

507.0712
๐498ก -
5.3

การศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราบุรี

หน้า 34

ปริญญานิพนธ์

ของ

อัจฉรา แก้วมณี

17 ก.พ. 2540

507.0712
๐498ก
ร.3

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มกราคม 2540

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

57958

การศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราบุรี

บทคัดย่อ

ของ

อัจฉรา แก้วมณี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

มกราคม 2540

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามจุดประสงค์ของหลักสูตร ศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ตามหลักการของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี อำเภอมะเข่ จังหวัดราชบุรี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามกับนักเรียนจำนวน 514 คน และใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์กับนักเรียนที่ได้จากการสุ่มแบบมีระบบจำนวน 100 คน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลาง
2. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับปานกลาง
3. ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้าน

A STUDY OF SCIENCE LEARNING EXPERIENCE AND UNDERSTANDING
OF THE NATURE OF SCIENCE OF MATHAYOM SUKSA III
STUDENTS IN DARUNA RATCHABURI SCHOOL

AN ABSTRACT

BY

ACHARA KAEWMANEE

Presented in partial fulfillment of the requirement for the
Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

January 1997

The purposes of this study was to explore science learning experience in primary and secondary school, understanding of the nature of science in secondary school in the scientific world view, scientific inquiry and the scientific enterprise, and to investigate the relationships between each level in science learning experience and the understanding of the nature of science. The subjects were Mathayom suksa III students in Daruna Ratchaburi school. The data were collected during the first semester of the 1996 academic year. The questionnaire was used with 514 students and the interview-based questionnaire was used for 100 students, selected by the systematic random sampling.

The major conclusions of the study were 1) Science learning experience both in primary and secondary school were in the middle level. 2) Understanding of the nature of science in secondary school in the scientific world view and the scientific enterprise were in the middle level whereas scientific inquiry was not in the middle level. 3) There was no correlation between each level in science learning experience and understanding of the nature of science.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(ผศ.ดร.กาญจนา ชูครองค์)

..... กรรมการ
(ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิต)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ผศ.ดร.กาญจนา ชูครองค์)

..... กรรมการ
(ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิต)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.อัจฉรา สุขารมณ์)

..... กรรมการภายนอก
(รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร.ศิริภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 14 เดือน มกราคม พ.ศ. 2540

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2539

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.กาญจนา ชูครองค์ ดร.ชูศักดิ์ ขัมภลิต ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ดร.ปรีชาญ เดชศรี และ ผศ.กัลยา เล็กสกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณซิสเตอร์คณะผู้รับใช้ดวงหทัยนิรมลของพระแม่มาเรีย คุณอภิชาติ ศิริภาพ และรศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ที่สนับสนุนทุนการศึกษา

ขอขอบพระคุณบาทหลวงมานะ กิจเต่ง อาจารย์ภัสสร เอมโกษา อาจารย์ดาร์ตัน เนืองอัน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุนาราชบุรี ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการให้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิลาวัลย์ จำรูญโรจน์ ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการตรวจทานและแก้ไขคำผิดของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์เปรมจิตร บุญสาย อาจารย์สุชาติ ศรีโสภานุภรณ์ อาจารย์อมรา เขียวรักษา และทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้

ขอขอบพระคุณครอบครัวกุลวัฒน์ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจอย่างดีแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ชาตรี เกิดธรรม ที่ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อัจฉรา แก้วมณี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย	5
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	6
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	8
	เอกสารเกี่ยวกับความหมาย บทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์	8
	เอกสารเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	13
	เอกสารเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	22
	เอกสารเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์	
	เพื่อการบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	26
	เอกสารเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	
	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	28
	เอกสารเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
	การสอนวิทยาศาสตร์	31
	เอกสารเกี่ยวกับสรุปความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์	
	ในประเทศไทย	34
	เอกสารเกี่ยวกับสรุปสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่	
	หลักสูตร 2503 ถึงปัจจุบัน	38
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	42
	สมมติฐานในการวิจัย	46

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	47
แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	47
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	47
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	48
การหาคุณภาพของแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์	50
กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบ	
การสัมภาษณ์	52
วิธีดำเนินการวิจัย	54
การวิเคราะห์ข้อมูล	55
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์	56
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	72
สรุปสาระสำคัญ	72
อภิปรายผลการวิจัย	75
ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก	93
ภาคผนวก ข	99
ภาคผนวก ค	107
ภาคผนวก ง	135
ประวัติย่อของผู้วิจัย	139

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับประถมศึกษา	58
2	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา	61
3	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์	64
4	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์	66
5	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์	68
6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน	70

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในสภาพสังคมปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อสังคมตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์ รัฐบาลของแต่ละประเทศจึงพยายามที่ทำให้พลเมืองของตนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เพื่อให้สามารถใช้ชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุข การพัฒนาพลเมืองให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งคอลเล็ตและเซียเพตตา (Collette and Chiappetta. 1986 : 4- 5) เคยเสนอไว้ว่าคุณลักษณะหนึ่งที่จะแสดงให้เห็นว่าบุคคลมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ก็คือ ต้องมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (understanding of the nature of science) ดังนั้นความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นแก่นของการรู้วิทยาศาสตร์อันจะนำไปสู่การเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และคณะ. 2538 : 15) ซึ่งความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวครอบคลุมประเด็นหลัก 3 ประการ ได้แก่ ทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ (the scientific world view) การสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) และกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ (the scientific enterprise)(AAAS. 1990 : 1- 10) หากผู้เรียนเกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามประเด็นดังกล่าวก็จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมั่นคงต่อไป

สำหรับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการค้นพบ และการเปลี่ยนแปลงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจในเชิงวิธีการ อันเป็นที่มาขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสำหรับด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์นั้นเป็นเรื่องของเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ (AAAS. 1993 : 3- 20) ซึ่งการที่จะบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้นั้น จำเป็นต้องได้รับการสอนที่ถูกวิธีและมีประสบการณ์ที่เหมาะสม

เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางสังคมรวมทั้งการมีความรู้สึกชื่นชมและสนุกสนานกับวิทยาศาสตร์ (AAAS. 1993 : 4) ทั้งนี้เพราะการสร้างจิตวิญญาณทางวิทยาศาสตร์และความรู้สึกชื่นชอบวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้มากกว่าการรับรู้เนื้อหาทางวิชาการเพียงอย่างเดียว อีกทั้งผู้เรียนควรเรียนโดยอาศัยสื่อการเรียนที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดมโนคติที่ถูกต้อง ในส่วนของครูก็ควรกระตุ้นผู้เรียนให้ถามคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติ เพื่อให้นักเรียนอยากหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้าและสำรวจปรากฏการณ์ตามความสนใจทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน รวมทั้งได้เสนอผลการค้นคว้าหรือสำรวจและกระตุ้นให้เปิดใจรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อนๆ

ในประเทศไทยนั้น เริ่มมีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างเป็นทางการมาตั้งแต่พุทธศักราช 2438 (พนัส วิมุกตายน. 2521 : 5) ซึ่งจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่สมัยแรกมาจนถึงปัจจุบันมีความคล้ายคลึงกัน คือ ต้องการให้มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ [ให้มีความสนใจ รู้จักสังเกต รู้เหตุผลที่เป็นไปของสิ่งเหล่านั้น รู้คุณ, โทษ และการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ รู้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งทั้งหลาย ให้มีความรู้ด้านสุขวิทยา และสรีรศาสตร์ (ซึ่งต่อมาพัฒนาการด้านจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์มีมากขึ้น ได้เพิ่มจุดมุ่งหมายอีกหลายประการ ได้แก่ การให้รู้จักใช้ระเบียบวิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ชีวิตประจำวัน ให้รู้จักค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อเป็นรากฐานนำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ให้เข้าใจผลงานของวิทยาศาสตร์ในด้านที่เป็นคุณและโทษ และเห็นคุณค่าของผลงานวิทยาศาสตร์ในทางสันติ รู้จักนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปช่วยสร้างเสริมสุขภาพ ความเป็นอยู่ของตนเองและสังคม มีนิสัยในการริเริ่มสร้างสรรค์ให้เป็นนักประดิษฐ์เพื่อเป็นรากฐานในการประกอบอาชีพ มีทักษะในการใช้วัสดุทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้ทำงานอดิเรกทางวิทยาศาสตร์ ให้รู้ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศในด้านวิทยาศาสตร์ เข้าใจหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาต่อและเพื่อประกอบอาชีพ(พนัส วิมุกตายน. 2521 : 152- 153) จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นเน้นให้เด็กรู้และเข้าใจสิ่งที่ตนเรียน (เจลิยว มณีเลิศ. 2536 : 19) แต่อย่างไรก็ตามผลของการสอนมักไม่บรรลุความมุ่งหมายในส่วนที่กล่าวถึงการสร้างความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยเท่าที่ผ่านมานั้นไม่ได้ทำให้เด็กมีความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (วิจิตร เล็งหะพันธ์. 2538 : 5) โดยทั่วไปการเรียนการสอนในโรงเรียนยังเน้นการท่องจำ (เจลิยว มณีเลิศ. 2536 : 19) มุ่งสอนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมักให้ความสำคัญแก่การเรียนรู้

ผิวเผิน เช่น การให้จดจำข้อเท็จจริง หรือการให้จดจำนิยามต่างๆ เป็นต้น (ธีระชัย ปุณฺณโชติ. 2538 : 10) ถึงแม้ว่าการจดจำนิยามจะมีความจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ก็ตาม แต่ก็ไม่สำคัญเท่ากับความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์อันจะนำไปสู่การบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (จารุณี สุตบุตร. 2538 : 1) จากสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นมีผู้ทำการวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้หลายเรื่อง ซึ่งจิตต์ไธ ผดุงรัตน์ (2538 : 1- 6) ได้สรุปผลการวิจัยของหน่วยงานต่างๆเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในช่วงหลักสูตร 2503 จนถึงปัจจุบัน(พ.ศ.2538)พบว่าจุดมุ่งหมายของหลักสูตรกำหนดไว้มากเกินไป ครูไม่สามารถสอนให้ได้ผลครบถ้วน เนื้อหาที่กำหนดให้สอนมีมากครูสอนไม่ทันจึงสอนแบบบรรยาย โรงเรียนต่างจังหวัด และโรงเรียนเอกชนส่วนใหญ่ ไม่สอนปฏิบัติการเนื่องจากขาดแคลนอุปกรณ์และงบประมาณ จำนวนนักเรียนในแต่ละชั้นมีมากเกินไปทำให้ครูดูแลไม่ทั่วถึงในการปฏิบัติการ นักเรียนขาดทักษะการใช้เครื่องมือในการปฏิบัติการ อีกทั้งครูสอนวิทยาศาสตร์ไม่ชำนาญในการปฏิบัติการ จึงสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่ได้ และยังพบว่าเนื้อหาในบทเรียนไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และหลักการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เน้นกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหา ไม่เปิดโอกาสให้สร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์และไม่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นตลอดเวลา ส่วนในด้านการวัดผลก็มุ่งเน้นที่การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสำคัญ (ธีระชัย ปุณฺณโชติ. 2538 : 12)

ในด้านการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพความเป็นอยู่ของสังคมไทย และก้าวทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตลอดเวลานั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.)เป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบดำเนินการในด้านนี้โดยตรงซึ่งได้มีการดำเนินการเพื่อให้การบริหารหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับวิวัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยมีการปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่องเป็นระยะๆ มีการส่งเสริมสมรรถนะในการสอนวิทยาศาสตร์โดยการจัดประชุมปฏิบัติการฝึกอบรม พัฒนาและปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน รวมทั้งโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(พสวท.) แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ยังคงต้องการ การพัฒนาและปรับปรุงอย่างจริงจังและมากขึ้นในด้านต่างๆอีกโดยเฉพาะในด้านกิจกรรมการเรียนการสอน การผลิตและการใช้สื่อการสอนและการพัฒนาครู (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 : 14- 22)

จากสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าถึงแม้จะมีการดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรและจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเป็นระยะๆ แล้วก็ตาม ยังคงมีปัญหาในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อยู่ ทำให้เป็นที่น่าสังเกตว่า ประสบการณ์การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษา จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำวิจัยเพื่อให้ได้คำตอบดังกล่าวและเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น รวมทั้งความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละด้านสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงมาตรฐานการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อทางวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ ได้แก่
 - 1.1 ประสบการณ์การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 1.2 ประสบการณ์การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ในแต่ละด้าน ได้แก่

- 2.1 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.2 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.3 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้อวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. นำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป
2. นำมาใช้เป็นแนวทางกำหนดนโยบายและมาตรการในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนตรุงการาชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 514 คน

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม เป็นเวลา 3 เดือน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดตัวแปรของการวิจัยไว้ดังนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- 3.1.1 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
- 3.1.2 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 3.1.1 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิง

วิทยาศาสตร์

3.2.2 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิง

วิทยาศาสตร์

3.3.3 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิง

วิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่ให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ การสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

3.1 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลต่างๆ (รวมทั้งสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลอง) อันมีผลทำให้เกิดความเข้าใจที่จะนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลต่างๆ (รวมทั้งสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลอง) อันมีผลทำให้เกิดความเข้าใจที่เหมือนหรือแตกต่างกัน และหาวิธีการต่างๆที่เหมาะสมในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.3 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

หมายถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลต่างๆ (รวมทั้งสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลอง) อันส่งผลให้เกิดเจตคติ ค่านิยมและจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังนี้

1. 'ความหมาย บทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์
2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. จิตวิทยาการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์
4. 'ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
5. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น^๗
6. เป้าหมายและวัตถุประสงค์การเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์
7. สรุปความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย
8. 'สรุปสภาพการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่หลักสูตร 2503 ถึงปัจจุบัน
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับความหมาย บทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ความหมายของวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่านด้วยกัน ซึ่งจะขอนำเสนอไว้ดังต่อไปนี้

สารานุกรมโคลัมเบีย (The Columbia Encyclopedia. 1965 : 1910) ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่าวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่สะสมและจัดไว้อย่างมีระบบแต่เดิมนั้นโดยทั่วไปใช้ในความหมายแคบ คือเป็นความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่มีการสะสมความรู้เท่านั้น แต่รวมทั้งการใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 13) ได้ให้คำนิยามของวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่ได้ผ่านการทดสอบยืนยันมาแล้ว และได้สะสมไว้

อย่างมีระบบรวมทั้งกระบวนการที่ใช้ในการค้นหาความรู้นั้นมาด้วย

ฟิชเชอร์ (Fischer. 1975 : 5) อธิบายว่า คำว่า Science มาจากคำว่า Scientia ในภาษาละติน ซึ่งแปลว่า ความรู้ ตามนัยนี้ วิทยาศาสตร์ก็คือความรู้ต่างๆซึ่งไม่จำกัดว่าจะเป็นความรู้อะไร หรือความรู้ประเภทใด อาจจะเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ หรืออาจจะเป็นความรู้สาขาวิชาอื่นๆก็ได้ อาจจะเป็นความรู้สหพหุศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ในหน้าหนังสือพิมพ์ หรือความรู้ที่เป็นศาสตร์ก็ได้เพราะมีความหมายกว้าง ซึ่งถ้าวิเคราะห์ตามรากศัพท์แล้ว วิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้ที่มีระบบและจัดไว้อย่างมีระเบียบแบบแผน

สแตฟฟอร์ดและคณะ (Stafford and others. 1977 : 2-3) นักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการมีประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์ของธรรมชาติ (วัตถุและเหตุการณ์ที่แวดล้อมเราอยู่) แล้วมีการรวบรวมรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์นั้นๆ
2. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการจัดกระทำข้อมูล และการตีความหมายข้อมูลที่ได้
3. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นคู่แฝด ด้านหนึ่งนั้นเป็นการสะสมความรู้ที่ได้ผ่านการทดลองแล้ว และอีกด้านหนึ่งจะเป็นวิธีการค้นหาความรู้
4. วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติที่ท้าทายความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์
5. วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความพยายามที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหรืออธิบายกฎเกณฑ์ที่ได้จากปรากฏนั้น รวมทั้งการขยายความรู้ให้กว้างขวางออกไปเลยจากประสบการณ์ที่ได้รับ
6. ความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้รับเพิ่มนั้นมีลักษณะสืบต่อจากความรู้เก่าที่มีคนค้นพบไว้แล้ว นักวิทยาศาสตร์คนใหม่จะอาศัยความรู้และความคิดของนักวิทยาศาสตร์คนก่อนๆเป็นบันไดก้าวไปหาความรู้ใหม่ต่อไป

บราวน์ และ แอนเดอร์สัน (Brown and Anderson. 1972 : 5) ซึ่งเป็นนักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์กล่าวไว้ชัดเจนว่า วิทยาศาสตร์คือการค้นหาคำอธิบายสิ่งที่เราได้สังเกตจากธรรมชาติหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นทั้งวิธีการที่ค้นหาความรู้ และเป็นทั้งตัวความรู้ของธรรมชาติ

โทรจแค็ก (Trojcek. 1979 : 4) นักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์กล่าวว่าปัญหาที่ตกลงกันได้เกี่ยวกับคำจำกัดความของวิทยาศาสตร์คือ การมองวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่มีธรรมชาติเป็นสองประการ คือ เป็นทั้งผลของการค้นพบและเป็นทั้งกระบวนการที่ใช้ ผลของการค้นพบคือองค์ความรู้ของธรรมชาติที่ได้ผ่านการทดสอบมาแล้ว และได้จัดเข้าไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และกระบวนการที่ใช้คือวิธีการหรือกระบวนการวิทยาศาสตร์

นิตา สะเพียรชัย (2526 : 5) ได้กล่าวไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่ตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ได้ความรู้ใหม่อีกด้วย

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 110) ได้นิยามความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์คือองค์ความรู้ของธรรมชาติซึ่งจัดรวบรวบไว้อย่างเป็นระเบียบแบบแผน และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานของการสังเกต

ลีปพนธ์ เกตุหัต (2536 :58) ได้กล่าวไว้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ การบรรยายความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆในธรรมชาติ ทั้งในสภาพนิ่งและสภาพของพลวัต หรือมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและตามสภาพการกระตุ้นทั้งจากภายในหรือจากสภาพภายนอก ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการสังเกตธรรมชาติและวิเคราะห์วิจัย วิทยาศาสตร์จึงมีความเป็นสากลเพราะปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆที่เกิดขึ้นนั้นเกิดขึ้นด้วยหลักเดียวกัน วิทยาศาสตร์จึงไม่ถูกจำกัดด้วยเวลา สถานที่ และวัฒนธรรม

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 2) กล่าวโดยสรุปว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

จากแนวคิดของบุคคลเหล่านี้ สรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้ได้ความรู้ใหม่ๆมา

บทบาทและความสำคัญของวิทยาศาสตร์

โดยเหตุที่นักวิทยาศาสตร์ในทุกยุคสมัยพยายามค้นคว้าหาความจริงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา ซึ่งมีผลทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์และพร้อมกันนำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอยู่เสมอ มนุษย์นำผลการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ไปสร้างสรรค์ให้เกิดประโยชน์แก่กิจกรรมทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม การสื่อสารคมนาคม การศึกษา การทหาร การเมืองเศรษฐกิจ หรือแม้กระทั่งการบันเทิง ด้วยเหตุนี้สภาพการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกวันนี้จึงแตกต่างจากการดำรงชีวิตในอดีตมากมาย

มังกร ทองสุกดี (2521 : 9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีผลต่อชีวิตมนุษย์ทั้งในด้านการพัฒนาการทางสติปัญญาและสภาวะความเป็นอยู่ ยิ่งในประเทศที่เจริญแล้วจะยิ่งมองเห็นภาพได้ชัดเจนว่าความสัมฤทธิ์ผลของผลงานที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำนั้น จะเป็นศักยภาพอันยิ่งใหญ่ของมนุษย์ที่ช่วยปรับปรุงสภาพความเป็นอยู่ทั้งทางด้านวัตถุนิยม(materialism) สภาวะทางด้านสังคมนิยม (socialism) และสวัสดิการแห่งสังคมให้เจริญก้าวหน้าไปอย่างกว้างขวาง

พิทักษ์ รัชชพลเดช (2525 : 12- 20) ได้กล่าวถึงประโยชน์ต่างๆโดยทั่วไปของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. วิทยาศาสตร์ช่วยให้มีความสามารถในการสังคม ในสังคมที่มีสิ่งแวดล้อมทางวิทยาศาสตร์บุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ย่อมจะมีความสามารถและมีความสำคัญกว่าบุคคลที่ไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อคิดเป็นส่วนรวมแล้วสังคมที่มีความสามารถในทางวิทยาศาสตร์ย่อมจะดีกว่าสังคมที่ด้อยในด้านวิทยาศาสตร์

2. วิทยาศาสตร์ช่วยแนะแนวอาชีพ เมื่อวิทยาศาสตร์เจริญขึ้นได้ก่อให้เกิดอาชีพหลายสาขา ผู้ที่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อาจเลือกสาขาใดสาขาหนึ่ง ซึ่งมีความถนัดในวิชานั้นๆเรียนเป็นวิชาชีพของตนได้

3. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเจริญทางร่างกายและจิตใจ การได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติในส่วนที่เกี่ยวกับสุขภาพ อนามัย อาหาร การกินและการอยู่ จะช่วยส่งเสริมให้ประพฤติดีและปฏิบัติตนจนเกิดความเคยชินขึ้น ร่างกายก็จะเจริญเติบโตเป็นปกติ จิตใจก็จะเจริญตามไปด้วย

4. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้บริโภคที่สามารถ ผู้บริโภค คือผู้ที่ใช้สินค้าหรือใช้บริการใดๆ การเป็นผู้บริโภคที่สามารถนั้น หมายถึงการตัดสินใจโดยอาศัยหลักวิชาความรู้ว่า ควรจะใช้สินค้าชนิดใดจึงจะดี จะทน และราคาถูก ในเรื่องนี้ความรู้ในทางวิทยาศาสตร์อาจช่วยได้

5. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้ผลิตที่สามารถ ขณะนี้จะเห็นได้ว่าประเทศที่มีความเจริญทางวิทยาศาสตร์สามารถผลิตสินค้าได้ทั้งจำนวนและคุณภาพ จึงเป็นประเทศที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดีกว่าประเทศที่ด้อยความเจริญทางวิทยาศาสตร์

6. วิทยาศาสตร์ช่วยให้รู้จักใช้เวลาว่างเป็นประโยชน์ อาจใช้เวลาว่างทำการศึกษาค้นคว้าในงานด้านวิทยาศาสตร์ หรือคิดประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ เมื่อทำได้ดีก็อาจยึดเอาเป็นอาชีพถึงร่ำรวยขึ้นได้

7. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดปรัชญาการดำรงชีวิต ผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะได้รับปรัชญาจากวิชานี้ไปยึดถือเป็นแนวทางแห่งการดำรงชีวิต เช่น ยึดเอาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีวิทยาศาสตร์เป็นปรัชญาแห่งการดำรงชีวิต

8. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ปลอดภัย ผู้ที่เรียนวิทยาศาสตร์มากพอจะรู้ว่าสภาวะการณ์ใดที่ไม่ปลอดภัย และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุต่างๆรวมทั้งรู้วิธีป้องกันด้วย

9. วิทยาศาสตร์ช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์ และเป็นผลดีแก่บ้านเมือง

10. วิทยาศาสตร์ช่วยให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์จะมองข้ามความเชื่อและความคิดเห็นอย่างปราศจากเหตุผล ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์ถือเหตุผลเป็นสำคัญ

11. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความพอใจ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์แล้วจะบังเกิดความพอใจทั้งทางหลักทฤษฎีและการปฏิบัติและเกิดความสนุกสนานไปด้วย ความพอใจนี้จะป้อนให้เกิดแห่งแรงจูงใจให้ศึกษาค้นคว้า ที่จะช่วยให้เกิดการก้าวหน้าในกิจการที่เขาารู้สึกพอใจต่อไป

12. วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาต่างๆได้มาก กล่าวคือ วิทยาศาสตร์จะช่วยแก้ปัญหาในด้านต่างๆ เช่น การสาธารณสุข การสื่อสาร การคมนาคม การกลไกกรรม เป็นต้น วิทยาศาสตร์ช่วยปรับปรุงสิ่งเหล่านี้ดีขึ้นกว่าสมัยก่อนมาก

ภัทรา ไชยเวช(ม.ป.ป. : 11) กล่าวไว้ว่า ความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่นั้นวันจะมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันของเรามากขึ้นทุกที การที่เราจะอยู่ได้อย่างทันโลกและทันต่อเหตุการณ์เปลี่ยนแปลงของวิทยาการแผนใหม่ได้อย่างเป็นสุข จึงจำต้องศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ อยู่เสมอ ด้วยเหตุผลที่ว่า วิทยาศาสตร์มีประโยชน์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาก ช่วยให้เด็กมีความเข้าใจและสามารถแปลความหมายของสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้เด็กสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของโลกได้เป็นอย่างดี ช่วยให้เด็กเรียนรู้วิธีใช้ความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยในด้านความเจริญเติบโตทางร่างกายและจิตใจ ช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์ ช่วยให้เด็กมีความเจริญงอกงามตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล

กล่าวโดยสรุป วิทยาศาสตร์มีบทบาทและความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก ความมุ่งหวังที่จะมีเศรษฐกิจที่มั่นคง มีความมั่นคงทางสังคม เป็นผู้นำในด้านต่างๆ สิ่งสำคัญที่จะทำให้บรรลุได้นั้น จะต้องสนับสนุนให้มีการวิจัยค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนส่งเสริมการนำวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในการผลิตต่างๆ และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะควรจัดการศึกษาให้ประชาชนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง

เอกสารเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องนั้นต้องมุ่งทำความเข้าใจในธรรมชาติของโลกและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป ซึ่งควรจะถือเป็นจุดเน้นอันสำคัญในหลักสูตร กล่าวคือควรเป็นการศึกษาในลักษณะที่ต้องใช้ความอุตสาหะพยายามทางปัญญาและสังคม อันหมายถึงการประยุกต์ใช้สติปัญญาของมนุษย์ เพื่อทำความเข้าใจว่าธรรมชาติของโลกเป็นเช่นไร

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, AAAS) (AAAS. 1993 : 3- 20) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อันว่าด้วยธรรมชาติของโลกโดยใช้การเรียนการสอนซึ่งเน้นความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว นั้นมิได้หมายความว่าทำให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ประการใดไม่ ยิ่งไปกว่านั้นความรู้เกี่ยวกับปรัชญาวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทางสังคมแค่เพียงประการเดียวก็มิได้มีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจธรรมชาติของโลกในเชิงวิทยาศาสตร์ ภาระหน้าที่อันท้าทายนักการศึกษา ก็คือการ

เสริมสถานปรัชาวิทยาศาสตรและสังคมวิทยาเข้าด้วยกัน เพื่อให้เสริมประโยชน์ซึ่งกันและกัน

สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษา นั้น การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ควรเน้นที่เรื่อง การสังสมประสบการณ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและปรากฏการณ์ทางสังคม รวมทั้งให้ รู้สึกชื่นชมสนุกสนานกับวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่ยุกยากซับซ้อนนั้นควรปล่อยให้เด็กค่อยๆ เรียนรู้ มากขึ้นทีละน้อยโดยลำดับอย่างสอดคล้องกับวุฒิภาวะ และรอจังหวะเวลาจนกระทั่งเด็กมีความ สามารถมากพอที่จะอธิบายเรื่องราวที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้ (AAAS. 1993 : 4)

โดยนัยข้างต้น หมายถึง ควรเริ่มปลูกฝังสาระแห่งการศึกษาศาสตร์ 3 ประเด็น แก่นักเรียน กล่าวคือ

1. ทศณะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ (The Scientific Wolrd View)
2. การสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)
3. กิจการเชิงวิทยาศาสตร์ (The Scientific Enterprize)

อย่างไรก็ตาม มิได้หมายความว่าเนื้อหาที่ยุกยากซับซ้อนจะต้องถูกละเลยไปในการ เรียนชั้นต้นๆ แต่โดยการที่เด็กได้สัมผัสการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการกระทำจริง ด้วยการสืบ ค้นหาข้อมูลเอง ด้วยการอธิบายข้อค้นพบ นักเรียนย่อมสังสมประสบการณ์เหล่านี้เป็นรูปธรรม อันเป็นผลของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันข้อสรุปในเชิงเนื้อหาที่ ปรากฏในหนังสือหรือตำราเรียนนั้น ควรที่จะได้นำเสนอต่อเด็กในลักษณะซึ่งจะทำให้เด็ก เข้าใจว่าวงการวิทยาศาสตร์ได้ข้อสรุปเช่นนั้นมาอย่างไร มิใช่ให้เรียนรู้ข้อสรุปนั้นเพียงอย่าง เดียว และโดยแท้ที่จริงแล้วเมื่อเด็กเข้าโรงเรียนนานวันขึ้นเท่าใดก็ตาม เด็กควรจะได้รับ การกระตุ้นโดยใช้คำถามให้มากยิ่งขึ้นในลักษณะของคำถามที่ว่า "เรารู้ได้อย่างไรว่าข้อค้นพบ เหล่านั้น ความรู้เหล่านั้น ฯลฯ เป็นจริง"

ประวัติศาสตร์หรือการเรียนรู้เรื่องราวในอดีต ก็เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่ทำให้เรียนรู้ ว่า วิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็นเช่นไร นั่นคือ นักเรียนควรได้รับการปลูกฝังว่าความก้าวหน้า ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งหลายนั้น เป็นการสังสมความรู้อย่างค่อยเป็นค่อยไปมานาน นับศตวรรษ นับเป็นการสอนประวัติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องไม่ใช่สอนให้จำเนื้อหาประวัติความ เป็นมา แต่ต้องเน้นประเด็นความต่อเนื่อง การปรุงแต่ง การแก้ไข และทำให้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์สมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเรียกว่าเป็นการปูพื้นฐานธรรมชาติวิทยาศาสตร์โดยกระแสของ การเรียนรู้ประวัติวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดข้างต้นเป็นประเด็นที่จะทำให้เกิดการเข้าใจว่า การให้ความสำคัญในเรื่องที่คนส่วนใหญ่สนใจ และเรื่องที่แสดงว่ามีความก้าวหน้ามากๆ โดยละเลยความสำคัญของประเด็นว่าวิทยาศาสตร์มีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องไปทีละขั้นนั้นก่อให้เกิดความเข้าใจผิดในเรื่องพัฒนาการของวิทยาศาสตร์ได้

ด้วยเหตุผลเดียวกัน การสอนประวัติความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จึงไม่จำเป็นต้องเน้นที่ เรื่องราวของนักวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ซึ่งมีไม่มากนัก แต่นักเรียนควรที่จะเรียนรู้ว่าโดยแท้ที่จริงแล้วผู้คนทุกประเภทรวมทั้งตัวนักเรียนเองด้วยก็มีส่วนที่จะค้นพบวิทยาศาสตร์และทำให้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้เช่นเดียวกัน

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง นักเรียนจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้โดยอาศัยสื่อการเรียนที่เหมาะสม กระบวนการทางประวัติศาสตร์ก็มีความจำเป็นด้วยเช่นกัน ตำราทางวิทยาศาสตร์และประวัติวิทยาศาสตร์ ควรปรับปรุงใหม่โดยเน้นให้เห็นถึงความพยายามในการคิดค้นต่างๆในยุคโบราณ เช่น สมัยอียิปต์ กรีก จีน และอาหรับ และเชื่อมโยงมาสู่ประเด็นความก้าวหน้าต่างๆในปัจจุบัน โดยเน้นสาระสำคัญที่ว่าความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เกิดจากความพยายามของผู้คนทั้งปวงไม่ว่าหญิงหรือชายจากทุกมุมของโลก

เมื่อกล่าวถึงทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์ (The Scientific World View) สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เสนอว่า ทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์มิได้เกิดจากการนั่งถกเถียงแต่เกิดจากการลงมือทำจริง เพราะการลงมือทำจริงอย่างสืบเนื่องหรือทำแล้วทำอีกย่อมทำให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของโลกอย่างแท้จริงยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังจะทำให้เกิดความเข้าใจว่าความรู้ที่ได้จากกรณีหนึ่งอาจนำไปประยุกต์ใช้ได้กับกรณีอื่นๆ รวมทั้งจะทำให้เกิดความเข้าใจได้ว่า ความรู้ทั้งส่วนที่คงตัวไม่เปลี่ยนแปลงและส่วนที่เปลี่ยนแปลงได้

การเข้าใจว่าธรรมชาติของโลกและจักรวาลเป็นเช่นไรอาจเรียนรู้ได้โดยการรับรู้ ถ่ายทอดบอกกล่าวก็จริงแต่เป็นการรู้อย่างผิวเผิน ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและจักรวาลที่ลึกซึ้งกว่านั้น ต้องเรียนรู้ผ่านการสัมผัสและลงมือค้นคว้าทดลองโดยตรง การลงมือค้นคว้าทดลองโดยตรงนี้ นอกจากทำให้เข้าใจธรรมชาติของโลกและจักรวาลอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นแล้ว ยังทำให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นด้วย

การเรียนรู้โดยนัยข้างต้นนั้นเด็กจะสามารถเรียนรู้ได้เพียงเล็กน้อยและฉาบฉวยหากสอนแบบให้ความรู้เพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นเด็กยังจะต้องเรียนรู้ด้วยว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละกรณีหาได้ยุติจบสิ้นเมื่อค้นคว้าทดลองไปแล้วเท่านั้น แต่ยังมีประเด็นสืบเนื่องทั้งส่วนที่เป็นความรู้และวิธีการที่จะสืบเสาะค้นคว้าต่อไป นั่นก็คือเมื่อนักวิทยาศาสตร์ตอบคำถามใหม่ๆ ได้ ย่อมหมายความว่ายังมีคำถามอื่นที่สืบเนื่องให้คิดต่ออย่างไม่จบสิ้น เนื่องจากมนุษย์มีความอยากรู้อยากเห็น นอกจากนั้นการที่มนุษย์มีความสามารถจำกัดที่จะค้นพบความรู้ต่างๆ จึงยังมีความรู้บางส่วนที่มนุษย์ยังไม่มีความสามารถพอที่จะค้นพบได้ ดังนั้นข้อค้นพบในทางวิทยาศาสตร์จึงอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่าเป็นความจริงในหลายกรณีแต่ไม่ใช่ทุกกรณี หรือเป็นความจริงที่พบจากการค้นคว้าทดลองหลายๆ ครั้ง โดยที่ความจริงแท้ๆ นอกเหนือการทดลองหลายๆ ครั้ง อาจยังไม่ได้ค้นพบ

ความเข้าใจที่ว่าข้อค้นพบในข้อใดที่หนึ่งย่อมเป็นจริงด้วยสำหรับในข้ออื่นๆ นั้นก็มีข้อจำกัดเช่นกัน เช่นมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาว่า อาจเป็นจริงเช่นนั้นในขณะนี้ แต่ในขณะอื่นเวลาอื่น อาจเป็นจริงเฉพาะที่นี้แต่ไม่เป็นจริงที่อื่นก็ได้ เช่นพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ถูกนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการอาจแตกต่างจากพฤติกรรมในธรรมชาติที่แท้จริงของมันก็ได้ ข้อสรุปจากการทดลองในห้องปฏิบัติการในกรณีเช่นนี้จึงอาจไม่เป็นจริงกับปรากฏการณ์ที่แท้จริงตามธรรมชาติ

ความเข้าใจที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขนั้น จะเป็นเรื่องยากที่นักเรียนจะยอมรับได้ เพราะภาพการเปลี่ยนแปลงในความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการบ่มเพาะทีละน้อยๆ และค่อยเป็นค่อยไปซึ่งไม่ใช่เรื่องที่จะเห็นได้โดยง่าย นักวิทยาศาสตร์จะมีความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากกว่านักเรียน เพราะมีประสบการณ์มากกว่า

เมื่อนักเรียนเข้าเรียนใหม่ๆ ควรมีโอกาสได้เรียนรู้ธรรมชาติของโลกอย่างวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายความว่าควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ถามคำถามมากๆ เกี่ยวกับธรรมชาติและอยากรู้อาคำตอบรวบรวมสิ่งของไว้ค้นคว้า นับ วัด สังเกตเชิงคุณภาพ จัดระบบ อภิปราย ฯลฯ ซึ่งก็คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ทั้งนี้การสร้างจิตวิญญาณทางวิทยาศาสตร์และการชอบวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเด็กที่เริ่มเรียนวิทยาศาสตร์มากกว่าการเรียนรู้เรื่องราวของโลกและธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามกิจกรรมขั้นต้นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ย่อมนำไปสู่การรู้จักธรรมชาติของโลกได้บางส่วนเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความสม่ำเสมอในการที่จะต้องให้นักเรียนรู้จักทำการทดลองค้นคว้าหาคำตอบซ้ำแล้วซ้ำอีกในชั้นเรียน หรือถ้าเป็นไปได้อาจไปเรียนรู้นอกห้องเรียน หรือแม้แต่ที่บ้าน เช่นนักเรียน

ควรได้รับการแนะนำให้เปรียบเทียบให้เห็นว่าอะไรเกิดขึ้นเมื่อต้มไข่ในที่ต่างๆ กัน ฯลฯ กิจกรรมเช่นนี้ย่อมมีส่วนกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและชักจูงนักเรียนให้สนใจต่อสิ่งแวดล้อมและความเป็นไปของธรรมชาติ

ในชั้นเด็กเล็กก่อนประถมศึกษาปีที่ 2 การสอนวิทยาศาสตร์ให้เน้นที่การปฏิบัติซ้ำอย่างสม่ำเสมอ แต่เมื่อนักเรียนโตขึ้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 จึงเริ่มเน้นที่ความไม่สม่ำเสมอแน่นอน นั่นคือนักเรียนควรเรียนรู้การทดลองในเรื่องเดียวกัน ต่างเวลา ต่างสถานที่ อาจให้ผลที่ต่างกันได้ ความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องจากวิธีการทดลองหรือสภาวะที่เป็นธรรมชาติของเรื่องนั้นๆ แต่ประเด็นสำคัญอยู่ที่ว่าเมื่อพบภาวะความไม่สม่ำเสมอแน่นอน นักเรียนควรต้องตอบคำถามนั้นได้ว่าเป็นเพราะเหตุใด การที่จะให้นักเรียนเข้าใจเช่นนั้นได้ ต้องอาศัยการลงมือปฏิบัติจริงและปฏิบัติบ่อยๆ อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่จำเป็นจะต้องสามารถค้นพบทุกสิ่งทุกอย่างด้วยการทดลองโดยตรงหรือด้วยตนเองเสมอไป บางทีการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ก็อาจเรียนรู้จากเรื่องราวการค้นพบของผู้อื่น ประเด็นสำคัญคือต้องตระหนักว่าผู้คนที่ทั้งหลายจะเป็นนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ตาม ย่อมมีส่วนร่วมในการค้นพบวิทยาศาสตร์ได้ทั้งนั้น

ในช่วงมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งนักเรียนเริ่มเป็นวัยรุ่นและสนใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าเรื่องราวทางปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงควรที่จะสัมผัสการทดลองสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ในวัยนี้ควรเริ่มสอนให้รู้จักความคงทนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผันในความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจเกิดขึ้นจากการได้ข้อมูลใหม่หรือมีทฤษฎีใหม่มาใช้ อธิบาย ฯลฯ โดยมีการยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เห็นชัดเจน เช่นในอดีตคิดว่าโลกแบนแต่มีการศึกษาค้นคว้าแล้วจึงสรุปว่าโลกกลม เป็นต้น

ในช่วงมัธยมศึกษาปีที่ 3 ความเข้าใจในเรื่องทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์ ควรเน้นที่เรื่องราวของการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ประวัติการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการจากอดีตสู่ปัจจุบัน รวมทั้งให้นักเรียนศึกษากรณีตัวอย่างเพื่อรู้ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความกดดันที่จะเปลี่ยนแปลงความรู้ที่เคยยอมรับกันไปสู่ความคิดใหม่ๆ ที่ถูกต้องกว่า (AAAS. 1993 : 3- 8)

สำหรับในประเด็นเรื่องการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เสนอว่า การสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์จะมีความซับซ้อนมากกว่าการเรียนรู้ขั้นตอนในการทดลองหรือขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีความหมายมากกว่าการทำการทดลองอยู่ในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการหรือการค้นพบใหม่ๆ การค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนแม้จะมองดูอย่างยิ่งใหญ่ แต่อันที่จริงความก้าวหน้าโดยภาพรวมของนักวิทยาศาสตร์ล้วนเป็นผลเนื่องจากการคิดค้นของนักวิทยาศาสตร์ร่วมกับผู้คนต่างๆอีกมากมาย

ถ้านักเรียนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการในลักษณะคล้ายคลึงกับนักวิทยาศาสตร์ มิได้หมายความว่าทำให้เกิดความรู้สึกที่ถูกต้องต่อการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการทดลองหรือการค้นคว้าในห้องเรียนมิได้เหมือนกับการทดลองในสภาพจริงเสมอไป เพราะว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการนั้นครูเป็นผู้กำหนดขึ้นไม่ใช่ให้นักเรียนเป็นผู้กำหนด การใช้เครื่องมือใด รวบรวมข้อมูลอย่างไร หรือจัดระบบอย่างไร ย่อมถูกกำหนดโดยครูหรือคู่มือปฏิบัติการ อีกทั้งเวลาก็จำกัด หากไม่สามารถได้ผลการทดลองก็มักไม่มีเวลาสืบค้นต่อและที่สำคัญคือการทดลองในห้องปฏิบัติการของโรงเรียนนั้นเป็นการทดลองที่รู้คำตอบกันอยู่แล้ว

อย่างไรก็ตามโดยแท้จริงแล้วการทดลองในห้องปฏิบัติการในโรงเรียนอาจสามารถปรับให้สอดคล้องกับธรรมชาติของการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ลดการทดลองให้เหลือน้อยลงเพื่อมีเวลาเพียงพอที่จะทบทวนค้นคว้าบางอย่างให้มากขึ้น

นอกจากนั้นควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นในประเด็นที่ตนสนใจ โดยอาจทำการค้นคว้าเพียงลำพัง หรือเป็นกลุ่มก็ได้หากมีความสนใจร่วมกัน และในการนี้นักเรียนควรกำหนดคำถามในการทดลองด้วยตนเอง

การทดลองที่นักเรียนอยากทำเองเช่นนี้อาจใช้เวลาต่อเนื่องเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือนในหรือนอกโรงเรียนก็ได้ หากทำเช่นนั้นได้ ย่อมเป็นการส่งเสริมการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์โดยตรง นักเรียนควรจะได้สำรวจปรากฏการณ์ที่เขาสนใจอย่างเอาใจจริงเอางังทั้งในและนอกห้องเรียน กรณีเช่นนี้จะทำให้เขาเกิดความสุข ตื่นตัว และสัมผัสกับความเป็นจริงมากขึ้น สิ่งซึ่งมีความสำคัญของการค้นคว้าสำรวจเช่นนี้ คือ นักเรียนจะตื่นตันที่จะบอกผู้อื่นว่าค้นพบอะไรมา เขาคิดอย่างไร เขาประหลาดใจในการได้คำตอบอย่างไร ครูจะต้องจัดเวลาให้มากพอที่จะให้เขาเล่าประสบการณ์ในการค้นพบเพื่อที่จะแลกเปลี่ยนกับเพื่อนนักเรียนได้

การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบสิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวจะได้รับการปรับปรุงให้เข้มข้นมากขึ้นตามลำดับของประสบการณ์ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนโตขึ้นก็ค่อยๆเปิดโอกาสให้รู้จักทำการค้นคว้าอย่างละเอียดระมัดระวัง และด้วยการหาความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ครูควรจัดเวลาให้มากพอที่จะทำการทดลองหลายๆครั้งจนเกิดความเชื่อมั่นที่จะเสนอผล รวมทั้งให้เสนอผลการทดลองต่อเพื่อนหน้าชั้นเรียนเพื่อฝึกฝนการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งรับฟังข้อวิจารณ์จากเพื่อนร่วมชั้น การค้นคว้าทดลองจะต้องเน้นที่ประเด็นความเหมือนและความแตกต่างในหัวข้อเดียวกับผู้อื่น

ในการนำเสนอผลการสืบค้นต่อกลุ่มหรือชั้นเรียน ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจการวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่นเพื่อเปิดใจให้มากขึ้น เพราะว่าสาระสำคัญของวิทยาศาสตร์คือในข้อค้นพบเดียวกันอาจมีคำอธิบายที่แตกต่างกันได้ ดังเช่น มีทฤษฎีอธิบายได้หลายทฤษฎีในเรื่องเดียวกัน

ในช่วงมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนจะต้องเรียนรู้วิธีการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสืบค้นอย่างมีระบบ การทดลองบางเรื่องอาจใช้เวลามากกว่าหนึ่งสัปดาห์ นักเรียนต้องรู้จักควบคุมตัวแปร และต้องอธิบายได้ว่าข้อค้นพบเกี่ยวข้องกับการทดลอง และต้องให้นักเรียนตระหนักว่าสิ่งที่เขาค้นพบนั้นเป็นเพียงประเด็นเล็กๆในสิ่งที่ควรรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงควรส่งเสริมให้มีการอ่านเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจในงานของตัวเองให้มากขึ้น ในวัยนี้จึงเหมาะที่จะสอนนักเรียนให้เรียนรู้การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์อื่นๆ ซึ่งมีใช้เฉพาะนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงเท่านั้น แต่ควรศึกษานักวิทยาศาสตร์ทุกอายุ ทุกสถานที่ ที่ค้นคว้าในเรื่องเดียวกัน

ในวัยนี้นักเรียนเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น จึงควรเรียนรู้ว่ามีทฤษฎีต่างๆเป็นอันมากที่จะอธิบายในเรื่องเดียวกัน การเลือกทฤษฎีควรรู้จักเลือกเฟ้นโดยใช้เกณฑ์ที่ว่าทฤษฎีที่ดีต้องมีหลักฐานยืนยัน ไม่ใช่ดีเพราะมีคนนิยมหรือกล่าวถึง ในวัยนี้ควรเรียนรู้การพยากรณ์ทางวิทยาศาสตร์หรือการคาดการณ์ล่วงหน้า เรียนรู้สถิติ ความน่าจะเป็น การสร้างรูปแบบความคิดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนที่มีอยู่ในชีววิทยา ธรณีวิทยา และสังคมวิทยา แต่ต้องเน้นให้เห็นความแตกต่างของการพยากรณ์ทางวิทยาศาสตร์กับการเชื่อถือโดยทั่วไป (AAAS. 1993 : 9- 15)

สำหรับกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprize) สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เสนอว่า กิจการเชิงวิทยาศาสตร์นั้นนับได้ว่าเป็นภาพลักษณ์สำคัญของโลกปัจจุบันและเป็นสิ่งบ่งบอกความแตกต่างระหว่างโลกยุคใหม่กับยุคก่อน เป็นเรื่องสำคัญสำหรับนักเรียนที่จะต้องทราบว่าวิทยาศาสตร์มีการจัด ระบบอย่างไร นอกจากนี้นักเรียน

ยังควรเข้าใจประเด็นหลักๆบนกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อีก 4 ประเด็น ได้แก่ โครงสร้างเชิงสังคมของวิทยาศาสตร์ เอกลักษณะเชิงองค์ความรู้และเชิงสถาบันของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมเชิงวิทยาศาสตร์ และบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในกิจการสาธารณะ ซึ่งประเด็นดังกล่าวนี้ นักเรียนควรได้เรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยลำดับเมื่อเติบโตขึ้น

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเริ่มต้นตั้งแต่ชั้นอนุบาลในลักษณะให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆมากกว่าให้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อถามและตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัว และแลกเปลี่ยนคำตอบที่ค้นพบกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ครูและนักเรียนที่โตกว่าควรช่วยนักเรียนเล็กๆเหล่านั้นให้รู้จัก การตัดสินใจว่าจะทำอะไร การรวบรวมและจัดระบบข้อมูล และการนำเสนอข้อค้นพบ

ครูควรรู้จักส่งเสริมค่านิยมเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการยกตัวอย่างผลงานของนักเรียนทั้งในกรณีรายตัวและรายกลุ่ม ตัวอย่างเช่น ครูควรยกย่องชมเชยเมื่อนักเรียนแสดงความอยากรู้อยากเห็นและความคิดสร้างสรรค์ แม้ว่าผลการสืบค้นของนักเรียนจะไม่บรรลุผลตามที่คาดไว้ก็ตาม

ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความตระหนักว่าแม้ว่านักเรียนจะร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม แต่นักเรียนแต่ละคนก็สามารถที่จะให้ข้อสรุปที่แตกต่างไปจากเพื่อนร่วมกลุ่มได้ แต่ในระหว่างทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ก็ควรจะมีการซักถามโดยเน้นคำถาม "ทำไม" เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเนื่องจากโดยธรรมชาตินักเรียนแต่ละคนจะพอใจที่จะให้เพื่อนชอบตนเอง จึงไม่ต้องการมีความเห็นขัดแย้งกับกลุ่มเพื่อน ดังนั้นครูจะต้องระมัดระวังที่จะเลือกหาวิธีการที่เหมาะสมด้วย

กิจกรรมการสืบค้นของนักเรียนในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่มักจะเกี่ยวกับการรวบรวมตัวอย่างสัตว์ที่มีชีวิตมาศึกษาค้นคว้าในชั้นเรียน แม้ว่านักเรียนบางคนจะต้องการสัตว์เลี้ยง เช่น ปลาทอง กระต่าย ฯลฯ ก็ควรจะสอนให้นักเรียนดูแลสัตว์อย่างทะนุถนอมเพราะนักเรียนบางคนอาจมีลักษณะโหดร้าย ทั้งนี้ครูควรสอนให้นักเรียนพึงตระหนักว่าการใช้สัตว์เพื่อการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ กล่าวคือต้องไม่ทารุณและต้องมองเห็นคุณค่าของสัตว์ที่นำมาใช้ค้นคว้าทดลองด้วย

ครูควรสร้างความรู้สึกให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนว่า นักเรียนแต่ละคนสามารถค้นพบอะไรบางอย่างหรือหลายอย่างได้เสมอ จากตัวอย่างพืชหรือสิ่งของที่อยู่รอบๆตัวนั้น เช่นเดียวกับที่นักเรียนแต่ละคนสามารถเรียนรู้ตัวเลข อักษร และทักษะการอ่านเบื้องต้น

เมื่อนักเรียนมีความคุ้นเคยกับการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบค้นดังกล่าวข้างต้น มากพอ นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้รู้จักสื่อสารและถ่ายทอดข้อค้นพบของตน ทั้งนี้ครู ควรให้ความสำคัญแก่การให้ข้อมูลว่าด้วยกระบวนการหรือวิธีการในการค้นคว้า โดยมีรายละเอียดเพียงพอที่ผู้อ่านอาจนำไปใช้ค้นคว้าซ้ำได้ นักเรียนควรรู้จักวิธีการนำเสนอในรูปของ กราฟและตารางในการสรุปและแปลผลข้อมูล รวมทั้งเสนอผลงานให้เพื่อนๆ ได้วิพากษ์วิจารณ์ และควรเข้าใจว่าการที่ต้องทำเช่นนั้นเพราะนักเรียนกำลังอยู่ในระหว่างการทำงานอย่าง ที่นักวิทยาศาสตร์ทำในการค้นคว้าวิจัย

ครูควรเชื่อมโยงและให้ข้อมูลเสริมเพื่อให้นักเรียนเห็นด้วยว่าวิทยาศาสตร์สามารถนำ ไปใช้ประโยชน์ในอาชีพต่างๆ กันได้ นอกจากนี้นักเรียนควรมีโอกาสเรียนรู้เพิ่มเติมจากแหล่ง ความรู้ต่างๆ เช่น การชมภาพยนตร์ การอ่านหนังสือ การเข้าพบนักวิทยาศาสตร์ การเยี่ยมชม ศูนย์วิทยาศาสตร์ รวมทั้งมหาวิทยาลัย โรงงานอุตสาหกรรม ห้องปฏิบัติการ และห้อง ทดลองต่างๆ

ครูควรสร้างความตระหนักให้แก่นักเรียนด้วยว่าวงการวิทยาศาสตร์มีความหลากหลาย กล่าวคือ มีผู้คนจำนวนมากที่แตกต่างกันทั้งในด้านเชื้อชาติ เพศ อายุ สัญชาติ ซึ่ง ต่างก็ทำหน้าที่ค้นคว้าในทางวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ บุคคลเหล่านี้อยู่ในสถานที่แตกต่างกัน นอกห้องปฏิบัติการจนถึงในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้นักเรียนควรได้เรียนรู้ด้วยว่าเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ใช้ค้นพบทางวิทยาศาสตร์มีอยู่มากมาย นับแต่เครื่องมือราคาถูกจนถึงเครื่องมือราคา แพงและมีความยุ่งยากซับซ้อน เครื่องมือเหล่านี้รวมทั้งสมุด ดินสอ ฯลฯ ด้วย

สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือผู้ที่ทำหน้าที่ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์มิใช่มีแต่ "นักวิทยาศาสตร์" เท่านั้นบุคคลในอาชีพต่างๆ ล้วนมีโอกาสและได้ช่วยกันค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ด้วยกันทั้งสิ้น

ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครูควรเน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความหลากหลายของวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องต่อไป และพึงตระหนักว่านักเรียนในช่วงวัยรุ่นนี้ การ ค้นคว้าต่างๆ จะต้องมีความชัดเจนและเข้มข้นซับซ้อนมากกว่าในชั้นต้นๆ ก่อนลงมือทำการค้น คว้าทดลองในเรื่องใดๆ ก็ตาม นักเรียนจะต้องคาดการณ์ถึงภาวะเสี่ยงหรืออันตรายที่อาจจะ เกิดขึ้นได้ในการค้นคว้าทดลอง นอกจากนี้นักเรียนควรรู้จักใช้คอมพิวเตอร์เหมือนกับที่นักวิทยา ศาสตร์ใช้ ในการเก็บรวบรวม บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำตารางและกราฟ ตลอดจนจัดพิมพ์รายงาน เป็นต้น (AAAS. 1993 : 15- 20)

เอกสารเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนของครูจะได้ผลดีนั้น ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 63- 87) ได้เสนอแนวคิดว่าคุณครูต้องมีทักษะในการสอน มีความเข้าใจในระบบการเรียนการสอน มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง และมีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้จิตวิทยาการเรียนการสอนด้วย

การเรียนรู้ในทัศนะของนักจิตวิทยาโดยทั่วไปนั้น เป็นกระบวนการที่เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของพฤติกรรม เป็นกระบวนการที่จิตใจมีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าภายนอก ซึ่งพิจารณาได้จากการที่แต่ละบุคคลแสดงปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าอย่างไร การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเฉพาะของแต่ละบุคคลและเฉพาะเรื่อง โดยที่ผู้เรียนต้องกระทำต่อวัตถุและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้อาจอยู่ในรูปของเจตคติ ความเชื่อ ข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎ การแก้ปัญหา และทักษะปฏิบัติการ การเรียนรู้ในบางเรื่องผู้เรียนอาจเรียนรู้ได้เร็ว บางเรื่องอาจเรียนรู้ได้ช้า ต้องใช้เวลาและมีประสบการณ์ การเรียนรู้บางเรื่องจะไม่ลืมหาย แต่บางเรื่องจะลืมได้ง่ายถ้าไม่มีการใช้บ้าง

แครอล (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537 : 63 ; อ้างอิงมาจาก Carroll. 1963) ได้กล่าวถึง ความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 5 ประการ คือ (1) ความถนัดทางการเรียนของผู้เรียน (2) ความสามารถส่วนตัวของผู้เรียนที่จะเข้าใจ การสอนของครู (3) ความพยายามในการเรียนของผู้เรียน (4) เวลาที่ใช้ในการเรียนของผู้เรียน และ (5) คุณภาพการสอนของครู

ครูวิทยาศาสตร์จะต้องทำหน้าที่ในการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสติปัญญา เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ต้องสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้ค้นพบ เป็นผู้คิดอย่างพินิจพิเคราะห์และสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ไปแล้ว ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างถาวรที่จะเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของออสซูเบล และหลักการเรียนรู้ของแกมเย อาจช่วยให้ครูรู้กระบวนการการเรียน และสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ถาวร และเป็นพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดในตัวผู้เรียนได้

จากหลักการสอนและแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ จะมีประโยชน์ต่อครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังนี้ คือ

1. ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น เด็กอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม และในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เด็กจะเปลี่ยนจากขั้นปฏิบัติการรูปธรรมมาอยู่ขั้นปฏิบัติการนามธรรม แต่อาจจะไม่ใช่เด็กทุกคน ดังนั้น ครูควรจัดการเรียนการสอนให้เด็กได้ประสบการณ์ตรงเป็นรูปธรรม เพราะเด็กจะได้มีประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีในการสอนนั้นครูควรให้เด็กเก็บรวบรวมข้อมูลและค้นคว้าหาความรู้โดยการสังเกตและสรุปเป็นหลักการได้

2. ในระดับชั้นมัธยมศึกษา เด็กส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงสุดท้ายของการพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ คือ อยู่ในขั้นปฏิบัติการนามธรรม เด็กในวัยนี้ควรสามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ทุกเรื่องและสามารถตั้งสมมติฐานได้ ดังนั้นครูควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นการค้นพบ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้โดยผ่านการกระทำทางสมองต่อสิ่งที่กำลังค้นพบหรือสืบเสาะหาความรู้ ครูควรให้นักเรียนได้รู้จักตั้งสมมติฐาน สรุปอ้างอิง ออกแบบการทดลองและสร้างแบบจำลอง เหล่านี้เป็นการฝึกผู้เรียนให้ใช้กระบวนการคิดและฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ในการสอนนั้นครูควรอธิบายในบางสิ่งและเปิดโอกาสให้เด็กได้ซักถาม แสดงความคิดเห็นได้ด้วยตนเอง เพราะเปียเจต์มีความเห็นว่า แม้ว่าเด็กในวัยนี้จะคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ทุกเรื่องแล้ว ก็มิใช่ว่าจะรับทุกสิ่งที่ครูสอนได้หมดเสมอไป การปะทะสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน จะช่วยให้เด็กคิดได้ด้วยตนเอง

3. ครูผู้สอนควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนดังนี้ คือ นักเรียนทุกคนจะผ่านขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาทั้งสี่ขั้นตามลำดับ นักเรียนที่มีอายุเท่ากันอาจมีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนแต่ละคนเป็นเครื่องแสดงความสามารถของบุคคลนั้น นักเรียนแต่ละคนจะได้รับประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง พัฒนาการทางสติปัญญา เป็นผลเนื่องจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสภาพแวดล้อมซึ่งรวมทั้งครูผู้สอนด้วย นักเรียนควรเป็นผู้มีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมเพื่อพัฒนาสติปัญญาของตนเอง การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนทำให้สภาวะสมดุลเกิดขึ้นได้ซึ่งเป็นผลให้มีพัฒนาการทางสติปัญญา

ครูผู้สอนควรมีเป้าหมายในการสอนอันแน่วแน่ที่จะสร้างนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถทำสิ่งใหม่ๆ มิใช่แต่เพียงเป็นคนคอยลอกเลียนแบบผู้อื่น เป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักประดิษฐ์และสืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์ รู้จักที่จะพิสูจน์สิ่งต่างๆ ไม่ยอมเชื่ออะไรง่ายๆ โดยไม่มีเหตุผล

4. ครูควรใช้หลักสูตรและการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ กล่าวคือ ในการสอนครูต้องไม่เน้นแต่เพียงข้อเท็จจริงเท่านั้น การสอนต้องเน้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด จัดเนื้อหาและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียนและคำนึงถึงความต้องการของผู้เรียนด้วย ครูควรจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนพบกับความแปลกใหม่ โดยการเสนอปัญหาที่เกินขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ผู้เรียนหาหนทางที่จะแก้ปัญหานั้น เน้นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยกิจกรรมการแสวงหาความรู้และค้นพบ ให้นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกันทำงานร่วมกันมากขึ้น โดยอาจแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย อุปกรณ์การเรียนการสอนและกิจกรรมต่างๆ ควรเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ในการสอนครูควรถามคำถามมากกว่าการให้คำตอบ โดยเฉพาะคำถามประเภทปลายเปิด เมื่อถามคำถามแล้วครูควรรอคำตอบของนักเรียน เพราะนักเรียนต้องการเวลาที่จะคิดหาคำตอบและปรับเปลี่ยนขยายโครงสร้างของสมองเพื่อตอบคำถามนั้นๆ การสอนให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจะช่วยให้เด็กเรียนคำนึงถึงเหตุผลของผู้อื่นมากขึ้น โดยไม่คำนึงถึงเหตุผลของตนเองเป็นใหญ่ ทำให้นักเรียนได้หลายๆ แนวความคิด เป็นการพัฒนาสติปัญญาให้สูงขึ้น

จากหลักการสอนและขั้นพัฒนาการต่างๆ ของบรูเนอร์ จะมีประโยชน์ต่อครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ คือ

1. ในระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาตอนต้น การเรียนรู้ต่างๆ อยู่ในลักษณะการกระทำ โดยผ่านประสบการณ์ที่ได้พบเห็น เด็กในวัยนี้ไม่สามารถรออะไรได้นาน ครูควรสนองความพึงพอใจให้กับเด็กอย่างทันทีที่ทำงานแต่ละครั้งเสร็จ การสอนเด็กในวัยนี้ควรให้บรรยากาศของความสนุกสนาน ผ่อนปรน ไม่ตึงเครียด ควรเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความสามารถต่างๆ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ

2. ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย เด็กมีพัฒนาการจากการเรียนรู้โดยการสร้างภาพในใจไปสู่การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งจะแสดงให้เห็นจากการที่เด็กสามารถเลือกจากตัว

เลือกหลายๆตัวในเวลาเดียวกัน และสามารถแบ่งเวลาและความสนใจได้อย่างเหมาะสมกับตัวเลือกนั้นๆ ส่วนในระดับมัธยมศึกษา เด็กในวัยนี้ใช้สัญลักษณ์อย่างกว้างขวางขึ้น ครูมีวิธีช่วยให้พัฒนาขึ้นไปอีกโดยกระตุ้นให้ใช้การค้นพบด้วยตนเอง โดยเน้นความเข้าใจในโมโนมิติและสิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ

3. ในการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองของบรูเนอร์นั้น อาจนำมาใช้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้ (1) นำเสนอปัญหา (2) ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำความเข้าใจกับปัญหา (3) ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาพร้อมกับกำหนดวัตถุประสงค์อุปการณ์มาให้ (4) ให้ผู้เรียนแสดงผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (5) อธิบายเพิ่มเติมโดยผู้เรียนและผู้สอนในเรื่องที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา และ (6) สรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

การที่ครูสอนโดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยตนเองจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนดังนี้ คือ (1) เป็นการเพิ่มพูนศักยภาพทางสติปัญญาของผู้เรียน (2) ก่อให้เกิดแรงจูงใจภายใน (3) ผู้เรียนได้ฝึกความคิดและการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (4) ทำให้มีความรู้คงทนและถ้อยโยงการเรียนรู้ได้ (5) ทำให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน (6) ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและมีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มมากขึ้น และ (7) ฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ไม่ได้เรียนโดยการท่องจำ แต่ก็มีข้อจำกัดคือ ต้องใช้เวลามากในการสอนครั้งหนึ่งๆ

4. หลักการสำคัญที่เกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ ซึ่งบรูเนอร์ได้เสนอไว้มีดังนี้ คือ (1) เนื้อหาวิชาที่สอนควรจัดแบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยๆ และจัดลำดับให้เหมาะสมกับผู้เรียน (2) การสอนต้องคำนึงถึงความพร้อมของผู้เรียนและแรงจูงใจ (3) แบบของการเสนอการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นลงมือปฏิบัติกับของจริง ชั้นเรียนรู้จากรูปแบบของภาษาและจินตนาการ ชั้นเรียนรู้จากการใช้ตัวเลขแทนสัญลักษณ์ในการแทนค่า (4) วิธีสอนที่จะให้ผู้เรียนมีความรู้คงทนและถ้อยโยงการเรียนรู้ได้ คือ วิธีสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง (5) การจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ต้องสร้างสิ่งแวดล้อมใหม่ที่ท้าทายความคิดและการกระทำ โดยจัดให้มีกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา และ (6) การเรียนรู้กระบวนการมีความสำคัญและจำเป็นมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาด้านความรู้ เพราะบรูเนอร์ถือว่าความรู้เป็นกระบวนการ ไม่ใช่เป็นผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ทำอย่างไรจึงจะช่วยให้เด็กมีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้ต่างๆ ซึ่งต่างจากการสอนโดยทั่วไปที่มุ่งให้เด็กจำสิ่งต่างๆโดยที่ครูเป็นผู้บอกให้

เอกสารเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์

ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อการบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS. 1993 : 3- 20)

ได้เสนอว่าในระดับประถมศึกษา นักเรียนควรได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมเพื่อจะได้มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างค่อยเป็นค่อยไป ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนนั้น ครูพึงตระหนักว่าการสร้างจิตวิญญาณทางวิทยาศาสตร์และการชื่นชอบวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียนที่เริ่มเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นควรส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสดังต่อไปนี้เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมดังนี้

1. มีความรู้สึกที่น่ายินดีและสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนเรียนรู้มากขึ้นตามลำดับโดยสอดคล้องกับวุฒิภาวะ
3. เรียนด้วยการกระทำจริง
4. กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำถามในลักษณะที่สืบค้นหาคำความจริง
5. ทำการทดลองสืบค้นในประเด็นที่นักเรียนสนใจ และกำหนดคำถามในการทดลองด้วยตนเอง
6. ทำการทดลองหลายๆครั้งในประเด็นเดียวกัน
7. เสนอผลการทดลองต่อเพื่อนหน้าชั้นเรียน
8. รับฟังข้อวิจารณ์เกี่ยวกับผลการทดลองจากเพื่อนร่วมชั้น
9. ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
10. ตัดสินใจด้วยตนเองได้ว่าจะทำอะไร
11. รวบรวมและจัดระบบข้อมูล
12. นำเสนอข้อค้นพบ
13. เรียนรู้เพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่างๆ
14. ได้รับการส่งเสริมค่านิยมเชิงวิทยาศาสตร์

15. ได้รับการส่งเสริมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
16. ได้รับการส่งเสริมเกี่ยวกับจริยธรรม
17. ได้รับการส่งเสริมให้รู้จักสื่อสารและถ่ายทอดข้อค้นพบในรูปแบบต่างๆ

**ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติของ
วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS. 1993 : 3- 20)

ได้เสนอว่าในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนเริ่มเข้าสู่วัยรุ่นและสนใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากกว่าเรื่องราวทางปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจึงควรที่จะสัมผัสการทดลองสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น ดังนั้นประสบการณ์ที่นักเรียนพึงได้รับจากการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นควรส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสได้รับสิ่งต่างๆเพิ่มขึ้นจากที่เคยได้รับจากระดับชั้นประถมศึกษาดังนี้

1. ทำการทดลองเพื่อสืบค้นทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาพัฒนาการการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์จากประวัตินักวิทยาศาสตร์
3. สืบค้นอย่างมีระบบ
4. รู้จักควบคุมตัวแปร
5. อ่านเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องราวที่ทำการทดลอง
6. เรียนรู้การค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นคว้าในเรื่องเดียวกัน
7. ใช้คอมพิวเตอร์ในการบันทึก วิเคราะห์ข้อมูล จัดทำตารางและกราฟ และพิมพ์รายงาน
8. ทำการค้นคว้าอย่างชัดเจนและเข้มข้น

เอกสารเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แยกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์
2. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสปีคันเชิงวิทยาศาสตร์
3. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

ซึ่งการที่จะประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือไม่นั้น สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้เสนอว่านักเรียนควรมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆดังต่อไปนี้

ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นควรมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้ (AAAS. 1993 : 7)

1. เมื่อการทดลองที่คล้ายคลึงกันให้ผลแตกต่างกันจะต้องพิจารณาก่อนว่าความแตกต่างนั้นมีสาระสำคัญเพียงใดหรือไม่ และจำเป็นต้องทำการสปีคันต่อเพื่อให้เกิดความแน่ใจที่จะตัดสินใจว่าอันใดถูกหรือผิด หรือแม้ว่าการทดลองจะให้ผลคล้ายคลึงกัน นักวิทยาศาสตร์ก็ควรทำการทดลองซ้ำอีกหลายๆครั้งก่อนที่จะยอมรับผลว่าถูกต้อง

2. ข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในสถานะที่ปรับเปลี่ยนใหม่ได้เสมอเมื่อได้ข้อมูลใหม่หรือใช้วิธีการใหม่ในการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ

3. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางกรณี บางความรู้อาจเก่ามากแต่ถึงกระนั้นก็ยังนำมาใช้ประโยชน์ได้จนถึงปัจจุบัน

4. ในบางกรณี การสปีคัน หรือทดลองทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถทำได้โดยตรงเสมอไป อาจเนื่องมาจากธรรมชาติของสิ่งนั้นที่ทำให้ไม่อาจนำมาทำการทดลองได้ หรือเนื่องมาจากปัญหาทางจริยธรรม

ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นควรมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้ (AAAS. 1993 : 12)

1. ปรากฏการณ์และวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านใช้ในการศึกษาค้นคว้าจะมีความแตกต่างกันอย่างมาก ซึ่ง ถึงแม้ว่าจะไม่มีขั้นตอนที่ตายตัวในการศึกษาค้นคว้า แต่วิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง การให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และการใช้จินตนาการในการสร้างสมมุติฐานและสร้างคำอธิบายที่มีความหมาย
2. ถ้ามีตัวแปรมากกว่า 1 ตัวแปรเปลี่ยนแปลงไปในขณะที่ทำการทดลองใดๆ การทดลองนั้นอาจจะไม่เกิดผล เนื่องจากในบางครั้งตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งอาจจะไม่สามารถป้องกันตัวแปรภายนอกที่จะมีผลต่อการค้นคว้าทดลองได้ หรือแม้แต่ที่จะระบุได้ว่าตัวแปรเหล่านั้นคืออะไร อย่างไรก็ตาม ความร่วมมือระหว่างนักค้นคว้าทั้งหลายก็จะช่วยให้เกิดรูปแบบการค้นคว้าทดลองที่จะนำไปสู่การสืบค้นประเด็นที่คลุมเครือเหล่านั้นได้
3. การกำหนดสิ่งที่จะสังเกตไว้ล่วงหน้าโดยมีความเชื่อมั่นก่อนว่าจะเกิดอะไรขึ้นในภาวะการณ์บางอย่างหรือการมีความเชื่อว่าข้อค้นพบที่ผ่านการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์มาแล้วมีความถูกต้องจะทำให้ปิดกั้นการค้นพบข้อค้นพบอื่นๆ ที่ควรจะเป็น นักวิทยาศาสตร์ได้ตระหนักถึงผลเสียดังกล่าวนี้และพยายามดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อหลีกเลี่ยงข้อเสียเหล่านั้น โดยในการออกแบบค้นคว้าและสำรวจหรือรวบรวมข้อมูล ก็จะเปิดโอกาสให้นักวิจัยคนละกลุ่มหรือต่างคนกันดำเนินการค้นคว้าอย่างอิสระในประเด็นเรื่องเดียวกัน
4. แนวความคิดใหม่ทางวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งเกิดขึ้นจากการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างโดยบังเอิญนอกเหนือจากเรื่องที่กำลังสนใจศึกษา ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ได้

ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นควรมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้ (AAAS. 1993 : 17- 18)

1. การค้นพบทางวิทยาศาสตร์เกิดจากความพยายามของบุคคลในหลายวงการที่อยู่ในระบบวัฒนธรรมที่แตกต่างกันและในยุคสมัยที่แตกต่างกัน
2. ในอดีตสตรีและชนกลุ่มน้อยที่ถูกกำหนดโดยผิวพรรณ เป็นกลุ่มที่ด้อยโอกาสทางการศึกษาและอาชีพ ไม่มีโอกาสในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ แต่ในปัจจุบันคนเหล่านี้มีเพียงไม่กี่คนเท่านั้นที่อาจเอาชนะอุปสรรคได้และได้รับการยอมรับว่ามีส่วนในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง แต่กระนั้นผลงานของเขาดูเหมือนไม่ได้รับการประมวลไว้เท่าที่ควร
3. ไม่ว่าองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆจะถูกค้นพบโดยผู้ใด ในช่วงเวลาและสถานที่ใดก็ตาม ย่อมเป็นสมบัติร่วมกันของคนทั่วโลกทุกคน
4. นักวิทยาศาสตร์นั้นไม่ว่าจะทำงานอยู่ในสถานศึกษาชั้นสูง วงการธุรกิจ อุตสาหกรรม โรงพยาบาล หรือองค์กรของรัฐก็ตาม ย่อมใช้ประโยชน์จากสถานที่ทำงาน สำนักงาน ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ฟาร์ม โรงงาน รวมทั้งห้องไร่ห้องนา ป่าเขาตามธรรมชาติ ไม่ว่าบนบก ในน้ำ หรือในอากาศ เป็นแหล่งในการค้นคว้าทดลองได้ทั้งสิ้น
5. ความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่มีอย่างรวดเร็วจะช่วยขยายความสามารถของมนุษย์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แปลผลข้อมูล ตลอดจนเรียบเรียงเขียนรายงาน วิจัย และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วถึงกันทั่วโลก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่มีคุณค่าอันประมาณไม่ได้ต่อวิทยาศาสตร์
6. นักวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต้องสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นในวงการวิทยาศาสตร์และสังคมทั่วไปโดยกว้าง ด้วยการเก็บข้อมูลที่เชื่อถือได้ นักวิทยาศาสตร์ต้องใจกว้างและเปิดโอกาสให้ผู้อื่นตรวจสอบผลการค้นคว้าของตัวเองได้เสมอ

เอกสารเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จะให้ได้ผลดีนั้น ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 86- 88) เสนอแนวคิดไว้ว่าจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ให้แน่ชัดเสียก่อนว่า ในระดับประเทศต้องการพลเมืองที่มีความรู้ความสามารถอย่างไร จึงจะสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกันได้

ตามที่ทราบแล้วว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีอิทธิพลต่อสังคม ความเป็นอยู่ของมนุษย์ ดังนั้นในแต่ละประเทศในโลกจึงพยายามที่จะให้พลเมืองในประเทศของตนได้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) เพื่อให้สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุข และในหลายประเทศก็กำลังพยายามที่จะให้พลเมืองของตนได้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยี (technological literacy) เพื่อให้สามารถใช้และพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆเพิ่มขึ้นอีก

เอกิน (สุเทพ อุสาหะ. 2526 ; อ้างอิงมาจาก Agin. 1974) ได้ชี้ให้เห็นว่าเป้าหมายในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ควรให้การศึกษาก่อนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอ เป็นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน ให้พลเมืองส่วนใหญ่เป็นผู้มีความรู้สามารถทางวิทยาศาสตร์ ในระดับถัดไปเป็นการศึกษาให้เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้ที่ประกอบอาชีพ หรือวิชาชีพที่อาศัยเทคโนโลยี และในระดับสูงสุดเป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อเตรียมนักวิทยาศาสตร์ในสาขาวิชาต่างๆซึ่งหมายความว่า ประชาชนพลเมืองทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามระดับความจำเป็นและความสนใจของแต่ละบุคคล

นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายคนได้ให้การสนับสนุนแนวคิดที่จะให้มีการสร้างพลเมืองที่มีประสิทธิภาพโดยอาศัยวิทยาศาสตร์ และพยายามที่จะให้ความหมายของคำว่า "ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์" ให้ชัดเจน และกำหนดไว้เป็นเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

คอลเล็ต และ ชิปปิตตา (Collette and Chiappetta. 1986 : 4- 5) ได้เสนอว่าวิธีที่ดีที่สุดที่จะให้คำจำกัดความของคำว่า "ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์" ก็คือการบอกว่าผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์คือบุคคลที่มีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ที่เพียงพอ และเป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนคติและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความสามารถที่จะประยุกต์ใช้ความรู้นั้น
2. มีความเข้าใจในแนวทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. มีความชื่นชมต่อคุณค่าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสังคม และมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานต่างๆในสังคม
5. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้ทำงานได้ผลดี ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และทำงานให้สังคมทั่วไปได้ดี
6. มีความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมได้ (อันเป็นผลมาจากการสอนวิทยาศาสตร์)

คาริน และซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 77- 79) ได้กล่าวถึงคณะกรรมการหลักสูตรของสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกาว่า คณะกรรมการนี้ได้กำหนดเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ในการพัฒนาคนให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์นั้น ต้องมีการพัฒนาเจตคติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมโนคติที่จำเป็นเป็นต้นว่า

1. การเรียนรู้วิธีที่จะเรียน วิธีแก้ปัญหาใหม่ วิธีหาความรู้ใหม่
2. การใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล
3. มีความสามารถในทักษะพื้นฐาน
4. การพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาและวิชาชีพ
5. มองเห็นคุณค่าในการได้รับประสบการณ์ใหม่
6. การเข้าใจมโนคติและหลักการทั่วไป
7. การเรียนรู้วิธีการดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข

เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เป็นการพัฒนาพลเมืองให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องเป็นผู้มีสติปัญญาดี มีคุณค่า มีเจตคติ และมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดลักษณะของบุคคลผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ คือ

1. สามารถใช้มโนคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะเกี่ยวกับกระบวนการและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับบุคคลอื่นและสังคมได้
2. มีความเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการแสวงหาความรู้และทฤษฎีต่างๆ
3. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นส่วนบุคคลได้
4. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและทฤษฎีได้
5. ตระหนักถึงขีดจำกัดและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์
6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและข้อคิดต่างๆ ของสังคม รวมทั้งการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ
7. ตระหนักว่ามนุษย์เป็นผู้สร้างวิทยาศาสตร์ขึ้น และเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลักฐานข้อมูลที่เหมาะสม
8. มีความรู้และประสบการณ์มากพอที่จะเข้าใจและซาบซึ้งกับผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้อื่นทำได้สำเร็จ
9. มีความคิดเห็นที่แปลกและใหม่ต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกมากกว่าคนอื่น อันเป็นผลมาจากการศึกษาวิทยาศาสตร์
10. ยอมรับค่านิยมที่ใกล้เคียงกับค่านิยมที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ค่านิยมดังกล่าวเป็นเครื่องกระตุ้นสติปัญญา หรือหาคำอธิบายที่ดีหรือใช้เสาะแสวงหาความรู้อื่นๆ
11. มุ่งที่จะเสาะแสวงหาและเพิ่มพูนความรู้วิทยาศาสตร์ตลอดเวลา

เรนเนอร์ และ สเตฟฟอร์ด (Renner and Stafford. 1972 : 162- 168) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่ามี 3 ประการ ได้แก่ (1) พัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถใช้กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล (2) พัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถและมีความมั่นใจที่จะสืบเสาะหาความรู้ และ (3) ให้มีความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมในด้านเกี่ยวกับสสาร พลังงาน และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน เรนเนอร์และสเตฟฟอร์ดมีความเห็นว่า ถ้าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวแล้ว ผู้เรียนก็จะเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์อย่างแน่นอน

เอกสารเกี่ยวกับสรุปความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย

พนัส วิมุกตายน (2521 : 27- 146) ได้สรุปไว้ว่าประเทศไทยได้มีวิชาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ปรากฏในหลักสูตรของการเรียนการสอนมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2438 เป็นต้นมา ในช่วงตั้งแต่ พ.ศ.2438 จนกระทั่งถึง พ.ศ.2480 มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรเพียงบางฉบับและบางระดับเท่านั้น เช่น ในช่วงตั้งแต่ พ.ศ.2438 ถึง พ.ศ. 2447 เป็นช่วงที่ใช้หลักสูตรฉบับแรก โดยเริ่มมีการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเฉพาะประโยค 3 (ปีที่ 7, 8, 9, 10) ซึ่งเทียบได้กับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในปัจจุบัน หลักสูตรดังกล่าวไม่ปรากฏจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ต่อมาในช่วงการใช้หลักสูตร พ.ศ. 2448 ก็ยังไม่ปรากฏจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ให้เห็นชัดเจนเช่นเดียวกัน สำหรับในช่วงตั้งแต่ พ.ศ. 2480 จนกระทั่งถึง พ.ศ. 2503 ในหลักสูตรก็ไม่ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ แต่จะมีบางฉบับที่กำหนดไว้และกำหนดไว้บางระดับชั้นเท่านั้น

