

บทที่ 9

การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์

เมื่อศึกษาบทเรียนนี้จบแล้ว ท่านควรจะสามารถ

1. อภิปรายความหมายของการวัดผลและการประเมินผล
2. อภิปรายถึงหลักการวัดผลโดยทั่วไปได้
3. อธิบายเกี่ยวกับการประเมินผลที่ดี
4. ระบุรูปแบบของการประเมินผลการเรียนการสอนที่ใช้ในโรงเรียนในปัจจุบัน
5. เปรียบเทียบข้อทดสอบที่เป็นแบบอัตนัยและแบบปรนัย
6. ระบุพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์
7. เขียนข้อทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยม
8. วิเคราะห์ความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมของข้อทดสอบจากการนำเสนอของเพื่อนในชั้นเรียน

กิจกรรมที่มีความหมายต่อผู้เรียนและผู้สอนประการสำคัญประการหนึ่ง คือ การสอบ ซึ่งโรงเรียนทั่วไปได้ตั้งจุดมุ่งหวังไว้ว่าจะต้องมีการเรียน การสอน และการสอบ โดยมีการกำหนดและหรือตกลงกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนว่าจะมีการสอบย่อยทุก ๆ ก็จุดประสงค์ที่ข้อ ก็คะแนน มีการให้คะแนนจากการมอบหมายงานที่ให้นำไปทำที่บ้าน งานกลุ่ม งานเดี่ยว งานแต่ละอย่าง หรือกิจกรรมแต่ละชนิด จะมีการกำหนดให้ชัดเจน เช่น งานอะไร ทำเมื่อใด

ทำอย่างไร กำหนดส่งเมื่อใด ผู้สอนจะต้องแจ้งผลเป็นระยะ ทั้งผลการสอบย่อย หรือหากเป็นงานอื่น ๆ ที่กล่าวมานี้ จะต้องตรวจตราหรือตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้อง แล้วนำไปจัดเข้าเกณฑ์แต่ละคนเพื่อเปรียบเทียบตามระดับคะแนน แล้วนำมาจัดเกรด A B C D F หรือจัดระดับ 4, 3, 2, 1, 0 และจะต้องดำเนินการตามระเบียบของกระทรวงศึกษาธิการที่ว่าด้วยระเบียบการวัดและประเมินผลโดยประมาณของการเรียน ใครได้ 80% ของข้อสอบขึ้นไปจะได้อันดับดีมากที่สุดคือ (4) ได้ 70–79% ได้อันดับดี คือ (3) ได้ 60–69% ได้พอใช้ คือ (2) 60%–59% ได้พอดีผ่าน คือ ได้ (1) ใครต่ำกว่า 50% ไม่ผ่าน คือ ได้ (0) ผู้ที่สอบไม่ผ่าน สอบตก ต้องสอบแก้ตัวเฉพาะจุดประสงค์ที่ไม่ผ่าน

เนื่องจากก่อนการสอนครูได้แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบแล้ว การสอบครูจะต้องออกข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ที่สำคัญ ๆ และต้องแจ้งให้นักเรียนทราบว่า การสอบย่อยหรือสอบกลางภาคครั้งนั้น ๆ จะต้องใช้จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อใดบ้าง ครูต้องออกข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่แจ้งไว้กับนักเรียน ส่วนการประเมินผลปลายภาคเรียน จะต้องประเมินให้ครอบคลุมถึงจุดประสงค์ปลายทาง หรือจุดประสงค์ที่สำคัญทั้งหมด ขอยกตัวอย่างเช่น ครูได้แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ 20 ข้อ เมื่อสอนได้ประมาณ 10 ข้อ จะออกข้อสอบจุดประสงค์ละ 5 ข้อ เป็นข้อสอบกลางภาค 50 ข้อ การสอบปลายภาค เมื่อสอนครบทุกจุดประสงค์ จะออกข้อสอบจุดประสงค์ 11–20 จุดประสงค์ละ 4–5 ข้อ และจะออกข้อสอบจุดประสงค์ปลายทาง หรือจุดประสงค์ที่สำคัญที่เคยสอบมาแล้ว เพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์ที่สำคัญทั้งหมด

ความหมายของการวัดผลและการประเมินผล

คำว่า การวัดผลและการประเมินผลนั้นเป็นคำที่ควบคู่กัน ถ้าไม่มีการวัดก็ไม่มี การประเมิน

การวัดผล (Measurement)

เป็นกระบวนการกำหนด หรือหาจำนวน หรือปริมาณ หรือคุณค่าของสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือของบุคคล โดยใช้เครื่องมือเป็นหลักในการวัดหรือตรวจสอบ เพื่อต้องการทราบคุณภาพ จำนวน หรือปริมาณ ในสิ่งที่ต้องการวัดนั้น เมื่อพูดถึงการวัดผล เรามักจะมุ่งไปที่การออกข้อทดสอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งความจริงแล้วการวัดผลมีความหมายกว้างกว่านั้น เราจะต้องถามตัวเราว่า เราจะวัดอะไร เช่น ถ้าต้องการวัดทางด้านสติปัญญา หรือวัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน เราก็ออกข้อทดสอบ แต่ถ้าต้องการวัดทางด้านอารมณ์จิตใจ เราก็อาจจะใช้การสังเกต หรือต้องการวัดทางด้าน การกระทำทางกายเราก็ให้ลงมือปฏิบัติ เป็นต้น

