf)

[%E0%C3%D7%E8%CD%A7%20nos%20](http://www.edu.nu.ac.th/education-depart/doc/paper%20%E3%CB%E9%A4%C7%D2%C1%C3%D9%E9%E0%C3%D7%E8%CD%A7%20nos%20&%20hos%20(%BB%C3%D1%BA%BB%C3%D8%A7).pdf)

[&%20hos%20\(%BB%C3%D1%BA%BB%](http://www.edu.nu.ac.th/education-depart/doc/paper%20%E3%CB%E9%A4%C7%D2%C1%C3%D9%E9%E0%C3%D7%E8%CD%A7%20nos%20&%20hos%20(%BB%C3%D1%BA%BB%C3%D8%A7).pdf)

[C3%D8%A7\).pdf](http://www.edu.nu.ac.th/education-depart/doc/paper%20%E3%CB%E9%A4%C7%D2%C1%C3%D9%E9%E0%C3%D7%E8%CD%A7%20nos%20&%20hos%20(%BB%C3%D1%BA%BB%C3%D8%A7).pdf) .

อชิระ อุดมาน .2554. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการ

เรียนรู้แบบ 5E. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษา

ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและ

การสอน บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Hu'seyin Artun • Bayram Cos,tu (2012). Effect of the

5E Model on Prospective Teachers'

Conceptual Understanding of Diffusion and

Osmosis: A Mixed Method Approach. J Sci

Educ Technol DOI 10.1007/s10956-012-

9371-2

Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers'

Conceptions of the Nature of Science: A

Review of the Research. Journal of

Research in Science Teaching, 29(4), 331 –

359.

Lederman, N. G. (1998). The State of Science

Education: Subject Matter Without Context.

Electronic Journal of Science Education, 3(2),

1– 12.

Lederman, N. G. (2004). Syntax of Nature of Science

Within Inquiry and Science Instruction.

Scientific Inquiry and Nature of Science,

25(14), 301 – 315.

McComas, W.F. ed. (1998a). The Nature of Science

in Science Education: Rationales and

Strategies. Dordrecht: Kluwer Academic

Publishers.

McComas, W.F. (2004). Keys to Teaching the Nature

of Science. The Science Teacher, 71, 24-27.

Meesri, S. (2007). A Development of Professional

Development Program for Enhancing

Teachers' Understanding of the Nature of

Science and Its Implementation in the

Classroom. Doctor of Education Thesis in

Science Education, Srinakharinwirot

University.

Nurettin Yorek, Mehmet Sahin and Ilker Ugulu.

(2010). Students' representations of the cell

concept from 6 to 11 grades: Persistence of

the "fried-egg model". International Journal

of Physical Sciences Vol. 5 (01), pp. 015-024,

January.

Yuenyong, C. (2006). Teaching and Learning about

Energy: Using STS approach. Doctor of

Education Thesis in Science Education,

Graduate School, Kasetsart University.