ตั้งแต่ พ.ศ.2503 เป็นต้นมา การศึกษาของไทยมีการพัฒนาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น นอกจากกระทรวงศึกษาธิการซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในเรื่องการกำหนดหลักสูตร วิธีสอน และการวัดผลแล้วยังมีหน่วยงานอื่นๆเข้ามาร่วมปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย เช่น สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย องค์การศึกษาศาสตร์และวัฒนธรรม แห่งสหประชาชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น และสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันนี้ก็พบว่าได้ใช้หลักสูตร พ.ศ.2503 มาปรับปรุงและพัฒนา ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พ.ศ.2503 ในระดับประถมศึกษาได้มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เพื่อให้ใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน

และมีความมุ่งหมายเฉพาะ 11 ข้อ คือ

1. เพื่อฝึกฝนเด็กให้เป็นผู้สนใจ และรู้จักสังเกตธรรมชาติที่แวดล้อมตนอยู่
2. ให้มีความรู้ในสิ่งทั้งหลาย และปรากฏการณ์รอบตัวว่าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3. ให้มีความเข้าใจเหตุผลพร้อมที่จะหาความจริงเพิ่มเติม เพื่อเป็นความรู้รากฐานนำไปสู่วิชาวิทยาศาสตร์

4. ให้นำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนและชุมชนให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

เสมอ

5. ให้รู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันของตนได้

6. ส่งเสริมให้เด็กมีความสนใจและเพลิดเพลินในงานอดิเรกทางด้านวิทยาศาสตร์

7. ให้เข้าใจในผลงานของวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านที่เป็นคุณและด้านที่อาจให้โทษ

แก่สังคม

8. ให้รู้จักใช้และรักษาสาธารณสมบัติ และสิ่งสวยงามตามธรรมชาติ

9. ให้รู้จักใช้และสงวนทรัพยากรธรรมชาติ

10. ให้รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเทศในด้านวิทยาศาสตร์

11. ให้มีนิสัยในการริเริ่มและสร้างสรรค์เพื่อช่วยส่งเสริมให้เป็นนักประดิษฐ์ ทั้งนี้เพื่อเป็นรากฐานในการประกอบสัมมาอาชีพ

จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตร พ.ศ. 2503 นั้น ต้องการเน้นให้เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์มากขึ้นเพื่อให้เด็กมีพัฒนาในด้านต่างๆมากมายหลายด้าน ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้นั้น ครูจะต้องเป็นผู้ชี้แนะให้เด็กสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติและธรรมชาติที่แวดล้อมตนอยู่และให้เด็กบันทึกข้อสังเกตคิดหาเหตุผลหรือทำการทดลองค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และให้เด็กได้เห็นแนวทางที่จะใช้ความรู้ที่ได้มานั้นให้เป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคม

ส่วนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในหลักสูตรกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนไว้ 7 ข้อ คือ

1. เพื่อเสริมสร้างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

2. สามารถเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติตามกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ได้

3. ให้เข้าใจระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ ให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ และรู้จักนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ

4. ให้สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปช่วยเสริมสุขภาพ ความเป็นอยู่ของตนเองและสังคม

5. ให้รู้จักใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์และผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

6. ให้รู้จักสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

7. ให้สนใจและเห็นคุณค่าของผลงานวิทยาศาสตร์ในทางสันติ

ต่อมาในปีการศึกษา 2520 ได้ประกาศใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ มีการกล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ข้อ คือ

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

แวดล้อม

ในหลักสูตร พ.ศ.2524 การกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาศึกษาระบุไว้ว่า "เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตสิ่งรอบๆตัว ให้รู้ถึงคุณและโทษที่อาจมีต่อชีวิตมนุษย์ เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิต" และสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติที่แวดล้อมเราอยู่ เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตและหลีกเลี่ยงภัยอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากสิ่งเหล่านี้ พร้อมทั้งให้ความรู้เกี่ยวกับร่างกายและการบำรุงรักษาร่างกายให้แข็งแรงปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ นอกจากนี้ยังให้รู้จักวิธีวัดสิ่งต่างๆ เช่น พื้นที่ ปริมาตรและความหนาแน่น

นับตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการ ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ในปี พ.ศ. 2520 เป็นต้นมาจนถึง พ.ศ. 2533 หน่วยงานต่างๆ ที่รับผิดชอบโดยตรงและมีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาในระดับนี้ ได้ติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรเป็นระยะอย่างต่อเนื่องและได้นำข้อมูลต่างๆ มาปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรในรายละเอียดตลอดมา มีข้อมูลจากหลายฝ่ายชี้ชัดว่าหลักสูตรยังไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาคนในสังคมให้มีความรู้ มีคุณธรรมสามารถพึ่งตนเอง และนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต กรมวิชาการซึ่งรับผิดชอบงานด้านพัฒนาหลักสูตรประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จึงได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรอย่างเต็มรูป ให้สอดคล้องกับสภาพความเปลี่ยนแปลงและความต้องการด้านเศรษฐกิจและสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต ดังนั้นจึงมีการประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยมีการปรับโครงสร้างให้มีความยืดหยุ่น สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ต่างๆ ตามนโยบายเป้าหมายของการพัฒนาและตามความต้องการของท้องถิ่น และสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีการกล่าวถึงจุดมุ่งหมายไว้ 6 ประการ (ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2534 : 33) ดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

จะเห็นได้ว่าในด้านความมุ่งหมายของหลักสูตรนั้นสสวท. เน้นในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันมากขึ้น ส่วนหลักสูตร พ.ศ. 2503 เน้นด้านเนื้อหาวิชาเพื่อการเรียนต่อในระดับสูงขึ้นไปเป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่สมัยแรกมาจนถึงปัจจุบันมีความคล้ายคลึงกัน คือ ต้องการให้มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติและปรากฏการณ์ธรรมชาติ ให้มีความสนใจ

รู้จักสังเกต รู้เหตุผลที่เป็นไปของสิ่งเหล่านั้น รู้คุณ,โทษ และการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ รู้ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งทั้งหลาย ให้มีความรู้ด้านสุขวิทยาและสรีรศาสตร์

เอกสารเกี่ยวกับสรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่หลักสูตร 2503 ถึงปัจจุบัน

จิตติโส ผดุงรัตน์ (2538 : 1- 6) ได้สรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ในช่วงหลักสูตร 2503 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ.2538) โดยสรุปและเรียบเรียงจากผลการวิจัยของหน่วยงานต่างๆ ซึ่ง ทิวัตต์ มณีโชติ และ ชนาพร สันติกุล ได้ร่วมกันรวบรวมขึ้นตามโครงการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของ สสวท. ในระยะแรก เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนารูปแบบและกระบวนการเรียนการสอนในระยะต่อไปของโครงการนี้ รวมทั้งจากข้อมูลบางส่วนของงานวิจัยเรื่ององค์ประกอบที่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งสรุปภาพรวมที่เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. หลักสูตร พ.ศ.2503 (พ.ศ.2503- 2520)

1.1 ระดับประถมศึกษา สรุปข้อค้นพบจากรายงานการวิจัยต่างๆได้ดังนี้

เนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตรไม่ส่งเสริมให้เกิดผลตามที่ระบุในจุดมุ่งหมายของหลักสูตร วิธีการในการเรียนการสอนเนื้อหาต่างๆไม่ได้กำหนดไว้โดยละเอียด ระบุไว้เพียงแต่หัวข้อของเนื้อหา ครูจึงสอนโดยให้นักเรียนจดหรือท่องจำ และเนื้อหาที่กำหนดให้สอนนั้นไม่สอดคล้องและไม่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นและกำหนดไว้มากจนครูไม่สามารถสอนได้ครบ

จุดประสงค์ของหลักสูตรในข้อที่จะให้เป็นพื้นฐานในการประกอบสัมมาชีพนั้น ผู้สอนมีความเห็นว่าเป็นไปได้ยากและจุดประสงค์ที่จะให้ใช้วิธีการวิทยาศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน และส่งเสริมให้ผลิตผลงานในงานอดิเรกทางวิทยาศาสตร์นั้นในทางปฏิบัติยังไม่เกิดผล ส่วนจุดประสงค์เรื่องการให้รู้จักใช้และรักษาสาธารณสุขสมบัติและสิ่งสวยงามตามธรรมชาติ นั้น ครูผู้สอนยังเข้าใจผิดว่าเป็นเจตคติทางสังคม แต่ความจริงแล้วมีความสำคัญมากในวิทยาศาสตร์ เช่น การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม จึงควรเสนอแนะกิจกรรมที่เหมาะสมกับประสบการณ์และวุฒิภาวะของเด็ก เพื่อให้ครูมองเห็นแนวทางว่าเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังในวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนพบว่าเด็กที่เรียนโดยใช้กิจกรรมมุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเด็กที่เรียนตามแผนการจัดประสบการณ์ของ สำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติ (สปช.) การเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตโดยใช้หนังสือการ์ตูนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเด็กที่เรียนโดยวิธีปกติ

ปัญหาการเรียนการสอนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีปัญหา คือ ครูต้องสอนทุกวิชาจึงไม่มีเวลาเตรียมการสอน นอกจากนี้ครูยังมีปัญหาในเรื่องขาดหนังสือในการค้นคว้าและเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งขาดทักษะในการสร้างข้อสอบเพื่อการวัดผลการเรียนการสอน ครูไม่ใช้สื่อในการสอนหรือใช้ไม่เป็น จึงมักสอนโดยอ่านจากตำราให้นักเรียนจดโรงเรียนขาดแคลนอุปกรณ์เพราะไม่มีงบประมาณ ครูต้องทำอุปกรณ์การสอนเอง โรงเรียนไม่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ

ปัญหาทั่วไปในระดับชั้นประถมศึกษา คือ ขาดงบประมาณการนิเทศและติดตามผล หนังสือแบบเรียนและหนังสือค้นคว้าไม่เพียงพอ ครูขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องการวัดผลและประเมินผลการเรียนของนักเรียน

1.2 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกำหนดไว้มากเกินไป ครูไม่สามารถสอนให้ได้ผลครบถ้วน และสิ่งที่สอนได้ผลน้อยที่สุด คือ จุดมุ่งหมายในเรื่องสอนให้นักเรียนสนใจและเห็นผลงานวิทยาศาสตร์ในทางสันติ

ครูและนักเรียนขาดแหล่งวิชาการที่จะค้นคว้า เนื้อหาที่กำหนดให้สอนมีมากครูสอนไม่ทันจึงสอนแบบบรรยาย โรงเรียนต่างจังหวัดและโรงเรียนเอกชนไม่สอนปฏิบัติการเนื่องจากขาดแคลนอุปกรณ์และงบประมาณ ครูสอนวิทยาศาสตร์ไม่ชำนาญในการปฏิบัติการ จึงสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่ได้ นักเรียนในแต่ละชั้นมีมากเกินไป ครูดูแลไม่ทั่วถึงในขณะปฏิบัติการ นักเรียนขาดทักษะในการใช้เครื่องมือในการปฏิบัติการ

2. หลักสูตร พ.ศ.2521 (พ.ศ.2521- 2533)

2.1 ระดับประถมศึกษา

การประกาศใช้หลักสูตรเร็วเกินไป ครูผู้สอนยังไม่พร้อม ครูไม่เข้าใจ จุดประสงค์ของการสอน จึงสอนแต่ให้นักเรียนจำเพียงอย่างเดียว กระบวนการเรียนการสอน ไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทำให้ผลการเรียนไม่บรรลุจุดมุ่งหมาย และนักเรียนตกซ้ำ ชั้นมาก โครงสร้างและเนื้อหาบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม และวัยของ นักเรียน

ในการจัดการเรียนการสอน ขาดกิจกรรมสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและมีลักษณะบูรณาการ นอกจากนี้ครูผู้สอนยังมองหลักสูตร สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตโดยแยกกันเป็นวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา และสุขศึกษา ดังนั้น การสอนจึงเน้นเนื้อหาและความจำแทนที่จะวัดประสบการณ์ที่กว้างขวางและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต ครูไม่เข้าใจเรื่องแหล่งวิทยาการและใช้ประโยชน์จากแหล่งวิทยาน้อย ครูไม่ใช้สื่อ ประกอบการเรียนหรือใช้ไม่เป็น ขาดความสนใจและความกระตือรือร้นในการปรับปรุงการสอน โดยการบรรยายและอ่านจากตำราให้นักเรียนจด

ไม่มีการพัฒนาและนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการ จัดการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาเท่าที่ควร จึงทำให้การจัดการศึกษายังขาดคุณภาพ และลงทุนสูง

นักเรียนแต่ละห้องมีมากเกินไป ครูดูแลไม่ทั่วถึง นักเรียนขาดแคลน หนังสืออ่านประกอบ

2.2 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ไม่มีข้อมูลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2533 (พ.ศ.2533- 2538)

3.1 ระดับประถมศึกษา

ไม่มีข้อมูลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เนื้อหาในบทเรียนไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหา ไม่เปิดโอกาสให้สร้างสรรค์โครงงานวิทยาศาสตร์ และไม่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดหรือรื้อฟื้นตลอดเวลา ครูขาดทักษะในการทดลองและการใช้เครื่องมือทดลองอุปกรณ์ไม่เหมาะสม ไม่นำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ในการสอน

จากสภาพการเรียนการสอนดังกล่าวนี้ เมื่อมีการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงทำให้พบว่านักเรียนยังมีผลการเรียนในระดับที่ไม่น่าพอใจทั้งในด้านความรู้ ความคิด กล่าวคือนักเรียน(โดยเฉลี่ยทั่วประเทศ)ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. 2533 : 33) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้คะแนนต่ำ (มานิช วาหะทุกณะ. 2533 : 70 ; กิ่งฟ้า สิ้นธุวงศ์. 2525 : 113 ; อติศร สมโนจิตราภรณ์. 2529 : 49 ; จินตนา อามระดิษ. 2529 : 67-73 ; ธีรชัย นนทพิภักดี. 2530 : 83 ; ชัยยศ จำเนียรกุล. 2532 : 52 ; ประกิจ สังข์ขำ. 2532 : 45) ด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนมีเจตคติยังไม่พึงประสงค์ (คัมภีร์ สุขศรี. 2530 : 99 ; พิเศษภู จัปจิตต์. 2534 : 95-96) และด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักเรียนยังมีความคิดสร้างสรรค์น้อย (ศิริอร ไขภูพิรัตน์. 2527 : 50 ; จุลจักร โนพันธ์. 2529 : 75 ; นิตยา กิจโร. 2530 : 101-102 ; นงลักษณ์ การประกอบดี. 2531 : 29 ; จันทรา สุทธิกุล. 2534 : 67 ; กิตติ แสงสุวรรณ. 2534 : 80 ; สุน อ่อนคำ. 2534 : 59 ; ปรีชา กันตรง. 2534 : 74)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

นับเป็นเวลากว่า 30 ปีแล้วที่มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ งานวิจัยบางส่วนศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ กิจกรรมเชิงวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ (Coolcy and Klopfer. 1961 ; Klopfer and Cooley. 1963 ; Mackey. 1971 ; Mead and Metraux. 1957 ; Welch and Pella. 1967) งานวิจัยส่วนมากศึกษาความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องการปฏิบัติการทดลอง การพัฒนาทักษะปฏิบัติการ ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีและข้อมูลที่เป็นหลักฐาน ตลอดจนแนวความคิดหลักเกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้

(Carey and others. 1989 ; Solomon and others. 1992) ในการดำเนินการวิจัยนั้นส่วนใหญ่ใช้แบบสอบถามแบบเลือกตอบ ซึ่งใช้การสัมภาษณ์ประกอบด้วยความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน

สำหรับงานวิจัยทางด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์ มีผู้วิจัยหลายท่านพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นเนื่องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยเสริมศักยภาพด้านการสังเกตและการวัด และนอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนไม่เห็นด้วยกับความคิดเห็นที่ว่า การเปลี่ยนแปลงทฤษฎีนั้นจะสามารถกระตุ้นให้มีการสังเกตและตีความใหม่เกี่ยวกับข้อมูลที่เคยสังเกตไว้แต่เดิม (Aikenhead. 1987 ; Lederman and O'Malley. 1990 ; Waterman. 1983) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังไม่เข้าใจในการพัฒนาการของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สังเกตได้กับทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง (Carey and others. 1989) แต่อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนที่ต้องใช้ระยะเวลายาวนานนั้นเป็นอุปสรรคต่อการตัดสินใจว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจะมีความสามารถในการทำความเข้าใจในเรื่องต่างๆทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์หรือไม่

ส่วนงานวิจัยทางการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์นั้นพบว่าในเรื่องเกี่ยวกับการทดลอง นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายและมัธยมศึกษาตอนต้นไม่เข้าใจเกี่ยวกับการตรวจสอบความเชื่อ และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ค่อนข้างต้องการพิสูจน์ทดลองสิ่งต่างๆที่ตนอยากรู้ด้วยความมานะพยายาม (Carey and others. 1989 ; Schauble and others. 1991 ; Solomon. 1992) นอกจากนี้พบว่า ถ้านักเรียนได้รับคำชี้แจงแนะนำมากพอโดยใช้คำถามที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นก็จะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ว่าการทดลองเป็นการตรวจสอบความเชื่อ (Carey and others. 1989 ; Solomon. 1992) งานวิจัยบางเรื่องพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นความจำเป็นเกี่ยวกับการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลอง (Wollman. 1977a, 1977b ; Wollman and Lowson. 1977) และยังพบว่า มีความสามารถต่ำในการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและไม่สามารถระบุได้ว่ามีความแปรปรวนเกิดขึ้นหรือไม่ในการทดลอง (Kuhn, Amsel, and O'Loughlin. 1988) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชอว์เบล (Schauble. 1990) ที่พบว่านักเรียนไม่เข้าใจความแตกต่างระหว่างความเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง กับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลองในทิศทางที่ตรงข้ามกัน

ในเรื่องเกี่ยวกับทฤษฎีและข้อมูลที่เป็นหลักฐาน มีผู้วิจัยหลายท่านพบว่านักเรียนไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับข้อมูลที่นำมาเป็นหลักฐาน และไม่สามารถบรรยายหรือแปลความหมายข้อมูลที่นำมาเป็นหลักฐานได้ (Allen, Statkiewitz, and Donovan. 1983 ; Kuhn. 1991, 1992 ; Roseberry, Warren, and Conant. 1992) แต่จากงานวิจัยของโรสเบอรี่และคณะ (Roseberry and others. 1992) พบว่า ถ้านักเรียนได้รับการสอนที่เหมาะสม จะทำให้สามารถเข้าใจความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับข้อมูลที่นำมาเป็นหลักฐานได้

สำหรับงานวิจัยด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ มีการศึกษาทัศนะของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปพบว่า นักเรียนมีความเห็นว่านักวิทยาศาสตร์ต้องฉลาดหลักแหลม เสียสละ และมีความสำคัญจำเป็นต่อโลก และยังพบว่านักเรียนมีทัศนะต่ออาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และต่อนักวิทยาศาสตร์ในแง่ลบ โดยมีความเห็นว่างานทางวิทยาศาสตร์ไม่น่าสนใจและได้รับค่าตอบแทนน้อย และนักวิทยาศาสตร์มีहनวดเครารุงรัง ศีรษะล้านและต้องทำงานเพียงลำพังในห้องปฏิบัติการอย่างโดดเดี่ยวและอ้างว้าง (Mead and Metraux. 1957) ภาพพจน์เกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์นี้ถูกนำมาตีแผ่เป็นเรื่องราวให้นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาได้รับรู้อยู่เสมอ (Fort and Varney. 1989 ; Newton and Newton. 1992) ซึ่งมีผู้วิจัยหลายท่านเสนอว่าความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ดังกล่าวเป็นความคิดเห็นโดยทั่วไปของนักเรียนมากกว่าที่จะเป็นความคิดเห็นส่วนตัวของพวกเขา (Boylan and others. 1992) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนในทุกระดับอายุส่วนใหญ่เชื่อว่า วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ต่างๆหรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง มากกว่าเป็นเรื่องของการสำรวจหรือเรียนรู้เพื่อเข้าใจความเป็นไปตามธรรมชาติของโลก นักเรียนบางคนเชื่อว่า นักวิทยาศาสตร์จะไม่นำค่านิยมเชิงจริยธรรม ฯลฯ มาใช้ในการถกเถียงเกี่ยวกับข้อปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเชื่อว่านักวิทยาศาสตร์มีความสามารถสูงกว่าผู้อื่นในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวต่างๆในสังคม (Aikenhead. 1987 ; Fleming. 1968a, 1986 b, 1987)

จากเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านทัศนะสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น พบว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยา

ศาสตร์และมีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนตรุณาราชบุรี โดยผู้วิจัยกำหนดความคิดรวบยอดหรือ มโนทัศน์ (concept) ขององค์ประกอบของประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆที่จะวิจัยไว้ดังแผนภาพต่อไปนี้

ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- นักเรียนคิดและทดลองด้วยตนเอง
ทั้งในและนอกห้องเรียน
- นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในการเรียน
- นักเรียนมีโอกาสนในการซักถามมาก
- กิจกรรมการเรียนการสอน
เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- นักเรียนมีโอกาสดูออกแบบการทดลอง
ทำการทดลอง อภิปรายและสรุปผล
ด้วยตนเอง
- นักเรียน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
- นักเรียนมีการสืบค้นอย่างมีระบบ
- นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน
- นักเรียนมีโอกาสดูได้แสดงความคิดเห็น
- ฝึกนักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง
- ครูใช้เทคโนโลยีใหม่ๆในการเรียนการสอน
- นักเรียนได้คิดและทำโครงงานวิทยาศาสตร์
หรือสิ่งประดิษฐ์ได้ด้วยตนเอง

ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์

- ความรู้ต่างๆทางวิทยาศาสตร์บางกรณี
ในอดีตสามารถนำมาใช้ในปัจจุบันได้
สามารถปรับเปลี่ยนได้ และตรวจสอบ
ความถูกต้องได้ด้วยการทำการทดลอง
ซ้ำหลายๆครั้ง

ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์

- การรวบรวมหลักฐานและการใช้
จินตนาการมีความสำคัญต่อการ
สืบค้น ความบังเอิญอาจทำให้เกิด
การค้นพบความรู้ใหม่ ตัวแปรต่างๆ
และการกำหนดสิ่งที่จะสังเกตไว้
ล่วงหน้าจะปิดกั้นการค้นพบอื่นๆ

ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถถูก
ค้นพบได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ โดย
บุคคลทุกเพศ ทุกวัย ทุกอาชีพ
และความรู้นั้นเป็นสมบัติของทุกคน

เนื่องจากประเด็นในการสร้างแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ในงานวิจัยนี้ ยึดตามข้อเสนอของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และจากงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่ายังมีปัญหาและอุปสรรคบางประการจึงทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่บรรลุจุดมุ่งหมายตามหลักสูตร ผู้วิจัยจึงมีความคาดหวังว่าประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนควรอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่คาดว่าจะเป็นไปได้

สมมติฐานในการวิจัย

1. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปฏิบัติปานกลาง
2. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับเข้าใจปานกลาง
3. มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างตัวแปรต่างๆต่อไปนี้
 - 3.1 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.5 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.6 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการมุ่งศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราชบุรี

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 514 คน

ในการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามนี้ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราชบุรี ทั้งหมดจำนวน 514 คน ส่วนการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนจำนวน 100 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลดังกล่าว โดยใช้วิธีสุ่มแบบมีระบบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม เป็นเวลา 3 เดือน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบสอบถาม 2 ฉบับ และแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ 1 ฉบับ

ฉบับที่ 1 แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มีลักษณะเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 25 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบสอบถามความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ โดยแยกเป็น 3 ด้าน

- ด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม 4 ประเด็น
- ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม 4 ประเด็น
- ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม 6 ประเด็น

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

การสร้างแบบสอบถาม

ในการสร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดนิยามปฏิบัติการของประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ซึ่งหมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่ให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. กำหนดนิยามปฏิบัติการของประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งหมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ร่างข้อความเพื่อใช้เป็นคำถามสำหรับแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น(โดยข้อความในแต่ละระดับเป็นข้อความที่แยกจากกันเป็นเอกเทศ และจัดไว้เป็นคนละชุด ซึ่งข้อความแต่ละข้อใช้สำหรับพิจารณาตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ) จำนวนฉบับละ 30 ข้อ

4. นำร่างข้อความทั้ง 2 ฉบับไปทดลองใช้พร้อมกันโดยนำไปใช้สอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนารีวิทยา ซึ่งไม่ได้ใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการวิจัยจำนวน 5 คน เพื่อนำมาปรับข้อความให้เหมาะสมและเป็นที่เข้าใจตรงกันระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน

5. นำร่างข้อความที่ได้รับการปรับปรุงในเบื้องต้นแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาข้อความนั้นอีกครั้งหนึ่ง (ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย รศ.ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ดร.ปรีชาญ เดชศรี และ ผศ.กัลยา เล็กสกุล)

6. นำร่างข้อความที่ได้รับการตรวจพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญตามข้อ 5 มาปรับปรุงแก้ไขและนำกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณราชบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 100 คน เพื่อนำผลมาหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นและคัดเลือกข้อความที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด(จำนวนฉบับละ 25 ข้อ)

7. นำข้อความที่ผ่านการคัดเลือกเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อขอความเห็นชอบ และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งหนึ่ง โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณราชบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 107 คน จากนั้นจึงจัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามฉบับจริง เพื่อใช้เก็บข้อมูลในการศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ต่อไป

การสร้างแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

ในการสร้างแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดนิยามปฏิบัติการของความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมประเด็นหลัก 3 ประการ ได้แก่ ทศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์ การสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ กิจกรรมเชิงวิทยาศาสตร์

1.1 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมทั้งสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลอง อันมีผลทำให้เกิดความเข้าใจที่จะนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมทั้งสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลอง อันมีผลทำให้เกิดความเข้าใจในการหา

วิธีการต่างๆที่เหมาะสมในการสืบค้นเรื่องราวหนึ่งๆที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.3 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจากการได้รับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมทั้งสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลอง อันส่งผลให้เกิดเจตคติ ค่านิยม และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ร่างข้อความเพื่อใช้เป็นข้อคำถามสำหรับแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

3. นำร่างข้อความดังกล่าวไปทดลองใช้สัมภาษณ์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนารีวิทยา ซึ่งไม่ได้ใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการวิจัยจำนวน 5 คน เพื่อนำมาปรับข้อความให้เหมาะสมและเป็นที่เข้าใจตรงกันระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน

4. นำร่างข้อความที่ได้รับการปรับปรุงในเบื้องต้นแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาข้อความนั้นอีกครั้งหนึ่ง (ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย รศ.ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ดร.ปรีชาญ เดชศรี และ ผศ.กัลยา เล็กสกุล)

5. นำร่างข้อความที่ได้รับการตรวจสอบพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญตามข้อ 4 มาปรับปรุงแก้ไขและนำกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อขอความเห็นชอบ จากนั้นจึงจัดพิมพ์เป็นแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ฉบับจริง เพื่อใช้เก็บข้อมูลในการศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุนาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 ต่อไป

การหาคุณภาพของแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

การหาคุณภาพของแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (face validity) ของแบบสอบถามในด้านเนื้อหา ความเข้าใจและการใช้ภาษา โดยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจแก้ไข แล้วปรับปรุงข้อความให้ชัดเจนตรงกับเนื้อหาที่ต้องการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

นำร่างข้อความที่ผ่านการปรับข้อความแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจพิจารณาข้อความดังกล่าวว่าใช้วัดได้หรือไม่ได้ ซึ่งในระหว่างขอคำปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้แก้ไขข้อความบางอย่าง เช่น

- ในแบบสอบถามประกอบการเรียนรู้อุตสาหกรรมทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ให้เปลี่ยนจากคำว่า "เรา" เป็นคำว่า "นักเรียน" เปลี่ยนจากคำว่า "แบ่งประเภท" เป็น "จำแนกประเภท" ฯลฯ

- ในแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ข้อย่อยที่ 2 ในประเด็นคำถามที่ 4 ของด้านทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ให้แก้ไขจาก "ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะคำนึงถึงความสำคัญในเรื่องจริยธรรมหรือคุณธรรมสำหรับการทดลองหรือไม่ เพราะเหตุใด" เป็น "ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะคำนึงถึงจริยธรรมหรือคุณธรรม สำหรับการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสัตว์หรือไม่ เพราะเหตุใด" ข้อย่อยที่ 1 ในประเด็นคำถามที่ 1 ของด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ ให้แก้ไขจาก "นักเรียนคิดว่าบุคคลใดที่ถือว่ามียุทธศาสตร์สำคัญมากที่สุดในการสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" เป็น "นักเรียนคิดว่า บุคคลใดที่ถือว่ามียุทธศาสตร์สำคัญต่อการสร้างความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" ข้อย่อยที่ 5 ในประเด็นคำถามที่ 6 ของด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ ให้แก้ไขจาก "ในการดำเนินชีวิตของนักเรียนร่วมกับผู้อื่น นักเรียนจะตัดสินใจในการทำงานโดยใช้ความคิดเห็นของตนเอง โดยไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นหรือไม่ เพราะเหตุใด" เป็น "ในการดำเนินชีวิตร่วมกับผู้อื่น นักเรียนจะตัดสินใจในเรื่องต่างๆโดยใช้ความคิดเห็นของตนเอง หรือรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เพราะเหตุใด" ฯลฯ

ซึ่งเมื่อผู้วิจัยแก้ไขแล้ว ได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พิจารณาอีกครั้งหนึ่งปรากฏว่าใช้ได้ทุกข้อ นั่นคือค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเป็น 1.00 แสดงว่าแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ดังกล่าวมีความเที่ยงตรงเชิงพินิจ

2. นำแบบสอบถามที่แก้ไขปรับปรุงแล้วซึ่งมีข้อความถามฉบับละ 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราขบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 100 คน แล้วนำมาหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้เทคนิค

25 % ของกลุ่มสูง- กลุ่มต่ำ โดยนำคะแนนของแต่ละกลุ่มมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความแปรปรวน (S^2) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มด้วยสถิติ t-test แบบหางเดียว เลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง คือ ค่า t มีค่าไม่ต่ำกว่า 1.75 และหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (α) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนราบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 100 คน เพื่อนำผลมาหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นสำหรับแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา = 0.86 และได้ค่าความเชื่อมั่นสำหรับแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา = 0.82 หลังจากนั้นได้นำผลค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ตัดข้อความที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 1.75 และบางข้อความที่ไม่จำเป็นออกไป ซึ่งหลังจากตัดข้อความบางข้อความออกไปแล้วคงเหลือข้อความที่ใช้เป็นข้อคำถามในแบบสอบถามทั้ง 2 ฉบับ ฉบับละ 25 ข้อ

จากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามทั้ง 2 ฉบับ ซึ่งมีข้อคำถามฉบับละ 25 ข้อ ไปใช้สอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนราบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 ซึ่งไม่ได้ใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการวิจัยจำนวน 107 คน เพื่อนำผลมาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (α) อีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นสำหรับแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา = 0.86 และได้ค่าความเชื่อมั่นสำหรับแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา = 0.84 ซึ่งข้อมูลผลการทดสอบที่ใช้หาค่าความเชื่อมั่นนี้แสดงไว้ในภาคผนวก

กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์

1. แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า กำหนดน้ำหนัก 5 ระดับ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ปฏิบัติมากที่สุด ให้คะแนน 5

ปฏิบัติมาก ให้คะแนน 4

ปฏิบัติปานกลาง ให้คะแนน 3

ปฏิบัติน้อย ให้คะแนน 2

ปฏิบัติน้อยที่สุด ให้คะแนน 1

เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยนั้น ผู้วิจัยใช้คุณสมบัติของความต่อเนื่องของคะแนนเป็นแนวในการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย โดยการกำหนดคะแนนต่ำสุดมีค่าไม่ต่ำกว่า 1.00 และคะแนนสูงสุดมีค่าไม่เกิน 5.00 ตามที่ รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์ (2534 : 24) นำเสนอไว้ในรายงานการวิจัย เรื่อง ความพึงพอใจของผู้บริหาร อาจารย์ และนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน ดังนี้

1.00 - 2.33 หมายความว่า ปฏิบัติน้อย

2.34 - 3.66 หมายความว่า ปฏิบัติปานกลาง

3.67 - 5.00 หมายความว่า ปฏิบัติมาก

2. แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วเขียนบันทึกลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ในแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์จากนั้นผู้วิจัยประเมินให้คะแนนเป็นมาตราส่วนประมาณค่า โดยกำหนดน้ำหนัก 3 ระดับ และใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ เข้าใจมาก ให้คะแนน 3 เข้าใจปานกลาง ให้คะแนน 2 และเข้าใจน้อย ให้คะแนน 1 การพิจารณาคะแนนเป็น 3, 2 และ 1 ตามเกณฑ์ดังกล่าวมีตัวอย่างการให้คะแนนคำตอบของการสัมภาษณ์ในข้อคำถามข้อที่ 1 ของความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์ดังนี้

ข้อที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจว่าการทดลองที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน อาจให้ผลที่แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้งจนแน่ใจว่าถูกต้อง

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่า การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลความรู้ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้โดยทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง (มากกว่า 2-3 ครั้ง) แล้วให้ผลการทดลองเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน หรือเปรียบเทียบผลการทดลองกับผู้อื่นหลายๆ คนที่ทำในเรื่องเดียวกันแล้วผลการทดลองออกมาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลความรู้ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้โดยทำการทดลองซ้ำเพียง 2-3 ครั้ง แล้วให้ผลการทดลองเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน หรือเปรียบเทียบผลการทดลองกับผู้อื่นเพียงคนเดียวหรือสองคนที่ทำการทดลองในเรื่องเดียวกันแล้วผลการทดลองออกมาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่า การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลความรู้ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้โดย ทำการทดลองซ้ำเพียงครั้งเดียวแล้วให้ผลการทดลองเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน หรือเข้าใจว่าไม่ต้องมีการตรวจสอบเพราะมั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งแรกนั้นถูกต้องแล้ว

การพิจารณาให้คะแนนเป็น 3, 2 และ 1 ตามตัวอย่างข้างต้นและสำหรับข้ออื่นๆ อีก 13 ข้อ ของแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ อยู่ในภาคผนวก ข

เกณฑ์ในการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยนั้น ผู้วิจัยใช้คุณสมบัติของความต่อเนื่องของคะแนนเป็นแนวในการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย โดยการกำหนดคะแนนต่ำสุดมีค่าไม่ต่ำกว่า 1.00 และคะแนนสูงสุดมีค่าไม่เกิน 3.00 ดังนี้

1.00 - 1.66	หมายความว่า	เข้าใจน้อย
1.67 - 2.33	หมายความว่า	เข้าใจปานกลาง
2.34 - 3.00	หมายความว่า	เข้าใจมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยเก็บข้อมูล(โดยใช้แบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์) จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุนาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ซึ่งใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการวิจัยระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2539 โดยดำเนินการดังนี้

1. ในการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยขอความร่วมมือจากผู้จัดการและหัวหน้าฝ่ายวิชาการ โรงเรียนดรุนาราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี

2. ในการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนัดหมายนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้า
3. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ ไปใช้สัมภาษณ์นักเรียนตามวันและเวลาที่นัดหมายไว้
4. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำคะแนนคำตอบซึ่งได้จากส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่าของข้อความสำหรับ
ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น รวมทั้งข้อความ
สำหรับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆที่ได้จากการประเมินผลการสัมภาษณ์
มาคำนวณ หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เพื่อพิจารณาเสนอเป็นสาระสำคัญของการศึกษาประสบการณ์การ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
3 โรงเรียนนครนาราขบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ตามเกณฑ์การพิจารณาที่กำหนดไว้แล้ว
(ดูภาคผนวก ข) และใช้ t-test one- sample ทดสอบสมมุติฐานข้อ 1 และ 2 (โดยใช้
ระดับ .05 เป็นระดับนัยสำคัญในการทดสอบ)
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
และมัธยมศึกษาตอนต้น กับ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆโดยการหาค่า
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดักส์โมเมนต์(r) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่า
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดักส์โมเมนต์(r)ด้วย t- test
3. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้กระทำโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม
สำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) (ศิริชัย
พงษ์วิชัย. 2539)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบสอบถาม
 - 1.1 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม โดยใช้เทคนิค 25 % ของกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ t- test
 - 1.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient)
2. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย
 - 2.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)
 - 2.2 หาค่าความสัมพันธ์โดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดักส์โมเมนต์ (r)
 - 2.3 ทดสอบสมมติฐาน ดังนี้
 - 2.3.1 ใช้ t- test one- sample เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2
 - 2.3.2 ใช้ t- test ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดักส์โมเมนต์ (r)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกระทำตามลำดับความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ ได้แก่
 - 1.1 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 1.2 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแต่ละด้าน ได้แก่
 - 2.1 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสปีดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยลำดับดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ
 - 1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา แสดงได้ดังตาราง 1 ต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ					ค่าสถิติ		อันดับ	ปฏิบัติ อยู่ในระดับ
		5	4	3	2	1	$\bar{X}$	S.D.		
1	ครูทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์	53	178	232	44	7	3.44	0.84	5	ปานกลาง
2	ครูแนะนำให้ข้าพเจ้าอ่านหนังสืออื่นๆที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	25	171	197	102	19	3.16	0.92	12	ปานกลาง
3	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าซักถามเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	155	243	86	22	8	4.00	0.88	1	มาก
4	ครูให้ข้าพเจ้าทำงานหรือทำการทดลองร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่ม	151	177	117	51	18	3.76	1.09	2	มาก
5	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าหรือเพื่อนๆเป็นผู้ตัดสินใจเลือกทำการทดลองในประเด็นที่แต่ละคนสนใจ	31	77	168	182	56	2.70	1.05	22	ปานกลาง
6	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าหรือเพื่อนๆเป็นผู้ตัดสินใจเลือกสำรวจสิ่งต่างๆในประเด็นที่แต่ละคนสนใจ	22	89	208	141	54	2.77	0.99	21	ปานกลาง
7	ครูให้ข้าพเจ้าสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง	75	143	169	94	33	3.26	1.11	9	ปานกลาง
8	ครูให้ข้าพเจ้าเสนอผลการทดลองต่อเพื่อนๆหน้าชั้นเรียน	21	79	156	166	92	2.55	1.08	20	ปานกลาง
9	ครูให้ข้าพเจ้ารวมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลองของเพื่อนกลุ่มอื่น	43	131	166	106	68	2.95	1.15	19	ปานกลาง
10	ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองนอกห้องเรียนหรือนอกห้องปฏิบัติการ	44	88	142	148	92	2.70	1.20	23	ปานกลาง
11	ครูให้ข้าพเจ้าวางแผนการปฏิบัติงานก่อนการดำเนินการสำรวจ	65	160	171	79	39	3.26	1.10	10	ปานกลาง
12	ครูให้ข้าพเจ้าสำรวจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติภายในบริเวณโรงเรียน	79	115	177	98	45	3.16	1.16	11	ปานกลาง
13	ครูให้ข้าพเจ้าสำรวจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติภายนอกบริเวณโรงเรียน	33	59	124	151	147	2.38	1.19	24	ปานกลาง
14	ครูให้ข้าพเจ้าทำการบันทึกข้อมูลที่สำรวจได้	58	184	185	55	32	3.35	1.02	7	ปานกลาง
15	ครูให้ข้าพเจ้านำข้อมูลที่สำรวจได้เปรียบเทียบกับข้อมูลของเพื่อนกลุ่มอื่น	44	132	198	100	40	3.08	1.05	15	ปานกลาง
16	ครูให้ข้าพเจ้าและเพื่อนช่วยกันสรุปข้อมูลที่ได้ออกการสำรวจ	111	174	155	51	23	3.58	1.07	4	ปานกลาง

ตาราง 1 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ						ค่าสถิติ		อันดับที่	ปฏิบัติอยู่ในระดับ
		5	4	3	2	1		สรุป	S.D.		
17	ครูให้ข้าพเจ้านำบันทึกการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์ และปรากฏการณ์ธรรมชาติ	48	143	171	117	35		3.10	1.07	14	ปานกลาง
18	ครูให้ข้าพเจ้าเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์ และปรากฏการณ์ธรรมชาติ	36	136	186	114	42		3.02	1.05	17	ปานกลาง
19	ครูให้ข้าพเจ้าทำนายการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์ และปรากฏการณ์ธรรมชาติ	15	59	132	163	145		2.29	1.09	25	น้อย
20	ครูให้ข้าพเจ้าสร้างสิ่งประดิษฐ์จากความคิดของข้าพเจ้าเอง	63	96	164	117	74		3.08	1.21	16	ปานกลาง
21	ครูให้ข้าพเจ้าปฏิบัติตามข้อดีต่อสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลองความเมตตา	93	126	131	74	90		3.11	1.34	13	ปานกลาง
22	ครูให้ข้าพเจ้ามีกิจสังเกตรายละเอียดของพืช สัตว์ หรือวัตถุต่างๆ	83	159	177	68	27		3.39	1.07	6	ปานกลาง
23	ครูให้ข้าพเจ้าฝึกจัดกลุ่มแบ่งประเภทของพืช สัตว์ หรือวัตถุต่างๆ	68	156	180	78	32		3.29	1.07	8	ปานกลาง
24	ครูให้ข้าพเจ้ารวบรวมแสดงความคิดเห็นเมื่อครูหรือเพื่อนตั้งคำถาม	122	172	140	61	19		3.62	1.08	3	ปานกลาง
25	ครูใช้วัตถุ พืช หรือสัตว์ที่เป็นของจริงในการสอน	73	118	141	95	87		2.99	1.29	18	ปานกลาง
โดยภาพรวม								78.01	11.76		
การทดสอบค่า t								t= 5.81*			ปานกลาง

*p = .000

จากตาราง 1 สรุปได้ว่า

ก. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาอยู่ในระดับมาก 2 ข้อ ได้แก่ข้อ 3 (ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าซักถามเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์) และข้อ 4 (ครูให้ข้าพเจ้าทำงานหรือทำการทดลองร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่ม) ในระดับปานกลาง 22 ข้อ ได้แก่ข้อ 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24 และ 25 ในจำนวนนี้ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ข้อ 24 (ครูให้ข้าพเจ้าร่วมแสดงความคิดเห็นเมื่อครูหรือเพื่อนตั้งคำถาม) ข้อ 16 (ครูให้ข้าพเจ้าและเพื่อนช่วยกันสรุปข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ) และข้อ 22 (ครูให้ข้าพเจ้าฝึกสังเกตรายละเอียดของพืช สัตว์ หรือวัตถุต่างๆ) และในจำนวนนี้ข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำ 3 อันดับสุดท้ายได้แก่ข้อ 10 (ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองนอกห้องเรียนหรือนอกห้องปฏิบัติการ) ข้อ 8 (ครูให้ข้าพเจ้าเสนอผลการทดลองต่อเพื่อนๆหน้าชั้นเรียน) และข้อ 13 (ครูให้ข้าพเจ้าสำรวจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติภายนอกบริเวณโรงเรียน) และในระดับน้อย 1 ข้อ ได้แก่ข้อ 19 (ครูให้ข้าพเจ้าทำนายการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์ และปรากฏการณ์ธรรมชาติ)

ข. เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่านักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แสดงได้ดังตาราง 2 ต่อไปนี้

ตาราง 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ					ค่าสถิติ		อันดับที่	ปฏิบัติอยู่ในระดับ
		5	4	3	2	1	$\bar{X}$	S.D.		
1	ขณะที่เริ่มเรียนแต่ละครั้ง ครูทบทวนความรู้ที่จำและเพื่อนๆ ได้เรียนมาแล้วเมื่อครั้งก่อนๆ	80	188	193	42	11	3.55	0.92	8	ปานกลาง
2	ขณะที่เริ่มเรียนแต่ละครั้ง ครูอธิบายถึงสิ่งที่จำและเพื่อนจะคงทำในชั่วโมงนั้นๆ	119	244	128	19	4	3.89	0.83	4	มาก
3	ครูให้จำการทำทดลองในห้องเรียน/ในห้องปฏิบัติการ	172	198	106	31	7	3.97	0.95	3	มาก
4	ครูให้จำการทำทดลองนอกห้องเรียน/นอกห้องปฏิบัติการ	20	67	150	184	93	2.49	1.05	23	ปานกลาง
5	ครูให้จำจำวางแผนก่อนทำการทดลอง	66	173	175	63	37	3.33	1.08	11	ปานกลาง
6	ครูให้จำจำดำเนินการทดลองตามแผนที่ได้วางไว้	110	232	131	35	6	3.79	0.89	5	มาก
7	ครูให้จำจำทำการทดลองตามลำพังคนเดียว	8	15	57	147	287	1.66	0.90	25	น้อย
8	ครูให้จำจำทำงานหรือทำการทดลองร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่มย่อย	196	198	94	19	7	4.08	0.91	1	มาก
9	ครูให้จำจำเป็นผู้ตัดสินใจเลือกเรื่องที่จะทำการทดลองในประเด็นที่จำสนใจ	26	63	167	183	75	2.58	1.04	20	ปานกลาง
10	ครูให้จำจำทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้งในประเด็นเดียวกัน	37	106	166	147	58	2.84	1.09	19	ปานกลาง
11	ครูให้จำจำสรุปผลที่ได้จากการทดลองด้วยตนเอง	77	146	174	86	31	3.29	1.09	12	ปานกลาง
12	ครูให้จำจำเสนอผลการทดลองต่อเพื่อนๆที่หน้าชั้นเรียน	19	72	157	190	76	2.55	1.02	22	ปานกลาง
13	ครูให้จำจำรวบรวมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลองของเพื่อนกลุ่มอื่น	44	106	211	119	34	3.01	1.02	16	ปานกลาง
14	ครูให้จำจำศึกษาสื่อความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆในบทเรียนจากวารสารฯ	57	156	194	80	27	3.27	1.02	13	ปานกลาง
15	ครูให้จำจำสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์จากความคิดของตัวเอง	51	121	183	109	50	3.03	1.11	15	ปานกลาง
16	ครูให้จำจำปฏิบัติตามข้อคิดว่าที่นำมาใช้ในการทดลองด้วยความเมตตา	64	121	143	100	86	2.96	1.26	17	ปานกลาง

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ					ค่าสถิติ		อันดับที่	ปฏิบัติอยู่ในระดับ
		5	4	3	2	1	สรุป	S.D.		
17	ครูให้ข้าพเจาวาดภาพแสดงแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	26	78	150	170	90	2.57	1.09	21	ปานกลาง
18	ครูให้ข้าพเจารวบรวมแข่งขันตอบปัญหาวิทยาศาสตร์	57	95	160	121	81	2.86	1.22	18	ปานกลาง
19	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจาซักถามเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	179	213	91	22	9	4.03	0.92	2	มาก
20	ครูให้ข้าพเจารวบรวมแสดงความคิดเห็นเมื่อครูหรือเพื่อนตั้งคำถาม	86	175	180	60	13	3.51	0.99	10	ปานกลาง
21	ครูพาข้าพเจาและเพื่อน ๆ ไปศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น ศูนย์วิทยาศาสตร์	21	65	115	125	188	2.23	1.19	24	น้อย
22	ครูใช้วิธีสาธิตเพื่อช่วยอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจยาก	101	186	143	56	28	3.54	1.09	9	ปานกลาง
23	ครูทำให้บทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสนุกสนานสำหรับข้าพเจา	149	147	154	44	20	3.70	1.09	6	ปานกลาง
24	ครูอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เรีนกับชีวิตประจำวันของข้าพเจาและเพื่อน	91	185	184	28	26	3.56	1.01	7	ปานกลาง
25	ครูรวมอภิปรายพูดคุยกับข้าพเจาและเพื่อน ๆ ถึงอาชีพต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์	68	137	192	76	41	3.22	1.10	14	ปานกลาง
โดยภาพรวม							79.49	11.18		
การทดสอบค่า t							t= 9.11*			
									ปานกลาง	

*p = .000

จากตาราง 2 สรุปได้ว่า

ก. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับมาก 5 ข้อ ได้แก่ข้อ 2, 3, 6, 8 และ 19 ในจำนวนนี้มีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ข้อ 8 (ครูให้ข้าพเจ้าทำงานหรือทำการทดลองร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่มย่อย) ข้อ 19 (ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าซักถามเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และข้อ 3 (ครูในข้าพเจ้าทำการทดลองในห้องเรียน/ในห้องปฏิบัติการ) ในระดับปานกลาง 18 ข้อ ได้แก่ข้อ 1, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24 และ 25 ในจำนวนนี้มีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ ข้อ 23 (ครูทำให้บทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สนุกสนานสำหรับข้าพเจ้า) ข้อ 24 (ครูอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เรียนกับชีวิตประจำวันของข้าพเจ้าและเพื่อน) และข้อ 1 (ขณะเมื่อเริ่มเรียนแต่ละครั้ง ครูทบทวนความรู้ที่ข้าพเจ้าและเพื่อนๆได้เรียนมาแล้วเมื่อครั้งก่อน) และในจำนวนนี้มีค่าเฉลี่ยต่ำ 3 อันดับสุดท้าย ได้แก่ ข้อ 17 (ครูให้ข้าพเจ้าวาดภาพแสดงแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์) ข้อ 12 (ครูให้ข้าพเจ้าเสนอผลการทดลองลงต่อเพื่อนๆที่หน้าชั้นเรียน) ข้อ 4 (ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองนอกห้องเรียนและนอกห้องปฏิบัติการ) และในระดับน้อย 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 21 (ครูพาข้าพเจ้าและเพื่อนๆไปศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น ศูนย์วิทยาศาสตร์) และข้อ 7 (ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองตามลำพังคนเดียว)

ข. เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่านักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแต่ละด้าน

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์ แสดงได้ดังตาราง 3 ต่อไปนี้

ตาราง 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านทักษะการเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ			ค่าสถิติ		อันดับที่	ระดับความเข้าใจ
		3	2	1	สรุป $\bar{X}$	S.D.		
1	การทดลองที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันอาจให้ผลที่แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้งจนแน่ใจว่าถูกต้อง	35	55	10	2.25	0.63	2	ปานกลาง
2	ข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนใหม่ได้เสมอเมื่อได้ข้อมูลใหม่ หรือใช้วิธีการใหม่ในการสังเกตปรากฏการณ์	5	80	15	1.9	0.44	3	ปานกลาง
3	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องที่มีอยู่ในอดีตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในปัจจุบัน	71	27	2	2.69	0.51	1	มาก
4	การทดลองหรือการสืบค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางกรณีไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากข้อจำกัดของทรัพยากรและอุปกรณ์	1	77	22	1.79	0.43	4	ปานกลาง
โดยภาพรวม					8.63	1.09		
การทดสอบค่า t					t = 5.74*			ปานกลาง

*p = .000

จากตาราง 3 สรุปได้ว่า

ก. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก 1 ข้อ ได้แก่ข้อ 3 (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องที่มีอยู่ในอดีตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในปัจจุบัน) ในระดับปานกลาง 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 1 (การทดลองที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันอาจให้ผลที่แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้งจนแน่ใจว่าถูกต้อง) ข้อ 2 (ข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนใหม่ได้เสมอเมื่อได้ข้อมูลใหม่หรือใช้วิธีการใหม่ในการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ) และข้อ 4 (การทดลองหรือการสืบค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางกรณีไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากขัดต่อจริยธรรมและคุณธรรม)

ข. เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงได้ดังตาราง 4 ต่อไปนี้

ตาราง 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนคนที่ตอบ			ค่าสถิติ		อันดับ ที่	ระดับ ความเข้าใจ
		3	2	1	$\bar{X}$	S.D.		
1	ในปรากฏการณ์ที่ต่อการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง บุคคลอาจใช้แนวความคิดเกี่ยวกับวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ การเก็บรวบรวมข้อมูล การให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และการใช้จินตนาการในการสร้างสมมติฐานและคำอธิบายที่เหมาะสมที่แตกต่างกัน โดยนำไปสู่ข้อสรุปอย่างเดียวกันได้	6	59	35	1.71	0.57	4	ปานกลาง
2	ในการทดลองใดๆที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรหลายตัว ผลการทดลองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงหรือเนื่องมาจากมีข้อจำกัดของการทดลองที่ผู้ทดลองไม่สามารถควบคุมได้	57	39	4	2.53	0.58	1	มาก
3	ข้อมูลที่ได้อาจจากการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ยังต้องการการค้นพบอื่นๆอีกมากจากวิธีการที่หลากหลายซึ่งไม่ควรสรุปว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์จนกว่าจะมีข้อมูลใหม่ที่เป็นจริงและถูกต้องมากกว่ามาสนับสนุน	20	40	40	1.8	0.75	3	ปานกลาง
4	ความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากการค้นพบบางอย่างนอกเหนือจากเรื่องที่กำลังสนใจศึกษาอยู่	37	47	16	2.21	0.7	2	ปานกลาง
โดยภาพรวม								ไม่อยู่ในระดับ ปานกลาง
การทดสอบค่า t								ปานกลาง
					8.25	1.47		
					t = 1.71			

p = .091

จากตาราง 4 สรุปได้ว่า

ก. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก 1 ข้อ ได้แก่ข้อ 2 (ในการทดลองใดๆที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรหลายตัว ผลการทดลองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงหรือเนื่องจากมีข้อจำกัดของการทดลองที่ผู้ทดลองไม่สามารถควบคุมได้) ในระดับปานกลาง 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 1 (ในปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งบุคคลอาจใช้แนวความคิดเกี่ยวกับวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ การเก็บรวบรวมข้อมูล การให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และการใช้จินตนาการในการสร้างสมมติฐานและคำอธิบายที่เหมาะสมที่แตกต่างกันโดยนำไปสู่ข้อสรุปอย่างเดียวกันได้) ข้อ 3 (ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ยังต้องการการค้นพบอื่นๆอีกมากจากวิธีการที่หลากหลาย จึงไม่ควรลงสรุปว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์จนกว่าจะมีข้อมูลใหม่ที่เป็นจริงและถูกต้องมากกว่ามาสนับสนุน) และข้อ 4 (ความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากการค้นพบบางอย่างนอกเหนือจากเรื่องที่กำลังสนใจศึกษาอยู่)