หลักการวัดผล

การวัดผลที่ดีนั้น ในเชิงปฏิบัติจะต้องมีเกณฑ์ที่ดีสำหรับยึดถือ เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง หลักการวัดผลที่ดีประกอบด้วย

1. **วัดให้ตรงจุดประสงค์** เรื่องนี้สำคัญมาก เพราะมีความสอดคล้องกับการเรียนการสอน ในปัจจุบันว่า เน้นจุดประสงค์เป็นหลักสำคัญ ดังนั้น การวัดแต่ละครั้งจะต้องมั่นใจว่าสามารถ จะวัดให้ตรงกับจุดประสงค์ได้อย่างแท้จริง

2. **ใช้เครื่องมือดี** เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพราะการวัดผลเป็นการตรวจสอบปริมาณ หรือคุณภาพโดยอาศัยเครื่องมือเป็นหลัก ถ้าเครื่องมือไม่ดีพอ ผลที่ได้ก็คงไม่เกิดคุณค่าประการใด

3. **มีความยุติธรรม** การวัดผลที่ดีจะต้องให้ความยุติธรรมแก่สิ่งหรือบุคคลที่จะถูกวัด อย่างเท่าเทียมกัน ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ข้อสอบที่ออกไม่คลุมทุกเรื่อง การตรวจให้คะแนน โดยลำเอียง การให้สิทธิพิเศษแก่เด็กบางคน ฯลฯ ถือว่าเป็นการวัดที่ขาดความยุติธรรม

4. **แปลผลได้ถูกต้อง** การวัดผลทุกครั้งย่อมได้ผลออกมาแทนจำนวนหรือระดับคุณ- ลักษณะที่ส่วนใหญ่จะออกมาในรูปคะแนน (หน่วยน้ำหนัก) หรืออันดับ แล้วมักนำมาเปรียบเทียบ กัน การวัดแต่ละครั้งจะเกิดประโยชน์และแปลผลได้ถูกต้องอย่างสมเหตุสมผล จำเป็นจะต้อง มีหลักเกณฑ์ที่ดีในการเปรียบเทียบผล คือ ทำให้คุณลักษณะนั้น ๆ มีหน่วย (Unity) ที่เท่ากัน

5. **ใช้ผลการวัดให้คุ้มค่า** การวัดที่ดีมิได้มุ่งตรวจสอบว่าเด็กจะจดจำเรื่องราวได้มากน้อย เพียงไร หรือใครจะได้—ตก วัดดูประสงค์ของการวัด คือ พยายามที่จะค้นหาความสามารถที่เด่น หรือด้อยของเด็กเพื่อจะได้พัฒนา หรือปรับปรุงเด็กแต่ละคนให้ดีขึ้น (สอบเพื่อค้นและพัฒนา สมรรถภาพของมนุษย์ : ชวาล แพร์ตกุล)

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล

การวัดผลนักเรียนนั้น ครูไม่ควรมุ่งทางด้านสติปัญญาแต่เพียงด้านเดียว ควรจะได้ใช้ การสังเกตและจดบันทึกเอาไว้ และจะต้องดูความรับผิดชอบของนักเรียนด้วย เครื่องมือที่จะใช้ วัดผลทางการศึกษานั้น ถ้าแบ่งตามหน้าที่และคุณลักษณะที่ใช้สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. แบบทดสอบ
2. การจัดอันดับคุณภาพ
3. แบบสอบถามและแบบสำรวจ
4. การสังเกต

5. การสัมภาษณ์
6. การบันทึก
7. สังคมมิติ
8. การให้ปฏิบัติและการนำไปใช้
9. การให้สร้างจินตนาการ
10. การศึกษาเป็นรายกรณี

1. **แบบทดสอบ** เป็นเครื่องมือของการวัดผลการศึกษาที่สำคัญยิ่ง และใช้กันมากที่สุด ในโรงเรียน เป็นชุดของคำถามหรือกลุ่มของงานที่สร้างขึ้นมาเพื่อชักนำให้ผู้ถูกสอบได้แสดง พฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมา โดยผู้สอนสามารถสังเกตและวัดได้

2. **การจัดอันดับคุณภาพ** เป็นเทคนิคการวัดผลหรือให้คะแนนเกี่ยวกับผลงานที่เป็น ผลผลิต หรือกระบวนการหรือเกี่ยวกับคุณค่าหรือคุณภาพของลักษณะนามธรรมต่าง ๆ ที่ไม่ สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้โดยตรง เช่น การวาดเขียน งานการฝีมือ เรียงความ คัดลายมือ การเตรียมงานหรือปฏิบัติงานในห้องทดลอง ความประพฤติ คะแนนพัฒนาการทางนิสัยหรือ สังคม เป็นต้น

3. **แบบสอบถามและแบบสำรวจ** เครื่องมือวัดชนิดนี้มี 3 ประเภทด้วยกัน คือ

ก. *Checklist* เป็นเครื่องมือที่สำรวจรายการต่าง ๆ สำหรับให้นักเรียนหรือครูใส่ เครื่องหมาย เพื่อแสดงว่ามี—ไม่มี ชอบ—ไม่ชอบ ผลการวัดดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับผู้ตอบเป็นสำคัญว่า ยินดีให้ความจริงและสามารถวินิจฉัยตนเองได้ถูกต้องหรือไม่ และตอบครบรายการที่ถามหรือเปล่า เช่น เธอชอบเลี้ยงนกหรือไม่

ข. *Inventory* เครื่องมือชนิดนี้ก็ทำนองเดียวกับประเภท Checklist แต่การถามมักจะ ยกสถานการณ์มาให้ตอบ เช่น งานอดิเรกของเธอ เธอชอบปลูกต้นไม้หรือเลี้ยงปลาตู้

ค. *Questionnaire* เป็นคำถามที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้ผู้ถูกสอบเติมคำตอบสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้สอบต้องการรู้

4. **การสังเกต** การวัดชนิดนี้ต้องอาศัย ตา—หู เป็นเครื่องมือสื่อความหมาย

5. **การสัมภาษณ์** ใช้ทั้ง ตา หู และปาก เป็นเครื่องมือในการสื่อความหมาย การ สัมภาษณ์ทำให้ได้มีโอกาสพูดคุยกับผู้ถูกสัมภาษณ์ ทำให้รู้จักเด็กได้ดีขึ้น การสัมภาษณ์ที่ดี ควรมีจุดมุ่งหมาย ถ้าจะให้ดียิ่งขึ้นควรเตรียมคำถามไว้ก่อน

6. **การบันทึก** เครื่องมือประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ก. การบันทึกย่อย เป็นการบันทึกข้อเท็จจริงที่ประจักษ์เกี่ยวกับพฤติกรรมที่เด่นชัด และมีความสำคัญต่ออนาคตของเด็ก การบันทึกชนิดนี้ผู้บันทึกจะต้องไม่แสดงความคิดเห็นลงไป

ข. ระเบียบสะสม เป็นการบันทึกข้อมูลของเด็กเป็นเรื่องราวที่ต่อเนื่องกันมา การบันทึกไว้อย่างนี้จะทำให้เห็นภาพเค้าโครงของเด็กได้เป็นอย่างดี

7. สังคมมิติ การวัดชนิดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาโครงสร้างทางสังคมของเด็ก เพื่อจะดูว่าเด็กคนใดเป็นดาราของชั้น หรือมีปัญหาทางสังคม ไม่สามารถจะเข้ากับพรรคพวกได้

8. การให้ปฏิบัติและการนำไปใช้ การวัดชนิดนี้เป็นการวัดความสามารถในการปฏิบัติจริง เป็นการวัดความสามารถขั้นการนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นการวัดเพื่อที่จะให้ผู้ถูกสอบแสดงความสามารถออกมาให้ประจักษ์ตาผู้สอบจริง ๆ เช่น การวัดผลการปฏิบัติการทดลองวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาพลศึกษา เป็นต้น

9. การให้สร้างจินตนาการ เทคนิคที่ใช้ตรวจสอบบุคลิกภาพและสำรวจภูมิหลังเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของเด็ก

10. การศึกษาเป็นรายกรณี เป็นเทคนิคการศึกษาเด็กที่มีปัญหาเป็นรายกรณี ๆ ไป เพื่อศึกษาค้นหาสาเหตุพฤติกรรมที่บกพร่องของเขาแล้วหาทางแก้ไข มักใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบอีกมาก

เนื่องจากการวัดผลเป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจทางหนึ่งเมื่อจบบทเรียนแล้ว การวัดผลที่ดีจะต้องยึดหลักการและเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมอาจต้องมากกว่า 1 อย่าง ก็เป็นไปได้เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกรู้สึกคิด และการลงมือปฏิบัติ และจะต้องทำบ่อย ๆ หลาย ๆ ครั้ง จึงจะเกิดประโยชน์แก่การเรียนรู้ของเด็ก และช่วยให้ครูได้ปรับปรุงการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนเอาใจใส่ต่อการเรียน และเมื่อถึงปลายภาค ปัญหาการสอบตกในปลายภาคจะเกิดขึ้นได้ยาก กับทั้งจะสามารถต้องการจะสอบแก้ตัวและการเรียนซ้ำได้

การประเมินผล (Evaluation)

หมายความว่า การนำผลจากการวัดผลหลาย ๆ ครั้งเหล่านั้นมารวมกันเพื่อสรุปหรือตีค่าในการตัดสินใจการเรียน ดังนั้น การประเมินผลต้องอาศัยการวัด เช่น เมื่อครูสอนบทเรียนไปได้แต่ละบท ก็ควรจะประเมินผลดูว่า นักเรียนได้ความรู้ได้แค่ไหน เพียงไร สิ่งใดนักเรียนไม่รู้ไม่เข้าใจก็สอนซ้ำทบทวนให้เข้าใจ ไม่ปล่อยให้ความไม่เข้าใจสะสมเป็นเวลานาน อนึ่ง การที่นักเรียนตอบข้อสอบผิดเหมือน ๆ กันเป็นจำนวนมาก ย่อมแสดงให้เห็นว่าการสอนของครูไม่ได้ผล ครูจะต้องปรับปรุงการสอนเสียก่อนแล้วทำการสอนใหม่ แล้วจึงทำการวัดผลดูว่าเด็กเข้าใจหรือยัง