ข. เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงได้ดังตาราง 5 ต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามกิจกรรมเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ข้อความ	จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ			ค่าสถิติ		อันดับที่	ระดับความเข้าใจ
		3	2	1	$\bar{X}$	S.D.		
1	คนทุกคนล้วนมีส่วนสร้างคุณประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	13	47	40	1.73	0.68	5	ปานกลาง
2	การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลใด ๆ มีความสำคัญต่อการค้นพบอื่นๆทางวิทยาศาสตร์	77	19	4	2.73	0.53	1	มาก
3	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบล้วนเป็นสมบัติร่วมกันของทุกคน	74	16	10	2.64	0.66	2	มาก
4	ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องศึกษาคนความทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น แต่สามารถศึกษาค้นคว้าทดลองได้จากที่อื่นๆด้วย	6	63	31	1.75	0.56	4	ปานกลาง
5	ความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการคอมพิวเตอร์นั้นมีประโยชน์ต่อการวิทยาศาสตร์ในลักษณะซึ่งจะช่วยเหลือเพิ่มขีดความสามารถในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้	1	7	92	1.09	0.32	6	น้อย
6	การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ	61	25	14	2.47	0.73	3	มาก
โดยภาพรวม					12.41	1.62		
การทดสอบค่า t					t = 2.53*		ปานกลาง	

*p = .013

จากตาราง 5 สรุปได้ว่า

ก. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก 3 ข้อ ได้แก่ข้อ 2 (การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลใดมีความสำคัญต่อการค้นพบอื่นๆทางวิทยาศาสตร์) ข้อ 3 (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบล้วนเป็นสมบัติร่วมกันของทุกคน) และข้อ 6 (การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ) ในระดับปานกลาง 2 ข้อ ได้แก่ข้อ 1 (คนทุกคนล้วนมีส่วนสร้างคุณประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) และข้อ 4 (ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้น แต่สามารถศึกษาค้นคว้าทดลองได้จากที่อื่นๆด้วย) และระดับน้อย 1 ข้อ ได้แก่ข้อ 5 (ความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการคอมพิวเตอร์นั้นมีประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์ในลักษณะซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้)

ข. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้ในแต่ละระดับ (ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน (ด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์, ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์) ซึ่งปรากฏค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 6 ค่า แสดงได้ดังตาราง 6 ต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ
กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

ประสบการณ์ การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ในระดับต่างๆ	ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์		
	ด้านทักษะ เชิงวิทยาศาสตร์	ด้านการสืบค้น เชิงวิทยาศาสตร์	ด้านกิจการ เชิงวิทยาศาสตร์
ประถมศึกษา	-.0260	- .0429	.0474
มัธยมศึกษาตอนต้น	-.0197	.0485	- .0396

จากตาราง 6 สรุปได้ว่า

ก. ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทักษะเชิงวิทยาศาสตร์มีค่า - .0260 ซึ่ง
เป็นค่าความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อนุมานได้ว่ามีค่าความสัมพันธ์เป็นศูนย์)
ค่าความสัมพันธ์ในกรณีนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

ข. ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์มีค่า - .0429 ซึ่ง
เป็นค่าความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อนุมานได้ว่ามีค่าความสัมพันธ์เป็นศูนย์)
ค่าความสัมพันธ์ในกรณีนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

ค. ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์มีค่า .0474 ซึ่งเป็น
ค่าความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อนุมานได้ว่ามีค่าความสัมพันธ์เป็นศูนย์)
ค่าความสัมพันธ์ในกรณีนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

ง. ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์มีค่า - .0197 ซึ่ง เป็นค่าความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อนุมานได้ว่ามีค่าความสัมพันธ์เป็นศูนย์) ค่าความสัมพันธ์ในกรณีนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

จ. ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์มีค่า .0485 ซึ่ง เป็นค่าความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อนุมานได้ว่ามีค่าความสัมพันธ์เป็นศูนย์) ค่าความสัมพันธ์ในกรณีนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

ฉ. ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์มีค่า - .0396 ซึ่ง เป็นค่าความสัมพันธ์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อนุมานได้ว่ามีค่าความสัมพันธ์เป็นศูนย์) ค่าความสัมพันธ์ในกรณีนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะนำเสนอสาระของการวิจัยเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ การสรุปสาระสำคัญที่ปรากฏในบทที่ 1 ถึงบทที่ 4 การอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะอันสืบเนื่องจากการวิจัย ในส่วนของการสรุปจะประกอบด้วย ความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัยและสรุปผลการวิจัย ในส่วนของการอภิปรายผล จะอภิปรายผลตามลำดับความมุ่งหมายของการวิจัย และในส่วนของข้อเสนอแนะจะแยกกล่าวเป็นข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

สรุปสาระสำคัญ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ ได้แก่
 - 1.1 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
 - 1.2 ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 2. เพื่อศึกษาความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- ในแต่ละด้าน ได้แก่
- 2.1 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทักษะสากลเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน

สมมติฐานในการวิจัย

1. ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปฏิบัติปานกลาง
2. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับเข้าใจปานกลาง
3. มีความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างตัวแปรต่างๆต่อไปนี้
 - 3.1 ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษากับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.5 ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.6 ประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการในเรื่องต่างๆโดยลำดับสรุปได้ดังนี้ สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งประกอบด้วยแบบสอบถามประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา แบบสอบถามประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนครุณราชบุรี อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี จำนวน 514

คน โดยให้นักเรียนตอบแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แล้วเลือกนักเรียนจำนวน 100 คน จากนักเรียนจำนวน 514 คน ดังกล่าวโดยใช้วิธีสุ่มแบบมีระบบ เพื่อทำการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามประกอบการ สัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลใน ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2539 จากนั้นนำแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

สรุปผลการวิจัย

1. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลางทั้ง 2 ระดับ
2. ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับปานกลาง
3. ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับ (ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน (ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์, ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์)

อภิปรายผลการวิจัย

ในการอภิปรายผลการวิจัยจะเสนอการอภิปรายผลการวิจัยตามลำดับผลการวิจัยดังนี้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลางนั้น ผลการวิจัยในส่วนนี้เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้ว่าประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในระดับปานกลาง

การที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น อยู่ในระดับปานกลางดังกล่าวนี้อธิบายได้ว่า ครูได้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเมื่อมีข้อสงสัย ให้นักเรียนวางแผน ออกแบบการทดลอง ทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ทำงานหรือทำการทดลองร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่ม รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเมื่อครูหรือเพื่อนตั้งคำถาม การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวเป็นวิธีการที่จะทำให้ นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับที่สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เสนอว่าควรส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสทำการทดลองสืบค้นในประเด็นที่นักเรียนสนใจและกำหนดคำถามในการทดลองด้วยตนเอง ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รับฟังข้อวิจารณ์เกี่ยวกับผลการทดลองจากเพื่อนร่วมชั้น

AAAS. 1993 : 3- 20) แต่อย่างไรก็ตามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้รับส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระดับประถมศึกษานักเรียนมีการทำกิจกรรมหรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่มากนักซึ่งจากผลการวิจัยที่ได้พบว่าอยู่เพียงระดับปานกลาง ส่วนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากผลการวิจัยที่ได้ ถึงแม้จะพบว่านักเรียนมีการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะกลุ่มในห้องเรียน โดยการวางแผนด้วยตนเองและการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม อยู่ในระดับมากก็ตามแต่พบว่ากระบวนการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสร้างสิ่งประดิษฐ์ การทดลองนอกห้องเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ยังอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น โดยเฉพาะการพานักเรียนไปศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ อยู่ในระดับน้อย ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นจึงได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น การปล่อยให้ นักเรียนทำการทดลองตามลำพังคนเดียว นั้นอยู่ในระดับน้อย ซึ่งชี้ให้เห็นว่าครูผู้สอนน่าจะเน้นการสอนเป็นกระบวนการกลุ่มมากขึ้น นอกจากนั้นยังอาจเป็นไปได้ว่าการที่ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาอยู่ในระดับปานกลางกลางนั้น เนื่องจากครูรับภาระในการสอนหลายๆ วิชา จึงไม่มีเวลาพอที่จะเตรียมการสอน ผลิตภัณฑ์หรือเตรียมเครื่องมือให้นักเรียนใช้ในการทดลองซึ่งสอดคล้องกับที่ประสงค์/พิมล (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 :

21 ; อ้างอิงมาจาก ประสงค์ พิมล. ม.ป.ป.) พบว่า ครูส่วนมากมีภาระหน้าที่ในการสอน และทำกิจกรรมต่างๆ มากทำให้ไม่มีเวลาในการผลิตสื่อ เตรียมสื่อการสอนในชั้นเรียนและครูเองก็ขาดความรู้ทักษะและประสบการณ์ในการผลิตและใช้สื่อด้วย นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองก็มีจำนวนไม่เหมาะสมกับจำนวนนักเรียนและถึงแม้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการทดลองก็เป็นเพียงทำตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แล้วในแบบเรียน ไม่ใช่ทำการทดลองในเรื่องที่ตนสนใจปัญหาเหล่านี้เกิดในระดับมัธยมศึกษาด้วย ดังรายละเอียดจากแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีโอกาสร่วมแสดงความคิดเห็นในการเรียนการสอนโดยเฉลี่ยไม่มากนัก นักเรียนมักจะต้องฝึกปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่ม ไม่มีโอกาสได้คิดการทดลองอื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของบุญมาวรรณะศัญช์ (2532) ที่พบว่า ครูยังใช้เวลาส่วนใหญ่ในการบรรยายมากที่สุด และใช้เวลาเพียงเล็กน้อยในการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูไม่ค่อยใช้สื่อการเรียนการสอนและยังขาดทักษะในการใช้สื่อเรียนการสอน และมักสอนโดยอธิบายตามแบบเรียนและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดดังนั้นนักเรียนจึงได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่เพียงระดับปานกลางเท่านั้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้ มนตรี จุฬาววัฒนกุล(2539 : 15) นายกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ มีความเห็นว่า ควรพัฒนาขีดความสามารถของครูวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบโดยจัดอบรมเน้นการสอนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง เนื่องจากขณะนี้การเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอยู่ในระดับที่มีความจำเป็นต้องเร่งปรับปรุงในหลายด้าน โดยเฉพาะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรมีการพัฒนาดังกล่าวแล้ว สำหรับเรื่องอุปกรณ์การเรียนการสอนและห้องปฏิบัติการยังมีความขาดแคลนซึ่งมีโรงเรียนจำนวนมากที่ไม่มีอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เลยหรือบางโรงเรียนมีอุปกรณ์แต่มีจำนวนไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียนและบางโรงเรียนครูไม่มีความรู้ทางด้านวิชาการที่จะใช้เครื่องมือ ส่วนในเรื่องหลักสูตรการเรียนการสอนพบว่ายังเน้นเนื้อหาวิชาการมากเกินไป ควรจะเน้นด้านปฏิบัติ ให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเองและนักเรียนควรจะหาความรู้อย่างสม่ำเสมอ

2. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางนั้น ผลการวิจัยในส่วนนี้เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้ ส่วนด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับปานกลางนั้น ผลการวิจัยในส่วนนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้

การที่นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางดังกล่าวนั้นอธิบายได้ว่า เนื่องจากความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านทัศนศาสตร์เชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาการเกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งจากการวิจัยพบว่านักเรียนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนได้เสมอเมื่อได้ข้อมูลใหม่หรือใช้วิธีการใหม่ในการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ และความรู้ในอดีตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในปัจจุบัน ความเข้าใจดังกล่าวสอดคล้องกับที่มีผู้วิจัยหลายท่านพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เชื่อว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นเนื่องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยเสริมศักยภาพด้านการสังเกตและการวัด (Aikenhead, 1987 ; Lederman and O'Malley, 1990 ; Waterman, 1983) ข้อมูลความรู้เช่นนี้เป็นข้อมูลความรู้ที่ครูสามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้โดยการบรรยายและให้นักเรียนจดจำ อันเป็นสภาพการเรียนการสอนที่มีผู้วิจัยหลายท่านพบว่าครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนมาก (จิตต์ใส ผดุงรัตน์, 2538 : 1- 6) และโดยทั่วไปการเรียนการสอนในโรงเรียนยังเน้นการท่องจำ (เฉลียว มณีเลิศ, 2536 : 19) อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยมีข้อสังเกตที่น่าสนใจในเรื่องเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ว่ามีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีนักเรียนเพียง 1 คนเท่านั้นจากนักเรียน 100 คนที่มีความเข้าใจด้านนี้อยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับการปลูกฝังเกี่ยวกับจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ไม่มากพอ ควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงเรื่องดังกล่าวให้มากขึ้น

การที่นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ไม่อยู่ในระดับปานกลางดังกล่าวและเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อแล้วมีแนวโน้มว่าจะอยู่ในระดับสูงกว่าปานกลางนั้นอธิบายได้ว่า อาจเนื่องมาจากการประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับมาในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาเป็นประสบการณ์เรียนรู้ที่เหมาะสมที่จะทำให้นักเรียนบรรลุถึงความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งจากการวิจัยพบว่าความเข้าใจในเรื่องของวิธีการสืบค้นหรือวิธีการศึกษาในปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง การลงข้อสรุป และการเกิดความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนในเรื่องของตัวแปรมีระดับความเข้าใจมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโรสเบอรี่และคณะ (Roseberry and others, 1992) ที่พบว่าถ้านักเรียนได้รับการสอนที่เหมาะสมจะทำให้สามารถเข้าใจความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับข้อมูลที่น่ามาเป็นหลักฐานได้

จากข้อสรุปดังกล่าว จะเห็นว่าสอดคล้องกับข้อเสนอของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์(AAAS. 1993 : 3- 20) ที่เสนอว่า ในระดับประถมศึกษา นักเรียนควรได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม เพื่อที่จะได้มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ดังกล่าวควรจัดให้เหมาะสม เช่น เรียนด้วยการกระทำจริง กระตุ้นนักเรียนให้ใช้คำถามในลักษณะที่สืบค้นหาความจริง ทำการทดลองในสิ่งที่สนใจ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้รับการส่งเสริมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ทำการทดลองและเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียนเพื่อฟังข้อวิจารณ์จากเพื่อนร่วมชั้น ฯลฯ และในระดับมัธยมศึกษาที่ควรให้นักเรียนสัมผัสการทดลองสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้เดิมจากที่เคยได้รับในระดับประถมศึกษา

การที่นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางดังกล่าวนี้ อธิบายได้ว่า เนื่องจากความเข้าใจดังกล่าวเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า ผลการสัมภาษณ์ในประเด็นที่ 2, 3 และ 6 มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างมาก แสดงว่านักเรียนมีความตระหนักว่าการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลใดๆ มีความสำคัญต่อการค้นพบอื่นๆ ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบล้วนเป็นสมบัติร่วมกันของทุกคน และการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประเด็นดังกล่าวเป็นเรื่องที่นักเรียนได้รับการปลูกฝังให้จดจำ เพราะเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 บทที่ 1 เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2536 : 1- 41) ซึ่งนักเรียนจดจำโดยผ่านกระบวนการสอนแบบบรรยาย เพราะเนื้อหาแบบนี้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยายและให้นักเรียนจดจำ อันเป็นสภาพการเรียนการสอนโดยทั่วไปในโรงเรียนที่พบว่ายังเน้นการท่องจำ (เจลิยว มณีเลิศ. 2536 : 19) และมีผู้วิจัยหลายท่านพบว่าครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วนมาก (จิตต์ไส ผดุงรัตน์. 2538 : 1- 6) อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตที่น่าสนใจจากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ซึ่งมีจำนวนถึง 92 คนจากนักเรียน 100 คนมีความเข้าใจในประเด็นเกี่ยวกับความสำคัญของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อวงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย เป็นไปได้ว่าครูเน้นให้นักเรียนฝึกทักษะปฏิบัติการใช้คอมพิวเตอร์ในการทำงานโดยที่ไม่ชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าความสำคัญของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อวงการวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ค่าเฉลี่ย

ในประเด็นนี้ค่อนข้างต่ำ

3. จากผลการวิจัยที่พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับ (ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) กับความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน (ด้านทักษะากลเชิงวิทยาศาสตร์, ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์) ผลการวิจัยในส่วนนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัยที่กำหนดไว้ ซึ่งอธิบายได้ว่าอาจเป็นเพราะสาเหตุต่อไปนี้

3.1 จำนวนข้อคำถามที่จะใช้หาความสัมพันธ์โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันโปรดักส์โมเมนต์ (r) นั้นควรจะมีปริมาณพอๆกัน แต่ในการวิจัยครั้งนี้จำนวนข้อคำถามของแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แต่ละชุดมีจำนวน 25 ข้อ และจำนวนข้อคำถามในแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์แต่ละด้านมีจำนวนประมาณ 4-6 ข้อ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ได้ผลการวิจัยออกมาว่าไม่มีสัมพันธ์กัน

3.2 ในการตอบแบบสอบถามนักเรียนอาจเป็นไปได้ว่านักเรียนไม่ได้ตอบตามความเป็นจริงเนื่องจากเกรงว่าจะมีผลกระทบต่อตนเอง ครูผู้สอน และโรงเรียน นอกจากนี้สำหรับแบบสอบถามที่ใช้สอบถามประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับประถมศึกษานั้นเป็นการให้นักเรียนย้อนระลึกถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตซึ่งนักเรียนจึงอาจลืมเหตุการณ์จริงไปแล้ว ดังนั้นจึงมีความโน้มเอียงที่จะเลือกตอบอยู่ในระดับปานกลางหรือค่อนข้างมาก

3.3 เนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตรไม่ได้ส่งเสริมการเรียนรู้ที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งเนื่องมาจากเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มีน้อยเป็นเพียงส่วนหนึ่งในวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตไม่ได้แยกเป็นวิชาวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ทำให้ขาดความสม่ำเสมอและขาดความต่อเนื่องในการให้ประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน นอกจากนั้นเนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตรไม่ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อบรรลุความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับรายงานสรุปของจิตต์ไส ผดุงรัตน์ (2538 : 1- 6) ที่ได้รวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในช่วงหลักสูตร 2503- 2538 พบว่า เนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตรไม่ส่งเสริมให้เกิดผลตามที่ระบุในจุดมุ่งหมายของหลักสูตร วิธีการเรียนการสอนเนื้อหาต่างๆไม่ได้กำหนดไว้โดยละเอียดระบุเพียงแต่หัวข้อของเนื้อหา ครูจึงสอนโดยให้นักเรียนจดหรือท่องจำ และเนื้อหาที่กำหนดให้สอนนั้นไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น

3.4 คุณภาพการสอนของครูยังไม่มีคุณภาพพอที่จะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งแครอล (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537 : 63 ; อ้างอิงมาจาก Carroll. 1963) กล่าวว่าความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 5 ประการและองค์ประกอบหนึ่งก็คือ คุณภาพการสอนของครู ซึ่งจากการศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาพบว่าครูไม่มีเวลาเตรียมการสอน เนื่องจากต้องสอนทุกวิชา นอกจากนี้ยังมีปัญหาในเรื่องขาดหนังสือในการค้นคว้าและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ครูไม่ใช้สื่อในการสอนหรือใช้ไม่เป็น จึงมักสอนโดยอ่านจากตำราให้นักเรียนจด โรงเรียนขาดแคลนอุปกรณ์เพราะไม่มีงบประมาณ โรงเรียนไม่มีห้องปฏิบัติการขาดการนิเทศ ขาดความรู้ความเข้าใจในการวัดผลประเมินผล ไม่ชำนาญในการปฏิบัติการจึงสอนปฏิบัติการไม่ได้ ครูขาดทักษะในการใช้เครื่องมือในการปฏิบัติการ (จิตต์ไส ผดุงรัตน์. 2538 : 1- 6) ปัญหาดังกล่าวนั้นเป็นปัจจัยที่ทำให้ครูขาดคุณภาพในการสอน ซึ่งส่งผลให้การเรียนรู้ของนักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ อันมีผลกระทบไปถึงการขาดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมและส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป ตลอดจนเพื่อการวิจัยต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยได้รับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมดังนี้

- 1.1 ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสศึกษาค้นคว้าและทำการทดลองด้วยตนเองตามลำพังให้มากขึ้น
- 1.2 ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆให้มากขึ้น
- 1.3 ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจเลือกศึกษาและทำการทดลองในประเด็นที่ตนเองสนใจ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไปดังต่อไปนี้

- 2.1 ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากการใช้แบบสอบถามแล้ว ควรมีการสังเกตการณ์จากความเป็นจริงที่ปรากฏในชั้นเรียนทั้งในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นอกจากนี้ควรสัมภาษณ์นักเรียนโดยใช้ข้อคำถามจากแบบสอบถามด้วย
- 2.2 จำนวนข้อคำถามในแบบสอบถามและแบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ควรจะ มีปริมาณพอๆกัน และควรพิจารณาความเหมาะสมของสถิติที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.3 ควรทำวิจัยในทำนองเดียวกันนี้โดยศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างเพศชายและเพศหญิง

2.4 ควรทำวิจัยในทำนองเดียวกันนี้โดยทำการสัมภาษณ์อย่างละเอียดลึกซึ้งเพื่อให้ได้ข้อมูลว่าความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นเนื่องจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจัดให้หรือเกิดจากการได้รับความรู้จากบิดามารดาหรือเกิดจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

2.5 ควรทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

2.6 ควรทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษารูปแบบสื่อการสอนที่เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กึ่งฟ้า สินธุวงศ์. รายงานผลการวิจัย เรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- กิตติ แสงสุวรรณ. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตการศึกษา 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. "สภาพการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา," ใน เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง "การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและแนวโน้มในอนาคต". กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2535.
- คัมภีร์ สุขศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- จันทรา สุทธิกุล. กิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.
- จารุณี สุตบุตร. "คำกล่าวเปิดการประชุม," ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 1 เรื่อง การสอนฟิสิกส์กับเทคโนโลยียุคใหม่ ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียนพาเลซ พัทยา ชลบุรี ระหว่างวันที่ 6-8 ธันวาคม 2538. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.
- จิตต์ไธ ผดุงรัตน์. "สรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ในช่วงหลักสูตร 2503 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ.2538)," ใน เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่องยุทธวิธีในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ โรงแรมสยามเบเวอรี่ ระหว่างวันที่ 30-31 พฤษภาคม 2538. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.

- จินตนา อามระดิษ. ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.
- จุลจักร์ โนนันท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และมนุษยสัมพันธ์ที่ใช้เกมกับวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- เฉลียว มณีเลิศ. "การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับประชาชน," วารสารการศึกษาแห่งชาติ. 8(3): 14- 22 ; พ.ศ. 2536.
- ชัยทศ จำเริญกรุล. ผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์ สสวท. 2531 ในจังหวัดสิงห์บุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และคณะ. "การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคโลกาภิวัตน์," ใน รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21(วทท.21) ณ แอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน ชลบุรี ระหว่างวันที่ 25- 27 ตุลาคม 2538. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2538.
- นางลักษณ์ การประกอบดี. "กิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วารสารศึกษาศาสตร์ มข. ปีที่ 12 : ฉบับพิเศษ ; มิถุนายน- กันยายน 2531.
- นิตา สะเพียรชัย. ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- ธีรชัย นนทพิภักดิ์. องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

- ธีระชัย ปุณฺณโชติ และคณะ. "การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคโลกาภิวัตน์," ใน รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21(วทท.21) ณ แอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน ชลบุรี ระหว่างวันที่ 25-27 ตุลาคม 2538. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2538.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2537.
- บุญมา วรรณะวศัญช์. การศึกษาวิเคราะห์พัฒนาการของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาสายสามัญ ตั้งแต่พุทธศักราช 2503 ถึง พุทธศักราช 2530. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.
- ประกิจ สังข์ขำ. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมของนักเรียนที่เรียนอยู่ในโรงเรียนที่เคยผ่านโครงการโรงเรียนมัธยมศึกษาเพื่อพัฒนาชนบทระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดชัยนาท. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- ปรีชา กันตรง. ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการฝึกคิดหวัข้อเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. บริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- พนัส วิกุกตายน. พัฒนาการของการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบและประเมินผล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
- พิเชษฐ จัปจิตต์. การศึกษาผลการเจริญสมาก่อนเริ่มเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบพุทธวิธีแสงอรียสัจตามแนวทางพระพุทธเจ้า. บริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- พิทักษ์ รัชพลเดช. การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.

- ภพ เลหาไพบูลย์. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2537.
- ภัทรา ไชยเวช. วิธีสอนวิทยาศาสตร์(เคมี). ชลบุรี : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, ม.ป.ป.
- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. "การศึกษา- ศาสนา," ไทยรัฐ. 19 สิงหาคม 2539. หน้า 15.
- มังกร ทองสุขดี. โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2521.
- มานิช วาทะพุกกณะ. สัมฤทธิ์ผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ม.2) โรงเรียนบุญวัฒนา นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อัดสำเนา.
- รวีวรรณ อังคนุรักษ์พันธ์. รายงานการวิจัยเรื่องความพึงพอใจของผู้บริหาร อาจารย์ และนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2534.
- วิจิตร เส็งหะพันธ์. "ฟิสิกส์โอลิมปิก," ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับมัธยมศึกษา ครั้งที่ 1 เรื่อง การสอนฟิสิกส์กับเทคโนโลยียุคใหม่ ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียนพาเลซ พัทยา ชลบุรี ระหว่างวันที่ 6-8 ธันวาคม 2538. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.
- ศิริอร ไข่มุกพิรัตน์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการฝึกแบบระดมสมองและแบบฝึกgrayบุคคล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หนังสือเรียน ว 101 วิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2536.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2534.
- ศึกษานิเทศก์, หน่วย. การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2533.
- สิปปนนท์ เกตุทัต. "ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต," วารสารวิชาการ-อุดมศึกษา. 3(1) : 54- 64 ; ก.ย.- ธ.ค. 2536.