ถ้าครูสอนแล้ววัดดูว่านักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจแค่ไหนเพียงใดซ้ำอีก การกระทำเช่นนี้จะเป็นทางช่วยนักเรียนในแง่ที่ว่า การเรียนไม่รู้เรื่องจะลดน้อยลง และการที่นักเรียนไม่เอาถ่าน เกเรก็คงจะลดน้อยลงด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่า การที่นำผลจากการวัดซึ่งมักจะเป็นการให้คะแนน แล้วเอาคะแนนนั้นมาตีค่า ได้-ตก เรียกว่าเป็นการประเมินผล

การประเมินผลที่ดีนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานมาจากการวัดผลที่ดีด้วย ในการวัดผลนักเรียนนั้น ควรจะได้มีการวัดหลาย ๆ วิธี จะต้องวัดให้ต่อเนื่องให้ครอบคลุมทั่วถึง เมื่อนำผลการวัดทั้งหลายมารวมสรุปก็จะทำให้การประเมินผลใกล้ความจริงยิ่งขึ้น

การประเมินผลที่ดี

ควรจะมีลักษณะดังนี้

1. เพื่อจะวางรากฐานในการแนะนำเกี่ยวกับการเรียนการสอน เมื่อครูได้ประเมินผลนักเรียนแล้ว ก็ควรจะได้หาข้อผิดพลาด ข้อบกพร่องต่าง ๆ ไปแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

2. เพื่อประเมินกระบวนการเรียนการสอน จะเห็นว่าเมื่อครูทำการวัดผลและเอาคะแนนที่ได้มาตีค่าตัดสิน ได้-ตก แล้ว ถ้านักเรียนสอบตกมากครูจะโทษนักเรียนฝ่ายเดียวหรือ ครูจะต้องพิจารณาดูตัวเองด้วย เพราะครูอาจจะออกข้อทดสอบไม่ดีหรือสอนไม่ดีก็ได้

3. เพื่อประเมินจุดประสงค์ของการสอน ก่อนที่จะประเมินนั้นจะต้องพิจารณาดูว่าครูตั้งจุดประสงค์ในการสอนไว้อย่างไร ผลที่ประเมินออกมาสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่ และควรจะได้ประเมินหลาย ๆ ครั้ง (ยุพิน พิพิธกุล 2523 : 391)

ในทางปฏิบัติ โดยทั่วไปในโรงเรียนปัจจุบันนี้ได้จัดให้มีการประเมินผลการเรียนการสอนเป็น 2 ประเภท คือ

1. การประเมินผลย่อย (Formative Evaluation)

2. การประเมินผลรวม (Summative Evaluation)

1. การประเมินผลย่อย หมายถึง การสอนในเนื้อหาเมื่อเรียนจบไปแต่ละบทเรียน เพื่อให้ผลการสอบส่งผลกลับให้ครูและนักเรียนทราบความก้าวหน้าในการเรียนแต่ละบท และยังชี้ข้อบกพร่องในการเรียนแต่ละบทเรียน ว่านักเรียนทำข้อใดถูกข้อใดผิด เพื่อจะได้หาความรู้เพิ่มเติมและแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง ลักษณะของการประเมินผลย่อยเป็นดังนี้

1.1 ในขณะที่ครูทำการสอนนั้น ย่อมจะมีการทดสอบอยู่ตลอดเวลา เริ่มต้นมาตั้งแต่ การทำข้อทดสอบก่อนเรียน เมื่อได้คะแนนแล้วครูก็นำมาประเมินค่าดูพื้นฐานความรู้ของนักเรียน ในการที่จะเป็นแนวทางในการเตรียมการสอนต่อไป

1.2 ครูอาจจะแบ่งบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยหลาย ๆ หน่วย หรืออาจจะแบ่งเป็น บทเรียนหนึ่ง ๆ เมื่อจบบทเรียนแล้วก็มีการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

1.3 การประเมินผลย่อยนี้จะกระทำขณะที่ครูกำลังดำเนินการสอนอยู่ และควร จะกระทำต่อเนื่องกันไปโดยสม่ำเสมอ เมื่อพบข้อบกพร่องตอนใดก็จะได้แก้ไขทันที

1.4 การประเมินผลย่อยนั้นควรจะทำก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่ต่อไป

1.5 การประเมินผลย่อยมุ่งเพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น ไม่ได้ นำผลมาตัดสิน ได้-ตก แต่ประการใด

การประเมินผลย่อยนี้ โรงเรียนควรมีข้อตกลงในเรื่องการประเมินผลเพื่อปรับปรุง การเรียนการสอนบางประการด้วยว่า ให้มีการพิจารณาคะแนนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนและคุณธรรมความดีประกอบกันด้วย

คุณธรรมความดีคืออะไรบ้าง การจัดการศึกษาเพื่อมุ่งสร้างเสริมคุณภาพของพลเมือง ให้สามารถดำรงชีวิตและทำประโยชน์แก่สังคม ถ้าไม่เน้นคุณธรรมความดีจะหาคนมีประโยชน์ ต่อสังคมได้ยาก คุณธรรมความดี (เอกสารประกอบความรู้ หมวดที่ 3 กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ 2529 : 149) ประกอบด้วย

1. ความมีระเบียบวินัย วินัยในชั้น การทำงาน มีวินัยตนเอง
2. ความรับผิดชอบ ตรงเวลา รู้หน้าที่ ความพร้อมในการเรียน
3. การเสียสละเพื่อส่วนรวม ช่วยงานส่วนรวม ชื่น เพื่อน
4. ความขยันหมั่นเพียร อุทิศทุ่มเท ติดตามงานที่ได้รับมอบหมาย
5. ความมีน้ำใจ ซื่อสัตย์ กตัญญูต่อเพื่อน ต่อครูอาจารย์โรงเรียน
6. มารยาทดี มีวัฒนธรรม เคารพเชื่อฟัง ปฏิบัติตามคำสั่ง

2. การประเมินผลรวม เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนเมื่อสิ้นภาคเรียนหรือ สิ้นปีการศึกษา เป็นการประเมินผลครั้งสุดท้าย ลักษณะของการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการ เรียน ได้-ตก ให้เกรด หรือเลื่อนชั้นดังนี้

2.1 เป็นการประเมินผลรวมทั้งหมดของหลักสูตร หรือเมื่อเรียนจบวิชาหนึ่ง เป็นการประเมินผลเมื่อการเรียนการสอนได้สิ้นสุดลงแล้ว

2.2 จุดมุ่งหมายของการประเมินผลรวมก็คือ ให้มีการทดสอบรวมและให้คะแนนเพื่อนำไปตัดสินการได้ตกหรือเลื่อนชั้น

2.3 การประเมินผลรวมนี้ใช้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ตลอดปี หรือตลอดเทอมของนักเรียนเป็นรายบุคคล

2.4 การประเมินผลรวมนี้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมจะมีการทดสอบย่อยในระหว่างภาคเรียนและทดสอบปลายภาค ครูจะเอาคะแนนทั้งหมด คือ 1. คะแนนระหว่างภาคเรียน 2. คะแนนสอบกลางภาค 3. คะแนนสอบปลายภาค สัดส่วนของคะแนนให้เป็นไปตามที่ฝ่ายวิชาการและหมวดกำหนด มาประเมินผลรวมเพื่อตัดสินผลการเรียนของแต่ละคน

2.5 ผู้สอนจะต้องจัดลำดับคุณภาพของผู้เรียนว่าใครได้ระดับผลการเรียนในระดับใด กล่าวคือ ระดับ 4, 3, 2, 1 หรือ 0 หรือติด “ร” หรือ “มส”

2.6 ผู้สอนจะต้องดำเนินการต่อไปกับนักเรียนที่ได้ 0 ติด “ร” หรือ “มส” ตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 หรือตอนปลายพุทธศักราช 2524 และระเบียบดังกล่าวทั้ง 2 ฉบับนี้ ได้มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งประกาศ ณ วันที่ 17 มิถุนายน 2529 ลงนามโดยนายขุนทอง ภูผิวเดือน รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งระเบียบดังกล่าวได้จัดไว้ในภาคผนวกขอให้ศึกษาและทำความเข้าใจเพื่อปฏิบัติตาม

พฤติกรรมการณ์เรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเน้นในด้านการใช้กระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้ตามวิธีวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะเป็นที่ทราบกันแล้วว่าความรู้ต่าง ๆ นั้นไม่ได้มีจำกัดเฉพาะที่มีการค้นพบแล้วหรือมีเพียงเฉพาะในตำราเท่านั้น ความรู้ใหม่ ๆ หรือสรรพความรู้ในโลกที่มนุษย์พยายามจะเสาะหา ยังมีอีกมากมาย ยังท้าทายให้ผู้ใฝ่หาความรู้ทั้งหลายอยากก้าวต่อไปอีก โดยการสืบเสาะ ในด้านการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บทบาทและหน้าที่โดยตรงที่ผู้สอนจะต้องฝึกผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และจะต้องเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ซึ่งสังเกตเห็นได้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของเบนจามิน เอส บลูม และคนอื่น ๆ (Benjamin S. Bloom and others) กล่าวถึงมี 5 อย่างดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods)
4. เจตคติและความสนใจ (Attitude and Interest)
5. ทักษะปฏิบัติการ (Manual Skills)

1. พฤติกรรมด้านความรู้และความเข้าใจ

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถในการจดจำ สามารถระลึกถึงความรู้ต่าง ๆ เหล่านั้นออกมาได้ สามารถอธิบายและให้เหตุผลสิ่งเหล่านั้นด้วย ภาษาของตนเอง และเมื่อพบเห็นสิ่งใดที่มีลักษณะหรือทำนองเดียวกับที่ตนเคยได้รู้มาแล้วก็สามารถตอบและอธิบายสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นได้ การวัดส่วนนี้เป็นส่วนของ Cognitive Domain