- สุเทพ อุสาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม : โรงพิมพ์สหบัณฑิต, 2526.
- สุธน อ่อนคำ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์ จำกัด, 2531.
- อดิสร สุนโนจิตรารณ. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาในระดับจังหวัดอำเภอลำทะเมนชัยในจังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อัดสำเนา.
- Aikenhead, G.S. "High School Graduates' Beliefs About Science-Technology-Society III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge," Science Education. 71 : 459- 487 ; 1987.
- Allen, R.D., Statkiewicz, W.R., and Donovan, M. "Studentperceptions of evidence and interpretations," In J.Novak (Ed), Proceedings of the International Seminar : Misconceptions in Science and Mathematics. 70 : 79- 83; 1983.
- American Association for the Advancement of Science. Science for All American. New york : Oxford University Press, Inc., 1990.
- Benchmark for Science Literacy Project 2061. New york : Oxford University Press, Inc., 1993.
- Boylan, C., Hill, D., Wallace, A., and Wheeler, A. "Beyond Stereotypes," Science Education. 76 : 465- 476 ; 1992.
- Brown, Walter R., and Normal D. Anderson. Physical Science : A Search for Understanding. Philadclphia : J.B.Lippincott Company, 1972.

- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., and Unger, C. "An Experiment is When you try it and see if it Works : A Study of Grade 7 studnets' Understanding of the Construction of Scientific Knowledge," International Journal of Science Education. 11 : 514- 529 ; 1989.
- Carin, Arthur, and Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery. 3 rd ed. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, 1975.
- _____. Teaching Modern Science. 2nd. ed. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, 1975.
- Collette, Alfred T., and Eugene L. Chiappetta. Science Instruction in the Middle and Secondary Schools. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, 1986.
- Cooley, W., and Klopfer, L. Test on Understanding Science, Form W. Princeton : Educational Testing Service, 1961.
- Cronbach, Lee J. Essential of Psychology Testing. 4rd ed. New york : Harper and Row, 1984.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology logical and Education. 5th ed. Tokyo : McGraw- Hill Inc., 1981.
- Fischer, Robert B. Science, Man and Society. 2 nd ed. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1975.
- Fleming, R. "Adolescent Reasoning in Socio- scientific Issues. Part I: Social Cognition," Journal of Research in Science Teaching. 23 : 677- 687 ; 1986a.
- _____. "Adolescent Reasoning in Socio- scientific Issues. Part II: Social Cognition," Journal of Research in Science Teaching. 23 : 688- 698 ; 1986b.

- _____. "High School Graduates' Beliefs About Science-Technology-Society II. The Interaction Among Science, Technology, Society," Science Education. 71 : 163-186 ; 1987.
- Fort, D., and Varney, H. "How Students See Scientists : Mostly Male, Mostly White, And Mostly Benevolent," Science and Children. 26(8) : 8-13 ; 1989.
- Klopfer, L., and Cooley, W. "Effectiveness of the History of Science Cases for High Schools in the Development of Student Understanding of Science and Scientist," Journal of Research in Science Teaching. 1 : 35-47 ; 1963.
- Kuhn, D., Arael, E., and O'Loughlin, M. The Development of Scientific Thinking Skills. San Diego, CA : Academic Press, 1988.
- Lederman, N., and O'Malley, M. "Students' Perceptions of the Tentativeness in Science : Development, Use, and Sources of Change," Science Education. 74 : 225-239 ; 1990.
- Mead, M., and Metraux, R. "Image of the Scientist Among High-School Students: A Pilot Study," Science. 26 : 384-390 ; 1957.
- Renner, John W., and Don G. Stafford. Teaching Science in the Secondary School. New York : Harper & Row Publishers, 1972.
- Roseberry, A., Warren, B., and Conant, F. Appropriating Scientific Discourse: Findings from Language Minority Classrooms. (Working Paper 1-92) Cambridge, Ma: Terc., 1992.
- Schauble, L. "Belief Revision in Children: The Role of Prior Knowledge and Strategies for Generating Evidence," Journal of Experimental Child Psychology. 49 : 31-57 ; 1990.
- Schauble, L., Klopfer, L.E., and Raghavan, K. "Students' Transition from an Engineering Model to a Science Model of Experimentation," Journal of Research in Science Teaching. 28 : 859-882 ; 1991.

- Solomon, J. "Images of Physics: How Students are Influenced by Social Aspects of Science," in Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Germany : Institute for Science Education at the University of Kiel, 1992.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., and McCarthy, S. "Teaching about the nature of science through history: Action research in the classroom," Journal of Research in Science Teaching. 29 : 409- 421 ; 1992.
- Stafford, Don G. et al. The Physical Science : Inquiry & Investigation. Beverly Hills, California : Benziger Bruce & Glencoe, Inc., 1977
- Trojack, Doris A. Science with Children. New York : McGraw Hill, Inc., 1979.
- Waterman, M. "Alternative Conceptions of the Tentative Nature of Scientific Knowledge," in Proceedings of the International Seminar Misconceptions in Science and Mathematics. 282- 291 ; 1983.
- Welch, W., and Pella, M. "The Development of an Instrument for Inventorying Knowledge of the Processes of Science," Journal of Research in Science Teaching. 5 : 64- 68 ; 1967.
- Wollman, W. "Controlling Variables: Assessing Levels of Understanding," Science Education. 61 : 371- 383 ; 1977a.
- _____. "Controlling variables: A Neo- Piagetian Developmental Sequence," Science Education. 61 : 385- 391 ; 1977b.
- Wollman, W., and Lawson, A. "Teaching the Procedure of Controlled Experimentation: A Piagetian Approach," Science Education. 61 : 57- 70 ; 1977.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อความสะดวกในการทำปริญญานิพนธ์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว ประสานมิตร จภร. 268
ที่ ทบ 1007/ 1111 วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2539
เรื่อง ของความอนุเคราะห์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางอังลรา แก้วมณี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อหาปริญญาโท
เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครราชสีมา
ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.ดร.กาญจนา ชูกรวงศ์

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลิจิต

กรรมการ

สิ่งที่นิตินำขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ ผศ.กัลยา เล็กสกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถาม

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดทำแทนนิตินำด้วย

(นางสาวศิริภา ปูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ วิทยาลัย มหวิ ประสานมิตร จทร. 268
ที่ หน 1007/ 1119 วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2539
เรื่อง ขอบขออนุญาต

เรียน คณะศึกษาศาสตร์

บันทึกวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางอจลรา แก้วมณี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญาโท
เรื่อง การเฝ้าระวังระบบการเฝ้าระวังวิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครราชสีมาบุรี
ทั้งนี้ขอให้ความช่วยเหลือของ

ศ.ดร.กาญจนา ชูวงศ์

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ ชุมลิจิต

กรรมการ

สิ่งที่นิติกรขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญทรัพย์ เป็นผู้เชิญมา
ตรวจแบบสอบถาม

บันทึกวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ต่าง ๆ ที่ท่านจะโปรดทำแทนนิติกรนี้ด้วย

(นางสาวศิริบุภา บุคสุวรรณ)

กณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ วิทยาลัย มหวิ ประสานมิตร จภร. 268
ที่ ทบ 1007/ 1114 วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2539
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาลัย ขอรับรองว่า นางอังกร่า แก้วมณี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
นิสิตผู้ที่มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การเทียบระบบการเรียนรู้อาชีวศึกษาและความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุณประชาบุรี
ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.ดร.กาญจนา ชูวงศ์

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ ชุ่มกลัด

กรรมการ

สิ่งที่นิตยภัตรขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ ดร.ปรีชาญ เตชศรี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบตาม

วิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดทำแทนนิสิตผู้ด้วย

(นางสาวศิริยุภา บุตรสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1007/ 115

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

19 กุมภาพันธ์ 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้จัดการโรงเรียนนครนาราขบุรี

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวอัจฉรา แก้วมณี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราขบุรี
ทั้งนี้เพื่อความควบคุมดูแลของ

ผศ.ดร.กาญจนา ชูครูวงศ์

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ จัมภลจิต

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตฯขอความอนุเคราะห์ คือ ขอให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ตอบแบบสอบถาม
ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2539 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดทำแก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 1165



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

13 พฤษภาคม 2539

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้จัดการโรงเรียนนครนาราชบุรี

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางอัจฉรา แก้วมณี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจงานธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครนาราชบุรี
ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.ดร.กาญจนา ชูศรีวงศ์

ประธาน

ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลจิต

กรรมการ

สิ่งที่นิตยสารขอความอนุเคราะห์ คือ ขอให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 514 คน ตอบแบบสอบถาม
ในระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคม 2539 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ภาคผนวก ข

1. แบบสอบถามประสิทธิภาพการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา
2. แบบสอบถามประสิทธิภาพการเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับประถมศึกษา

ชื่อ- ชื่อสกุล
วันที่ตอบแบบสอบถาม..... เดือน..... พุทธศักราช.....

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนผู้ตอบแบบสอบถามเคยได้รับในขณะที่เรียนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต (สปช) ในระดับประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยข้อความทั้งหมดจำนวน 25 ข้อ
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาตอบตามความเป็นจริงจากประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนเคยปฏิบัติในขณะที่นักเรียนยังเรียนอยู่ในระดับประถมศึกษา แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างตามระดับความมากน้อยที่ครูเคยปฏิบัติ (ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1) เพียงข้อเดียว

ระดับที่ครูเคยปฏิบัติ	(5) หมายถึง ปฏิบัติมากที่สุด
	(4) หมายถึง ปฏิบัติมาก
	(3) หมายถึง ปฏิบัติปานกลาง
	(2) หมายถึง ปฏิบัติน้อย
	(1) หมายถึง ปฏิบัติน้อยที่สุด
3. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

ข้อที่	ข้อความ	ระดับที่เคยปฏิบัติ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1	ครูทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกสนุกสนานในการเรียนวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	ครูแนะนำให้ข้าพเจ้าอ่านหนังสืออื่นๆที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าซักถามเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	ครูให้ข้าพเจ้าทำงานหรือทำการทดลองร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่ม.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าหรือเพื่อนๆเป็นผู้ตัดสินใจเลือกทำการทดลองในประเด็นที่แต่ละคนสนใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าหรือเพื่อนๆเป็นผู้ตัดสินใจเลือกสำรวจสิ่งต่างๆในประเด็นที่แต่ละคนสนใจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
7	ครูให้ข้าพเจ้าสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
8	ครูให้ข้าพเจ้าเสนอผลการทดลองต่อเพื่อนๆหน้าชั้นเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	ครูให้ข้าพเจ้าร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลองของเพื่อนกลุ่มอื่น.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองนอกห้องเรียนหรือนอกห้องปฏิบัติการ.....	.....	.....	.....	.....	.....
11	ครูให้ข้าพเจ้าวางแผนการปฏิบัติงานก่อนการดำเนินการสำรวจ.....	.....	.....	.....	.....	.....
12	ครูให้ข้าพเจ้าสำรวจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติภายในบริเวณโรงเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับที่เคยปฏิบัติ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
13	ครูให้ข้าพเจ้าสำรวจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติภายนอกบริเวณโรงเรียน.....					
14	ครูให้ข้าพเจ้าทำการบันทึกข้อมูลที่สำรวจได้.....					
15	ครูให้ข้าพเจ้านำข้อมูลที่สำรวจได้เปรียบเทียบกับข้อมูลของเพื่อนกลุ่มอื่น.....					
16	ครูให้ข้าพเจ้าและเพื่อนช่วยกันสรุปข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ.....					
17	ครูให้ข้าพเจ้าบันทึกการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์และปรากฏการณ์ธรรมชาติ....					
18	ครูให้ข้าพเจ้าเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์ และปรากฏการณ์ธรรมชาติ.....					
19	ครูให้ข้าพเจ้าทำนายการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์และปรากฏการณ์ธรรมชาติ.					
20	ครูให้ข้าพเจ้าสร้างสิ่งประดิษฐ์จากความคิดของข้าพเจ้าเอง.....					
21	ครูให้ข้าพเจ้าปฏิบัติต่อสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลองด้วยความเมตตา.....					
22	ครูให้ข้าพเจ้าฝึกสังเกตรายละเอียดของพืช สัตว์ หรือวัตถุต่างๆ.....					
23	ครูให้ข้าพเจ้าฝึกจัดกลุ่มแบ่งประเภทของพืช สัตว์หรือวัตถุต่างๆ.....					
24	ครูให้ข้าพเจ้าร่วมแสดงความคิดเห็นเมื่อครูหรือเพื่อนตั้งคำถาม.....					
25	ครูใช้วัตถุ พืชหรือสัตว์ที่เป็นของจริงในการสอน.....					

แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ชื่อ- ชื่อสกุล
วันที่ตอบแบบสอบถาม..... เดือน..... พุทธศักราช.....

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนผู้ตอบแบบสอบถามเคยได้รับในขณะที่เรียนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต (สปช) ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วยข้อความทั้งหมดจำนวน 25 ข้อ
2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อแล้วพิจารณาตอบตามความเป็นจริงจากประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ครูผู้สอนปฏิบัติในขณะที่นักเรียนเรียนอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างตามระดับความมากน้อยที่ครูเคยปฏิบัติ (ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2 และ 1) เพียงข้อเดียว

ระดับที่ครูเคยปฏิบัติ	(5) หมายถึง	ปฏิบัติมากที่สุด
	(4) หมายถึง	ปฏิบัติมาก
	(3) หมายถึง	ปฏิบัติปานกลาง
	(2) หมายถึง	ปฏิบัติน้อย
	(1) หมายถึง	ปฏิบัติน้อยที่สุด
3. ประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

แบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อความ	ระดับที่เคยปฏิบัติ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1	ขณะเมื่อเริ่มเรียนแต่ละครั้ง ครูทบทวน ความรู้ที่ข้าพเจ้าและเพื่อนๆได้เรียน มาแล้วเมื่อครั้งก่อนๆ.....					
2	ขณะเมื่อเริ่มเรียนแต่ละครั้ง ครูอธิบาย ถึงสิ่งที่ข้าพเจ้าและเพื่อนๆจะต้องทำใน ชั่วโมงนั้นๆ.....					
3	ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองในห้องเรียน / ในห้องปฏิบัติการ.....					
4	ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองนอกห้อง เรียน/ นอกห้องปฏิบัติการ.....					
5	ครูให้ข้าพเจ้าวางแผนก่อนทำการทดลอง					
6	ครูให้ข้าพเจ้าดำเนินการทดลองตามแผน ที่ได้วางไว้.....					
7	ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองตามลำพัง คนเดียว.....					
8	ครูให้ข้าพเจ้าทำงานหรือทำการทดลอง ร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่มย่อย.....					
9	ครูให้ข้าพเจ้าเป็นผู้ตัดสินใจเลือกเรื่อง ที่จะทำการทดลองในประเด็นที่ข้าพเจ้า สนใจ.....					
10	ครูให้ข้าพเจ้าทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้งในประเด็นเดียวกัน.....					
11	ครูให้ข้าพเจ้าสรุปผลที่ได้จากการทดลอง ด้วยตนเอง.....					
12	ครูให้ข้าพเจ้าเสนอผลการทดลองต่อ เพื่อนๆที่หน้าชั้นเรียน.....					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับที่เคยปฏิบัติ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
13	ครูให้ข้าพเจ้าร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทดลองของเพื่อนกลุ่มอื่น.	.....	.....	.....	.....	.....
14	ครูให้ข้าพเจ้าศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆในบทเรียนจากวารสาร หนังสือพิมพ์ หรือตำราอื่นๆ...	.....	.....	.....	.....	.....
15	ครูให้ข้าพเจ้าสร้างสิ่งประดิษฐ์จากความคิดของข้าพเจ้าเอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
16	ครูให้ข้าพเจ้าปฏิบัติต่อสัตว์ที่นำมาใช้ในการทดลองด้วยความเมตตา.....	.....	.....	.....	.....	.....
17	ครูให้ข้าพเจ้าวาดภาพแสดงแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
18	ครูให้ข้าพเจ้าร่วมแข่งขันตอบปัญหาวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
19	ครูเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าซักถามเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
20	ครูให้ข้าพเจ้าร่วมแสดงความคิดเห็นเมื่อครูหรือเพื่อนตั้งคำถาม.....	.....	.....	.....	.....	.....
21	ครูพาข้าพเจ้าและเพื่อนๆไปศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น ศูนย์วิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....
22	ครูใช้วิธีการใดเพื่อช่วยอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจยาก.....	.....	.....	.....	.....	.....
23	ครูทำให้บทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สนุกสนานสำหรับข้าพเจ้า.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับที่เคยปฏิบัติ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
24	ครูอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ที่เรียนกับชีวิตประจำวันของ ข้าพเจ้าและเพื่อน.....	.....	.....	.....	.....	.....
25	ครูร่วมอภิปรายพูดคุยกับข้าพเจ้าและ เพื่อนๆ ถึงอาชีพต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์.....	.....	.....	.....	.....	.....

ภาคผนวก ค

1. แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ฯ
2. เกณฑ์การให้คะแนนของคำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์

**แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนครุณาราชบุรี
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539**

ชื่อ- ชื่อสกุล.....
วันที่สัมภาษณ์..... เดือน..... พุทธศักราช.....

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงความเห็นใน 3 ด้าน คือ ด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์ และด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ละด้านจะมีประเด็นการสัมภาษณ์ประมาณ 4-6 ประเด็น
2. ในการแสดงความเห็นให้นักเรียนอ่านข้อความจนเข้าใจชัดเจน แล้วแสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริง (ผู้สัมภาษณ์จะเป็นผู้บันทึกความเห็นของนักเรียน)
3. ผู้สัมภาษณ์จะนำคำตอบของนักเรียนไปใช้ประโยชน์ในทางวิชาการอย่างแท้จริง และจะไม่เกิดผลเสียหายต่อตัวนักเรียน ครอบครัว หรือโรงเรียนแต่อย่างใดทั้งสิ้น

ด้านทัศนสาธิตเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการทดลองที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจะให้ผลที่แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการทดลองซ้ำหลายๆครั้งจนแน่ใจว่าถูกต้อง

ในการทดลองหาปริมาตรของวัตถุชิ้นหนึ่งที่ไม่มียูเรก้า โดยวิธีการแทนที่น้ำด้วยยูเรก้า ในการทดลองหาปริมาตรในครั้งแรกโดยใช้วัตถุชิ้นเดียวกัน นาย ก. วัดปริมาตรได้ 21.5 cm^3 แต่นาย ข. วัดปริมาตรได้ 21.0 cm^3

จากผลการทดลองดังกล่าว ให้นักเรียนตอบคำถาม 4 ข้อ ต่อไปนี้

1. จากการวัดปริมาตรดังกล่าว ตัดสินใจได้หรือยังว่าระหว่าง นาย ก. กับนาย ข. ใครวัดได้ถูกต้อง
.....
2. ถ้านักเรียนทำการทดลองเช่นเดียวกับนาย ก. และ นาย ข. เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องมากที่สุด นักเรียนควรจะทำการทดลองสักกี่ครั้ง เพราะเหตุใด
ควรทำการทดลอง.....ครั้ง เพราะว่า.....
.....
.....
3. นักเรียนจะแน่ใจได้อย่างไรว่าผลการทดลองของนักเรียนนั้นถูกต้องและเชื่อถือได้มากที่สุด
.....
.....
.....

4. นักเรียนคิดว่า ในการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องนั้นนักวิทยาศาสตร์จะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไรบ้าง

.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

- ข้อที่ 2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนใหม่ได้เสมอเมื่อได้ข้อมูลใหม่หรือใช้วิธีการใหม่ในการสังเกตปรากฏการณ์เก่าๆ

ก่อนหน้านี้วงการแพทย์มีความเชื่อเกี่ยวกับเรื่องการไหลเวียนของเลือดตามการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ เกเลน ซึ่งกล่าวว่า เลือดจะไหลผ่านผนังห้องหัวใจจากด้านขวาไปยังด้านซ้าย โดยขับผ่านรูเล็กๆ เมื่อเลือดถูกส่งไปเลี้ยงร่างกายแล้วก็หมดไป ตับต้องสร้างเลือดขึ้นมาใหม่จากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป การไหลเวียนของเลือดจะไหลไปตามเส้นเลือดแดงเส้นหนึ่งและเส้นเลือดดำอีกเส้นหนึ่ง

หลังจากนั้นนักวิทยาศาสตร์ชื่ออาร์วีย์ ได้ทดลองโดยทำการผ่าตัดหัวใจของสัตว์หลายชนิดจนค้นพบว่า เลือดจะมีการไหลเวียนอย่างเป็นระบบ โดยเลือดจะถูกบีบออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปตามเส้นเลือดแดง และกระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย แล้วกลับมาตามเส้นเลือดดำ เข้ามายังหัวใจห้องบนขวาผ่านลิ้นหัวใจไปยังห้องล่างขวา จากนั้นจะถูกฉีดขึ้นไปตามเส้นเลือดเข้าสู่ปอด และออกจากปอดกลับมายังหัวใจห้องบนซ้าย ผ่านลิ้นหัวใจไปยังหัวใจห้องล่างซ้าย แล้วถูกส่งไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายเช่นนี้เรื่อยไป

จากข้อมูลข้างต้นนี้ ให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ต่อไปนี้
ถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้หรือไม่
.....
2. นักเรียนคิดว่า ระหว่างเกเลนกับฮาร์วีย์ ข้อค้นพบของใครมีความถูกต้องชัดเจนมากกว่ากัน
เพราะเหตุใด
[] เกเลน [] ฮาร์วีย์
เพราะว่า.....
.....
.....
3. การที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ซึ่งถูกปรับเปลี่ยนไปจะเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง
ได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยสิ่งใดบ้างหรือไม่
.....
.....
.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....
.....
.....
.....
[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 3. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องที่มีอยู่ในอดีตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในปัจจุบัน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบย่อมเป็นผลมาจากการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อสร้างกฎและทฤษฎีต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานการสร้างเครื่องมือ เครื่องใช้ที่อำนวยความสะดวกสบายให้แก่มนุษย์เป็นอันมาก

จากคำกล่าวข้างต้น นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความในข้อใดมากที่สุด(กา / เพียงข้อเดียว)

- [] ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องในอดีต ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันได้
- [] ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องในอดีต สามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยการเชื่อมโยงกับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน
- [] ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องในอดีต เมื่อนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ในปัจจุบัน จะช่วยให้เกิดความรู้ใหม่ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้

เหตุที่เลือกตอบตามข้อข้างต้นนั้นเพราะว่า.....

.....

.....

.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 4. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการทดลองหรือการสืบค้นความรู้วิทยาศาสตร์บางกรณี
ไม่สามารถกระทำได้นื่องจากข้อจำกัดจริยธรรมและคุณธรรม

ในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางการแพทย์นั้น
ส่วนใหญ่จะมีการนำสัตว์ต่างๆ เช่น หนู กระต่าย ฯลฯ ที่ยังมีชีวิตอยู่มาใช้
ในการทดลอง ซึ่งในการทดลองบางกรณีอาจมีความจำเป็นต้องทำให้สัตว์
เกิดความเจ็บปวดทรมาน หรือต้องทำให้สัตว์นั้นตายเสียก่อนเพื่อนำเนื้อเยื่อ
จากอวัยวะต่างๆมาทำการวิเคราะห์ ศึกษาผลของตัวยาหรือสารเคมีที่จะ
นำมาใช้ในการรักษาโรคต่างๆที่เกิดขึ้นมนุษย์ต่อไป

จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร

1. ในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องนำสัตว์มาใช้ทดลอง ควรคำนึงถึง
เรื่องจริยธรรมหรือคุณธรรมหรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
2. ถ้านักเรียนเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะคำนึงถึงเรื่องจริยธรรมหรือคุณธรรม สำหรับ
ทุกการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสัตว์(ดังกรณีข้างต้น)หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
3. โครงการค้นหาตัวยารักษาโรคเอดส์ที่ต้องนำยามาทดสอบกับมนุษย์โดยตรงนั้น สมควร
ดำเนินการต่อไปหรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
.....
.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าในปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง บุคคลอาจใช้แนวความคิดเกี่ยวกับวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ การเก็บรวบรวมข้อมูล การให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และการใช้จินตนาการในการสร้างสมมติฐานและคำอธิบายที่เหมาะสมที่แตกต่างกันได้ โดยสามารถนำไปสู่ข้อสรุปอย่างเดียวกันได้

ในการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นหาวิธีการในการสกัดเม็ดยาจากขมิ้น นักเรียน 3 คนเสนอวิธีการดังนี้

- นาย ก. เสนอให้ทดลองโดยนำขมิ้นมาหั่นให้ละเอียด นำไปแช่ในน้ำร้อน เพื่อให้เม็ดยาละลายออกมา นำมากรองโดยใช้ตะแกรงอย่างถี่ และนำน้ำขมิ้นที่ได้ไปตั้งไว้กลางแดดจนแห้ง
- นาย ข. เสนอให้ทดลองโดยนำขมิ้นมาโขลกให้ละเอียด นำไปต้มในน้ำเดือด จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำน้ำขมิ้นที่ได้ไปต้มต่อจนแห้ง
- นาย ค. เสนอให้ทดลองโดยนำขมิ้นมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า นำขมิ้นที่บดได้ไปแช่ในแอลกอฮอล์ จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำขมิ้นที่ได้ใส่ในปั๊กเกอร์แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำร้อนจนน้ำขมิ้นแห้ง

จากข้อเสนอการทดลองข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า ในการสกัดเม็ดยาจากขมิ้นนั้นควรมีวิธีการทำได้มากกว่า 1 วิธี หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. ถ้านักเรียนจะสกัดเมล็ดสีจากขมิ้น นักเรียนจะเลือกใช้วิธีการอย่างไรอีกหรือไม่ (ที่ไม่ซ้ำกับของ นาย ก. นาย ข. นาย ค.) ถ้ามีให้อธิบายวิธีการ
-
-
-
3. วิธีการสกัดเมล็ดสีจากขมิ้นที่นักเรียนเสนอตามข้อ 2. มีความคล้ายคลึงกับวิธีของใคร (นาย ก. นาย ข. และ นาย ค.) มากที่สุด
-
-
-
-
4. ในการค้นคว้าทดลองหรือศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้วิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ที่เหมือนกันหรือไม่เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือได้ผลอย่างเดียวกันเพราะเหตุใด
-
-
-
-
- *** สรุปผลการสัมภาษณ์
- นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....
-
-
-
- [] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าในการทดลองใดๆที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรหลายตัว ผลการทดลองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงหรือเนื่องจากมีข้อจำกัดของการทดลองที่ผู้ทดลองไม่สามารถควบคุมได้

1. นักเรียนคิดว่าในการทดลองใดๆที่มีตัวแปรหลายตัว ถ้าผู้ทำการทดลองมีความรู้และความชำนาญสูง ผลการทดลองที่เกิดขึ้นควรจะมี ความถูกต้องชัดเจนโดยไม่มี ความคลาดเคลื่อนหรือไม่

.....

2. ถ้านักเรียนคิดว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ความคลาดเคลื่อนนั้นน่าจะเกิดจากสาเหตุใด

.....