ในการให้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องให้เด็กได้ทราบถึงความรู้พื้นฐานเฉพาะของวิทยาศาสตร์เสียก่อน เพื่อจะเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ รวมทั้ง การแสวงหาความรู้ในระดับที่สูงต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรมดังต่อไปนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์มีนิยามศัพท์ (definition) หรือเทอมเทคนิค (technical term) เรียกว่าเป็นภาษาสากลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เขียนหรือใช้พูดกัน ในวงของนักวิทยาศาสตร์ เช่น คำศัพท์ในการเรียนแมลง คือ ส่วนหัว (Head) ส่วนคอ (Thorax) และส่วนท้อง (Abdomen) หรือนิยามของคำต่าง ๆ เช่น ธาตุ สารประกอบ ของผสม สารละลาย ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น อะตอม โมเลกุล อุณหภูมิ สันดาป พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ ฯลฯ เป็นต้น

1.2 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อเท็จจริงหรือความจริงเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องจดจำความจริงเฉพาะอย่างต่าง ๆ และจะต้องเป็นความจริงที่สามารถสังเกตได้ โดยตรง สามารถทดสอบได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เช่น แมลงมีขา 6 ขา ถ้าครูถามนักเรียนว่า ผีมีขากี่ขา นักเรียนจะต้องตอบได้ทันทีว่ามี 6 ขา ถ้าตอบผิดไปจากนี้แสดงว่านักเรียนไม่มีความรู้ในเรื่องนี้

1.3 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงที่ใช้ในวิทยาศาสตร์ ข้อตกลงร่วมกันในการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ นี้จะเน้นความถูกต้องในการใช้และการตีความหมายของเครื่องหมายสัญลักษณ์อักษรย่อต่าง ๆ ตามข้อตกลงในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น

- องศาเซลเซียส ใช้สัญลักษณ์ว่า °C
- ไนโตรเจนไดออกไซด์ NO₂ (สูตร) มีโครงสร้างดังนี้

$$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \quad \text{N} \quad \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ | \quad | \\ \text{---} \end{array}$$
- ไฮโดรเจนอะตอม ใช้ตัว H
- ซิลิกอนเตตระไฮไดรด์ SiH₄ (สูตร)
- ธาตุเหล็ก ใช้อักษรย่อว่า Fe
- เครื่องหมาย เช่น \parallel แทนเซลล์ไฟฟ้า
 $\text{---} | \text{---}$ แทนคอนเดนเซอร์
 $\text{---} \text{W} \text{---}$ แทนความต้านทานไฟฟ้า
 ฯลฯ

1.4 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและการเรียงลำดับ ส่วนนี้เป็นการวัดความรู้ในการจัดจำพวกของพืช สัตว์ หรือวัตถุต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้มีระบบ มีโครงสร้างที่แน่นอนตามวิธีการวิทยาศาสตร์ตามกฎหมายและความรู้เกี่ยวกับลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นหมู่ เป็นพวก เช่น การจัดฝั่ง มด ปลวก เป็นพวกแมลง ซึ่งมีเกณฑ์ในการจัดตั้งไว้ว่าสัตว์ที่จัดเป็นพวกแมลงจะต้องมีลักษณะสำคัญ คือ มีขา 6 ขา และมีลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนคอ และส่วนท้อง

ในการจัดแบ่งสิ่งของออกเป็นประเภทต่าง ๆ นั้นจะต้องมีเกณฑ์ในการแบ่ง เช่น แบ่งสสารตามสถานะได้ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สิ่งมีชีวิตแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ คน สัตว์ พืช พืชแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ ในการจัดแบ่งประเภทและหมวดหมู่จะต้องตกลงกันให้ชัดเจนว่าจะยึดอะไรเป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่ง เป็นต้น

1.5 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ การวัดพฤติกรรมส่วนนี้จะมีลักษณะคล้ายกับการให้ความหมายและคำจำกัดความ ซึ่งความรู้นั้นเป็นความจริงที่เราสามารถใช้เป็นหลักในการอ้างอิงได้ ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการนำคุณลักษณะเฉพาะหรือลักษณะรวม ๆ (main idea) ของสิ่งนั้น ซึ่งอาจจะบอกในรูปของคุณสมบัติร่วมแนวโน้ม ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในเหตุการณ์นั้น เมื่อนำมาเขียนหรืออธิบายแล้วพบว่ามันมีความเป็นปรนัยเกิดขึ้นในตัวของมันเอง เมื่อได้อ่านแล้วมีความเข้าใจตรงกันทดสอบแล้วได้ผลอย่างเดียวกัน แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในด้านนี้ และมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งนั้นได้ถูกต้อง เช่น ถ้าครูถามถึงความคิดรวบยอด การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันของ

พืชและสัตว์ (symbiosis) หมายความว่าอย่างไร ระบบนิเวศคืออะไร นักเรียนจะต้องนึกถึงสิ่งที่ครูได้สอนไปแล้วและจะต้องอธิบายได้อย่างถูกต้อง

1.6 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการ หมายถึง เทคนิคและวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหรือแก้ปัญหา ซึ่งครูจะต้องสอนหรือจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับวิธีการหรือกระบวนการในการทดลองหรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ มาก่อน หลังจากจบบทเรียนตอนใดตอนหนึ่งแล้ว ครูจะต้องวัดความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้ว เช่น วิธีการหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัตถุแล้วหาคำนวณโดยใช้สูตร การวัดระดับของเหลวในกระบอกตวง การผสมกรดกับน้ำอย่างปลอดภัย การจัดเก็บกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

1.7 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนี้เป็นการวัดความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และแนวความคิดสรุปในแต่ละเรื่องหรือแต่ละอย่างของวิทยาศาสตร์ หลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริง ใช้เป็นหลักในการอ้างอิงได้ ความคิดรวบยอดหลาย ๆ อันที่สัมพันธ์กันสามารถนำมาผสมผสานกันกลายเป็นหลักการได้ คุณสมบัติของหลักการก็คือจะต้องเป็นความจริง และสามารถนำมาทดลองซ้ำโดยได้ผลเหมือนเดิม

ตัวอย่าง หลักการ

— “เมื่อวัตถุจมลงไปในของเหลว น้ำหนักของวัตถุจะปรากฏว่าหายไป น้ำหนักที่ปรากฏว่าหายไปนี้จะมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวในส่วนที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่。”..... เป็นความจริงซึ่งเป็นหลักการของอาร์คิมิดีส

— ของเหลวไม่สามารถจะทำให้มีปริมาตรเล็กลงได้ (น้ำ น้ำมัน อัลกอฮอล์)

— แสงจะหักเหเมื่อเดินทางจากตัวกลางชนิดหนึ่งไปยังตัวกลางชนิดหนึ่งซึ่งมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน

ฯลฯ

ส่วนกฎทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นหลักการอย่างหนึ่ง แต่เป็นหลักการที่มักจะเป็นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล และอาจเขียนสมการแทนได้ มีความเป็นจริงในตัวของมันเอง และสามารถทดสอบได้ แต่หากมีผลการทดลองใดมาขัดแย้ง กฎนั้นก็ดั่งล้มเลิกไป ตัวอย่างเช่น

กฎของบอยล์ (Boyle's Law) มีใจความว่า

“สำหรับก๊าซจำนวนหนึ่งซึ่งมีมวลคงที่ ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผกผันอย่างผกผันกับความดัน”

จากกฎของบอยล์สามารถเขียนสมการตามหลักคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$V \propto \frac{1}{P} \text{ (เมื่อ } T \text{ คงที่)}$$

เมื่อ V = ปริมาตร

P = ความดัน

T = อุณหภูมิ

หรือ ปริมาตร \times ความดัน = ค่าคงที่

การวัดความรู้เรื่องหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์นี้ รวมถึงที่มาของกฎและหลักการเหล่านั้น แล้วให้คำจำกัดความเกี่ยวกับหลักการและกฎไว้นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตหลาย ๆ ครั้งของเหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ และที่เกิดขึ้นจากการทดลองก็มีมาก

1.8 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี ทฤษฎี คือ ข้อความที่ใช้อธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ทั้งหลาย มีลักษณะเป็นนามธรรม การวัดความรู้ส่วนนี้นักเรียนใช้การระลึกจากความรู้ที่เคยเรียนมา เช่น ครูให้นักเรียนกล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ของแขนงวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ นักเรียนจะต้องพูดหรือเขียนได้ ตัวอย่างเช่น

– ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน ดาลตันได้เสนอทฤษฎีอะตอมขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1808 (พ.ศ. 2351) เพื่ออธิบายกฎต่าง ๆ เช่น กฎทรงมวล และกฎสัดส่วนคงที่ ทฤษฎีนี้มีใจความว่า :

“สารแต่ละชนิดประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่า อะตอม ซึ่งแบ่งแยกไม่ได้ ทำให้เกิดขึ้นใหม่หรือสูญหายไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน และแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น.”

– ทฤษฎีการวิวัฒนาการ “สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการจากเผ่าพันธุ์เดิมได้”

– ทฤษฎีทวีภาคของคลื่น “แสงเป็นได้ทั้งคลื่นและอนุภาค โดยเดินทางเป็นคลื่น แต่แสดงสมบัติแบบอนุภาค”

1.9 การระบุหรือชี้บ่งความรู้ที่มีอยู่ในสถานการณ์ใหม่หรือเรื่องใหม่ การวัดส่วนนี้เป็นการวัดความรู้ความเข้าใจในการจำแนกลักษณะของข้อเท็จจริง จินตนาการ กระบวนการ การจัดประเภท เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดประเภทหลักการหรือทฤษฎี เมื่อนำไปใช้ในเนื้อหาอย่างอื่น ๆ แล้วสามารถจัดจำแนกได้ว่ามีความแตกต่างหรือเหมือนกันจากความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว ตัวอย่างเช่น

– เมื่อให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลว 2 ชนิด ได้แก่ ของเหลว ก. คือ สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ของเหลว ข. มี 4 ชนิด คือ

1. สารละลายกรดออกซาลิก
2. สารละลายไฮร็อกซิด (II) ซัลเฟต
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
4. น้ำ

ผู้สอนจะต้องไม่บอกชื่อสารเคมีแต่ละชนิด เพราะต้องการให้ผู้เรียนใช้การสังเกตและมีความละเอียดรอบคอบ

เมื่อให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลว 2 ชนิดเข้าด้วยกันแล้ว นักเรียนจะต้องสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีผสมหลาย ๆ แบบได้ถูกต้องมากที่สุด ตัวอย่างเช่น