.....

.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 3. นักเรียนมีความเข้าใจว่า ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ยังต้องการการค้นพบอื่นๆอีกมากจากวิธีการที่หลากหลาย จึงไม่ควรลงสรุปว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์จนกว่าจะมีข้อมูลใหม่ที่เป็นจริงและถูกต้องมากกว่ามาสนับสนุน

1. นักเรียนคิดว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์มาแล้ว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องใด มีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะดำรงความถูกต้องไว้ตลอดไปหรือไม่

.....

2. จำเป็นต้องมีการสืบค้นในเรื่องดังกล่าวอีกต่อไปหรือไม่

.....

3. ถ้าจำเป็นต้องมีการสืบค้นต่อควรใช้วิธีการแบบเดิมที่เคยใช้ หรือใช้วิธีการแบบใหม่อย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 4. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากการค้นพบบางอย่างนอกเหนือจากเรื่องที่กำลังสนใจศึกษาอยู่

นักเรียนคิดว่า ข้อมูลความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นจากการค้นพบข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางอย่างนอกเหนือจากเรื่องที่นักวิทยาศาสตร์กำลังสนใจศึกษายูนั้่น ควรมีลักษณะเช่นใด (กา./ เพียงข้อเดียว) เพราะเหตุใด

- [] ข้อมูลความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์ทุกอย่างจะต้องเกิดขึ้นจากการที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจที่จะศึกษาเรื่องนั้นเป็นการเฉพาะ
- [] ข้อมูลความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์บางอย่างอาจเกิดขึ้นมาโดยบังเอิญพร้อมกับเรื่องที่นักวิทยาศาสตร์กำลังสนใจค้นคว้าอยู่
- [] ข้อมูลความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์บางอย่างอาจเกิดขึ้นโดยบังเอิญในขณะที่นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้ตั้งใจจะศึกษาค้นคว้าเรื่องใดๆ

เหตุผลเพราะว่า.....

***** สรุปผลการสัมภาษณ์**

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าคนทุกคนล้วนมีส่วนสร้างคุณประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในอดีตที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน จะสังเกตเห็นว่าโลกนับวันจะเจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากมนุษย์มีความพยายามที่จะหาสิ่งอำนวยความสะดวกสบายและเอาชนะธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์และเครื่องมือต่างๆ อาทิเช่น อุปกรณ์สำนักงาน เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรกลการเกษตร คอมพิวเตอร์ และสิ่งประดิษฐ์อื่นๆอีกมากมาย อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากความคิดของมนุษย์ทั้งสิ้น ผลแห่งการคิดค้นเหล่านั้นล้วนมีบทบาทสำคัญที่ทำให้วงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถาม 2 ข้อ ต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า บุคคลใดที่ถือว่ามามีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....
2. นักเรียนคิดว่า บุคคลใดบ้างที่มีส่วนสร้างความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการนำแนวความคิดหรือกฎและทฤษฎีต่างๆมาเชื่อมโยงกันจนสามารถสร้างผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ได้สำเร็จ

.....

.....

.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลใด ๆ มีความสำคัญต่อ
การค้นพบอื่นๆทางวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนคิดว่า การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลใด ๆ นั้นมีความสำคัญต่อข้อค้นพบอื่นๆทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลอื่นหรือไม่.....

2. ถ้าการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลใด ๆ มีความสำคัญต่อข้อค้นพบอื่นๆทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลอื่นแล้ว นักเรียนคิดว่าความสำคัญนั้นควรเป็นความสำคัญสำหรับผู้ค้นคว้าในสาขาเดียวกันหรือต่างสาขากัน

.....

.....

.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 3. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบ
ล้วนเป็นสมบัติร่วมกันของทุกคน

ข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ที่ถูกคิดค้นขึ้นมา
นั้น บางอย่างมาจากแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ บางอย่างมาจาก
แนวความคิดของบรรดาครู- อาจารย์ของสถาบันการศึกษา บางอย่าง
มาจากแนวความคิดของนักเรียน นิสิต นักศึกษา และบางอย่างมา
จากแนวความคิดของบุคคลอื่นๆ ที่มีความสนใจทางวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เหล่านี้ที่ถูกคิดค้นขึ้นมามีขึ้น
ประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งสิ้น

จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนคิดว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่
ถูกคิดค้นขึ้นมานั้น ควรถือเป็นสมบัติของผู้ใด เพราะเหตุใด

.....
.....
.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....
.....
.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 4. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องทำในห้องปฏิบัติการเท่านั้นแต่สามารถศึกษาค้นคว้าทดลองได้จากที่อื่นๆด้วย

1. นักเรียนคิดว่าการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องทำในห้องปฏิบัติการหรือไม่ เพราะเหตุใด.....
.....
2. และถ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า นักเรียนคิดว่าเครื่องมือที่ใช้ควรมีคุณภาพอย่างไร.....
.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....
.....
.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

- ข้อที่ 5. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการคอมพิวเตอร์นั้นมีประโยชน์ต่อการวิทยาศาสตร์ในลักษณะซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่รับข้อมูลเข้าไปประมวลผล และสื่อความหมาย เหตุที่คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทต่อการต่างๆ เป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของคอมพิวเตอร์ ที่สามารถทำงานได้รวดเร็ว เป็นอัตโนมัติ มีความถูกต้องเที่ยงตรง มีขีดความสามารถในการจำสูง สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ในสถานะที่มีความเสี่ยงภัย และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย ซึ่งถือได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในโลกของปัจจุบันและอนาคต

จากข้อมูลข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถาม 3 ข้อ ต่อไปนี้

1. นักเรียนคิดว่า คอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่อการทำงานของมนุษย์อย่างไรบ้าง
.....
.....
.....
2. นักเรียนเคยใช้คอมพิวเตอร์บ้างหรือไม่ ถ้าเคยใช้ นักเรียนนำไปใช้ในการทำงานเกี่ยวกับอะไร
.....
.....
.....
3. นักเรียนคิดว่า ในวงการวิทยาศาสตร์นั้นมีการนำเอาคอมพิวเตอร์ไปใช้บ้างหรือไม่ ถ้ามีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ นักวิทยาศาสตร์จะนำไปใช้ในการทำงานด้านใดบ้าง
.....
.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

 [] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

ข้อที่ 6. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 อย่างสม่ำเสมอ

1. นักเรียนคิดว่าผู้ที่เป็่นนักวิทยาศาสตร์น่าจะมีบุคลิกลักษณะอย่างไร

2. ถ้านักเรียนทำการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามลำพังคนเดียวแล้วได้ผลการทดลองในครั้งที่ 1
 และครั้งที่ 2 เหมือนกัน นักเรียนจะทำการทดลองนั้นซ้ำเป็นครั้งที่ 3 อีกหรือไม่ (หรือจะ
 ใช้ผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 1 หรือ ครั้งที่ 2)

3. ถ้านักเรียนทำการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งร่วมกับบุคคลอื่นแล้วได้ผลการทดลองในครั้งที่ 1
 และครั้งที่ 2 เหมือนกัน นักเรียนจะทำการทดลองนั้นซ้ำเป็นครั้งที่ 3 อีกหรือไม่ (หรือจะ
 ใช้ผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 1 หรือ ครั้งที่ 2)

4. ในการดำเนินชีวิตร่วมกับผู้อื่น นักเรียนจะตัดสินใจในเรื่องต่างๆโดยใช้ความคิดเห็นของตนเอง หรือรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เพราะเหตุใด

.....

5. ในขณะทำการทดลองถ้าเกิดปัญหขึ้นนักเรียนจะตัดสินใจแก้ปัญหาตามที่ผู้อื่นเสนอแนะหรือไม่ เพราะอะไร

.....

*** สรุปผลการสัมภาษณ์

นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า.....

.....

[] เข้าใจมาก [] เข้าใจน้อย [] ไม่เข้าใจ

เกณฑ์การให้คะแนนของคำตอบที่ได้จากการสัมภาษณ์
เรื่องความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ด้านทัศนสากลเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการทดลองที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจะให้ผลที่แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันได้ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้งจนแน่ใจว่าถูกต้อง

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลความรู้ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้โดยทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง(มากกว่า 2- 3 ครั้ง)แล้วให้ผลการทดลองเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน หรือเปรียบเทียบผลการทดลองกับผู้อื่นหลายๆคนที่ทำในเรื่องเดียวกันแล้วผลการทดลองออกมาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลความรู้ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้โดยทำการทดลองซ้ำเพียง 2- 3 ครั้ง แล้วให้ผลการทดลองเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน หรือเปรียบเทียบผลการทดลองกับผู้อื่นเพียงคนเดียวหรือสองคนที่ทำในเรื่องเดียวกันแล้วผลการทดลองออกมาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลความรู้ที่ได้จากการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้โดย ทำการทดลองซ้ำเพียงครั้งเดียวแล้วให้ผลการทดลองเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน หรือเข้าใจว่าไม่ต้องมีการตรวจสอบเพราะมั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งแรกนั้นถูกต้องแล้ว

ข้อที่ 2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนใหม่ได้เสมอเมื่อได้ข้อมูลใหม่หรือใช้วิธีการใหม่ในการสังเกตปรากฏการณ์เก่าๆ

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถปรับเปลี่ยนใหม่ได้เสมอเมื่อได้ข้อมูลใหม่ที่ละเอียดกว่าเดิม โดยใช้วิธีการใหม่หรือใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยหรือที่เหมาะสมยิ่งขึ้นในการสังเกตปรากฏการณ์เดิม

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้เมื่อมีข้อค้นพบใหม่เพิ่มขึ้นโดยใช้วิธีการแบบเก่าในการสังเกตปรากฏการณ์เดิม

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้เลย เพราะนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ค้นพบดังนั้นจึงต้องมีความถูกต้องและเป็นจริงเสมอ

ข้อที่ 3. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางเรื่องที่มีอยู่ในอดีตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในปัจจุบัน

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางกรณีที่ถูกค้นพบในอดีตสามารถนำมาเชื่อมโยงกับข้อค้นพบในปัจจุบัน และส่งผลให้เกิดข้อค้นพบใหม่ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางกรณีที่ถูกค้นพบในอดีตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยการเชื่อมโยงกับข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกค้นพบในปัจจุบัน

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางกรณีที่ถูกค้นพบในอดีต ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันได้

ข้อที่ 4. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการทดลองหรือการสืบค้นความรู้วิทยาศาสตร์บางกรณี
ไม่สามารถกระทำได้นี้เนื่องจากข้อจำกัดจริยธรรมและคุณธรรม

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าในการทำการทดลองใดๆที่กระทำกับมนุษย์หรือสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ควรคำนึงถึงเรื่องจริยธรรมหรือคุณธรรมในทุกกรณี (เช่น ถ้าการทดลองมีลักษณะทารุณก็ไม่ควรทดลองทั้งกับสัตว์และมนุษย์) เพราะไม่ว่าสัตว์เล็กสัตว์ใหญ่หรือมนุษย์ล้วนมีคุณค่า มีชีวิตจิตใจที่ต้องคำนึงถึงไม่แตกต่างกัน

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าในการทำการทดลองใดๆที่กระทำกับมนุษย์หรือสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ควรคำนึงถึงเรื่องจริยธรรมหรือคุณธรรมเฉพาะบางกรณีเท่านั้น (เช่น ถ้าการทดลองมีลักษณะทารุณก็ควรทดลองกับสัตว์แทนการทดลองกับมนุษย์ หรือถ้าเป็นสัตว์เล็กก็ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงก็ได้)

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องจริยธรรมหรือคุณธรรมในทุกกรณี เพราะเป็นการทดลองดังนั้นจึงควรคิดว่าสัตว์หรือมนุษย์ไม่ต่างจากอุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่นใดที่ใช้ในการทดลองนั้น ซึ่งควรคำนึงถึงประโยชน์ที่ได้รับจากผลการทดลองนั้นมากกว่า

ด้านการสืบค้นเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าในปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง บุคคลอาจใช้แนวความคิดเกี่ยวกับวิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ การเก็บรวบรวมข้อมูล การให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และการใช้จินตนาการในการสร้างสมมติฐานและคำอธิบายที่เหมาะสมที่แตกต่างกันได้ โดยสามารถนำไปสู่ข้อสรุปอย่างเดียวกันได้

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าในการศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านอาจใช้วิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ (รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล การให้เหตุผลที่เหมาะสม และการใช้จินตนาการ) บางอย่างเหมือนกันและบางอย่างต่างกัน ในการนำไปสู่ข้อสรุปอย่างเดียวกัน

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าในการศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านใช้วิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ (รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล การให้เหตุผลที่เหมาะสม และการใช้จินตนาการ) ที่แตกต่างกันในทุกด้านในการนำไปสู่ข้อสรุปอย่างเดียวกัน

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าในการศึกษาปรากฏการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้นนักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านใช้วิธีการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ (รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล การให้เหตุผลที่เหมาะสม และการใช้จินตนาการ) ที่เหมือนกันในการนำไปสู่ข้อสรุปอย่างเดียวกัน

ข้อที่ 2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าในการทดลองใดๆที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรหลายตัว ผลการทดลองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงหรือเนื่องจากมีข้อจำกัดของการทดลองที่ผู้ทดลองไม่สามารถควบคุมได้

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าในการทดลองใดๆ ผลการทดลองที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งการที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าในการทดลองใดๆ ผลการทดลองที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงได้

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าในการทดลองใดๆ ผลการทดลองจะถูกต้องเสมอโดยไม่มีความคลาดเคลื่อนใดๆเกิดขึ้น

ข้อที่ 3. นักเรียนมีความเข้าใจว่า ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ยังต้องการการค้นพบอื่นอีกมากจากวิธีการที่หลากหลาย จึงไม่ควรลงสรุปว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์จนกว่าจะมีข้อมูลใหม่ที่เป็นจริงและถูกต้องมากกว่ามาสนับสนุน

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์อาจไม่ถูกต้องเพียงพอตลอดเวลาเสมอไป ควรมีการค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้วิธีการที่หลากหลายเพิ่มขึ้นมากกว่าที่เคยใช้มาแต่เดิม เพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้ใหม่ที่มีความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์อาจไม่ถูกต้องตลอดเวลาเสมอไป จึงควรมีการค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้วิธีการแบบเดิม

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการสืบค้นทางวิทยาศาสตร์ มีความถูกต้องตลอดไป

ข้อที่ 4. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากการค้นพบบางอย่างนอกเหนือจากเรื่องที่กำลังสนใจศึกษาอยู่

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์บางอย่างอาจเกิดขึ้นได้โดยบังเอิญ แม้ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่ในระหว่างทำการศึกษาค้นคว้าทดลองใดๆ

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์บางอย่างอาจเกิดขึ้นได้โดยบังเอิญในระหว่างที่ทำการค้นคว้าในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอยู่

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าข้อมูลความรู้ใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์ทุกอย่างย่อมเกิดขึ้นอย่างตั้งใจในการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนั้นๆโดยตรง

ด้านกิจการเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าคนทุกคนล้วนมีส่วนสร้างคุณประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าคนทุกคนรวมทั้งตัวนักเรียนเองมีส่วนสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์และอาจารย์ที่สอนวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือนักวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่มีส่วนสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าเฉพาะนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่มีส่วนสร้างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

ข้อที่ 2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลใดมีความสำคัญต่อการค้นพบอื่นๆทางวิทยาศาสตร์

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าการค้นคว้าในเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการค้นพบในเรื่องอื่นๆทางวิทยาศาสตร์โดยไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นสาขาเดียวกัน

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าการค้นคว้าในเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการค้นพบในเรื่องอื่นๆทางวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถามโดยแสดงความเข้าใจว่าการค้นคว้าในเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสำคัญต่อการค้นพบในเรื่องอื่นๆทางวิทยาศาสตร์เลย

**ข้อที่ 3. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบ
ล้วนเป็นสมบัติร่วมกันของคน**

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบในที่ต่างๆ เป็นสมบัติของผู้ค้นพบและมนุษยชาติทุกคนโดยส่วนรวมทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบในที่ต่างๆ เป็นสมบัติของผู้ค้นพบ รวมถึงวงศ์ตระกูลและประเทศชาติของผู้ค้นพบนั้น

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ถูกค้นพบในที่ต่างๆ เป็นสมบัติเฉพาะของผู้ค้นพบเท่านั้น

**ข้อที่ 4. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องทำ
ในห้องปฏิบัติการเท่านั้นแต่สามารถศึกษาค้นคว้าทดลองได้จากที่อื่นๆ ด้วย**

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้น ไม่จำเป็นต้องทำในห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือเพียบพร้อม แต่อาจกระทำในที่ใดก็ได้ที่เป็นแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมของการทดลองเรื่องนั้นๆ และเครื่องมือที่ใช้ก็ไม่จำเป็นต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพสูง อาจเป็นเครื่องมือที่มีใช้โดยทั่วไปหรือหาได้ง่าย

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้น ควรกระทำในห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือพร้อมแต่ไม่จำเป็นต้องมีคุณภาพสูงก็ได้

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าในการค้นคว้าทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นควรกระทำในห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงเท่านั้น

ข้อที่ 5. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการคอมพิวเตอร์นั้นมีประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์ในลักษณะซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าคอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์ในงานด้านการพิมพ์ โครงการและรายงานการวิจัย บันทึกข้อมูล รวมทั้งประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจน การจำลองการทดลอง และการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ให้ทั่วถึงกันทั่วโลก

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าคอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์ในงานด้านการพิมพ์โครงการและรายงานการวิจัย รวมทั้งการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่าคอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์เฉพาะในงานด้านการพิมพ์โครงการและรายงานการวิจัย หรือบันทึกข้อมูลเท่านั้น

ข้อที่ 6. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ

ก. ให้ 3 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจมาก) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรแสดงพฤติกรรมว่ามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์(เช่น ซื่อสัตย์ ใจกว้าง ไม่มั่งงาย ฯลฯ)ทั้งในระหว่างทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการดำเนินชีวิตร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันและในการดำเนินชีวิตร่วมกับบุคคลอื่นโดยทั่วไป

ข. ให้ 2 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจปานกลาง) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรแสดงพฤติกรรมว่ามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (เช่น ซื่อสัตย์ ใจกว้าง ไม่มั่งงาย ฯลฯ)ทั้งในระหว่างทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และในการดำเนินชีวิตร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน

ค. ให้ 1 คะแนน (ซึ่งแปลความว่ามีความเข้าใจน้อย) เมื่อนักเรียนตอบคำถาม โดยแสดงความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ควรแสดงพฤติกรรมว่ามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์(เช่น ซื่อสัตย์ ใจกว้าง ไม่มั่งงาย ฯลฯ) ควรแสดงพฤติกรรมว่ามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เฉพาะในระหว่างทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

ภาคผนวก ง

1. บัญชีแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องฯ
2. บัญชีแสดงค่าอำนาจจำแนกฯ
3. บัญชีแสดงค่าความเชื่อมั่นฯ

บัญชีแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแบบสอบถามประสพการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์
จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามฯ ระดับชั้นประถมศึกษา					แบบสอบถามฯ ระดับชั้นมัธยมศึกษา				
ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3			1	2	3	
1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1.0
2	1	1	1	1.0	2	1	1	1	1.0
3	1	1	1	1.0	3	1	1	1	1.0
4	1	1	1	1.0	4	1	1	1	1.0
5	1	1	1	1.0	5	1	1	1	1.0
6	1	1	1	1.0	6	1	1	1	1.0
7	1	1	1	1.0	7	1	1	1	1.0
8	1	1	1	1.0	8	1	1	1	1.0
9	1	1	1	1.0	9	1	1	1	1.0
10	1	1	1	1.0	10	1	1	1	1.0
11	1	1	1	1.0	11	1	1	1	1.0
12	1	1	1	1.0	12	1	1	1	1.0
13	1	1	1	1.0	13	1	1	1	1.0
14	1	1	1	1.0	14	1	1	1	1.0
15	1	1	1	1.0	15	1	1	1	1.0
16	1	1	1	1.0	16	1	1	1	1.0
17	1	1	1	1.0	17	1	1	1	1.0
18	1	1	1	1.0	18	1	1	1	1.0
19	1	1	1	1.0	19	1	1	1	1.0
20	1	1	1	1.0	20	1	1	1	1.0
21	1	1	1	1.0	21	1	1	1	1.0
22	1	1	1	1.0	22	1	1	1	1.0
23	1	1	1	1.0	23	1	1	1	1.0
24	1	1	1	1.0	24	1	1	1	1.0
25	1	1	1	1.0	25	1	1	1	1.0
ภาพรวม(เฉลี่ย)				1.0	ภาพรวม(เฉลี่ย)				1.0

ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

- 1) รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย มหาวิทยลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- 2) ดร.ปรีชาญ เดชศรี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) ผศ.กัลยา เล็กสกุล มหาวิทยลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

บัญชีแสดงค่าอำนาจจำแนก
ของแบบสอบถามประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการหาค่า t *(ระหว่างกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ)

แบบสอบถามฯ ระดับชั้นประถมศึกษา						แบบสอบถามฯ ระดับชั้นมัธยมศึกษา					
ข้อ	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t	ข้อ	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		t
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2			$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2	
1	3.68	0.89	2.48	1.26	4.09	1	3.68	0.98	3.00	1.42	2.20
2	4.48	0.34	3.72	0.88	3.44	2	4.16	0.47	3.24	1.11	3.66
3	3.12	1.03	1.64	0.91	5.32	3	4.40	0.50	3.68	1.06	2.88
4	3.20	0.83	1.72	0.46	6.51	4	3.04	0.46	0.92	0.49	5.75
5	3.04	1.12	1.68	0.48	5.38	5	3.76	1.27	2.40	1.17	4.35
6	2.80	1.50	1.76	0.52	3.66	6	4.20	0.67	3.44	1.26	2.74
7	3.32	0.73	1.84	0.97	5.68	7	2.00	0.92	1.20	0.25	3.70
8	3.44	1.17	1.96	0.87	5.17	8	3.00	0.83	1.72	0.79	5.02
9	3.16	1.39	2.04	1.12	3.53	9	2.84	0.89	1.68	0.73	4.56
10	3.08	1.33	2.04	0.54	3.81	10	3.60	0.83	2.68	1.48	3.03
11	3.36	1.16	2.08	0.66	4.75	11	2.40	1.25	1.32	0.23	4.44
12	3.68	0.64	1.96	0.96	6.80	12	3.12	1.11	1.88	0.94	4.33
13	3.20	0.92	1.36	0.57	7.54	13	3.52	0.34	1.96	1.04	6.63
14	3.60	0.92	2.48	1.18	3.87	14	3.88	0.86	2.32	0.98	5.76
15	3.44	1.01	2.20	1.17	4.21	15	3.68	1.48	2.12	1.78	4.32
16	3.72	1.21	2.24	1.36	4.62	16	1.92	1.24	1.12	0.11	3.44
17	3.76	0.61	1.64	0.66	9.43	17	2.16	1.31	1.16	0.14	4.16
18	3.64	0.91	1.84	1.06	6.42	18	2.80	1.42	1.48	0.59	4.66
19	4.04	0.79	2.96	1.54	3.54	19	4.60	0.50	3.24	1.11	5.36
20	2.88	1.69	1.24	0.27	5.85	20	3.84	0.89	2.32	1.23	5.22
21	3.84	1.47	2.12	1.44	5.04	21	2.20	1.58	1.00	0.00	4.77
22	3.72	0.79	2.32	1.14	5.03	22	4.16	0.97	2.72	1.29	4.78
23	3.36	1.07	2.08	0.99	4.45	23	4.16	0.64	2.92	1.41	4.33
24	3.88	0.61	2.28	1.21	5.93	24	3.88	0.78	2.64	1.41	4.20
25	3.60	1.25	2.08	1.66	4.46	25	3.44	0.51	2.12	0.94	5.48
= 0.82						= 0.86					

* ค่า t สูงกว่า 1.75 ถือว่ามีอำนาจจำแนก

บัญชีคะแนนในการหาความเชื่อมั่น (α)
ของแบบสอบถามประสพการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อที่	ระดับชั้นประถมศึกษา							ข้อที่	ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น						
	จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ					ค่าสถิติสรุป			จำนวนคนที่ตอบในแต่ละระดับ					ค่าสถิติสรุป	
	5	4	3	2	1	S_i^2	S_t^2		5	4	3	2	1	S_i^2	S_t^2
1	12	32	48	12	3	0.85	172.72	1	13	33	45	14	2	0.86	136.17
2	7	31	39	25	5	0.97		2	18	49	34	6	0	0.65	
3	29	49	24	4	1	0.73		3	29	44	28	4	2	0.84	
4	33	32	28	9	5	1.27		4	2	10	26	39	30	1.03	
5	3	16	34	39	15	1.00		5	10	31	42	19	5	1.00	
6	2	16	41	32	16	0.96		6	16	53	29	8	1	0.72	
7	12	21	43	23	8	1.17		7	0	2	13	30	62	0.60	
8	4	18	26	37	22	1.23		8	47	38	20	1	1	0.71	
9	8	26	34	22	17	1.38		9	4	8	29	47	19	0.97	
10	8	17	25	30	27	1.53		10	8	13	40	31	15	1.19	
11	8	29	41	19	10	1.13		11	12	25	36	23	11	1.32	
12	16	21	29	27	14	1.59		12	1	11	27	46	22	0.88	
13	9	11	23	34	30	1.52		13	6	14	44	37	6	0.89	
14	7	38	42	9	11	1.08		14	10	32	38	17	10	1.20	
15	3	24	42	24	14	1.05		15	18	29	40	17	3	1.07	
16	16	35	35	14	7	1.20		16	10	28	27	22	20	1.59	
17	6	24	39	25	13	1.16		17	6	15	20	38	28	1.39	
18	4	30	34	27	12	1.13		18	5	13	29	37	23	1.21	
19	4	9	24	36	34	1.55		19	29	44	23	8	3	1.02	
20	21	26	29	21	10	1.54		20	12	28	40	23	4	1.05	
21	17	29	23	19	19	1.80		21	3	9	20	21	54	1.29	
22	17	29	42	13	6	1.14		22	14	39	33	16	5	1.09	
23	8	29	42	14	14	1.24		23	29	26	34	9	9	1.48	
24	24	38	35	15	5	1.27		24	10	35	48	7	7	0.94	
25	13	21	32	22	19	1.60		25	9	24	42	19	13	1.24	
ผลรวม						31.09	172.72	ผลรวม						26.23	136.17
ค่าความเชื่อมั่น (α)						.86		ค่าความเชื่อมั่น (α)						.84	

- หมายเหตุ 1. ข้อมูลข้างต้นไดจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หอง 3/2 3/5 และ 3/9 โรงเรียนครุณราชบุรี
อำเภอเมือง จ.ราชบุรี เมื่อภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538
2. ค่า S_i^2 ในตารางหมายถึงค่าความแปรปรวนของแต่ละข้อ
ค่า S_t^2 ในตารางหมายถึงค่าความแปรปรวนทั้งฉบับ