- แบบที่ 1 ของเหลว ก. ผสมกับของเหลว ข. ชนิดที่ 1 สังเกตดูว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทันที แต่เมื่อปล่อยให้ทิ้งไว้ประมาณ 10–15 นาที จะได้ของเหลวใสไม่มีสี
- แบบที่ 2 ของเหลว ก. ผสมกับของเหลว ข. ชนิดที่ 2 สังเกตเห็นว่าของเหลว มีสีจางไปทันที และไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่อไปอีก
- แบบที่ 3 ของเหลว ก. ผสมกับของเหลว ข. ชนิดที่ 3 สังเกตเห็นว่า ของเหลวที่มีสีจางหายไปทันที แต่หลังจากทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที จะเห็นของเหลวในหลอดมีลักษณะขุ่นขาวคล้ายน้ำมัน พร้อมทั้งได้กลิ่นของสารบางอย่างด้วย
- แบบที่ 4 ของเหลว ก. ผสมกับของเหลว ข. ชนิดที่ 4 สังเกตไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ

หลังจากการทดลองแล้ว ให้มีการอภิปรายว่าเพราะเหตุใดผลการทดลองจึงไม่เหมือนกัน ครูปล่อยให้ให้นักเรียนแต่ละคนเสนอความคิดเห็น จนกระทั่งได้ข้อสรุปว่า ของเหลว ข. อาจไม่ใช่ของเหลวชนิดเดียวกัน

– นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเพราะเหตุใดต้นมะม่วงที่ปลูกไว้พบว่าใบมะม่วงแห้งไหม้ไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การวัดพฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในด้านความสามารถในการสังเกต การวัด การมองเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป ตลอดจนการสร้างการทดสอบและการแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี ทั้งที่เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ และวิธีการสร้างจากแนวความคิดใหม่ต่อปรากฏการณ์นั้น ๆ ทั้งนี้เพราะความรู้วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น ข้อเท็จจริง สมมติฐาน มโนคติ กฎ หลักการ ทฤษฎี ได้มาจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้า การวัดความรู้นี้จะสังเกตรายละเอียดของพฤติกรรมในแต่ละขั้นได้ดังต่อไปนี้

2.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตและการวัดปริมาณจะต้องกระทำคู่กันไป

2.1.1 การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยจะต้องฝึกทักษะใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เพื่อเข้าไปสังเกตหรือสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้โดยตรง ผลจากการสังเกตจะทำให้เราทราบและบอกได้ว่าเราเห็นอะไร มีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง อะไรเกิดก่อน อะไรเกิดหลัง ถ้าสามารถชิมได้รสเป็นอย่างไร มีกลิ่นหรือไม่ ถ้ามีเป็นอย่างไร ขณะเกิดขึ้นมีเสียงหรือไม่ ถ้ามีเสียงเป็นอย่างไร เมื่อสัมผัสแล้วมีความรู้สึกอย่างไร

2.1.2 การบรรยายหรืออธิบายผลการสังเกตด้วยภาษาที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้อื่นและผู้สังเกตเองเข้าใจตรงกัน แต่การสังเกตที่จะให้ได้ผลถูกต้องนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับระดับความตั้งใจในการสังเกตของนักเรียน และปัจจัยการรับรู้ทางด้านกายภาพของผู้เรียน ซึ่งจะต้องอยู่ในสภาพปกติด้วย เช่น

- การสังเกตดูแก้วโอเลี้ยงที่ตั้งไว้ ณ อุณหภูมิประมาณ 10 นาที นักเรียนสามารถบรรยายผลการสังเกตได้ดังนี้
- ก. ผิวแก้วด้านนอกเปียก
- ข. น้ำแข็งในแก้วละลายก่อนเสิร์ฟเรื่อย ๆ
- ค. น้ำโอเลี้ยงในแก้วบริเวณก้นแก้วมีสีเข้ม ส่วนบริเวณใกล้ขอบปากแก้วมีสีจางกว่า

2.1.3 การเลือกเครื่องมือการวัดที่เหมาะสม การจัดเลือกเครื่องมือจะต้องสามารถวัดปริมาณของสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง มีความเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการจะวัด เพราะเครื่องมือบางอย่างมีข้อจำกัดในการใช้กับงานแต่ละชนิด ซึ่งถ้าใช้ไม่เหมาะสมอาจเกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อตนเองได้ เช่น

- เราไม่สามารถนำก้อนหินมาชั่งในตาชั่งสำหรับชั่งสารเคมีได้
- เราไม่นำผ้าชีริวที่ใช้เช็ดถูพื้นมาเช็ดก้องจุลทรรศน์

2.1.4 การคาดคะเนการวัดและการรู้ถึงข้อจำกัดในความเที่ยงตรงของการวัด

ในการวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งหนึ่งสิ่งใดเครื่องมือแต่ละชนิดจะมีข้อจำกัดในการแบ่งสเกลบนเครื่องวัด ซึ่งจะมีทั้งสเกลชนิดละเอียดและไม่ละเอียด ฉะนั้น ในการใช้อาจต้องเกิดความยุ่งยากบ้างนักเรียนควรที่จะรู้จักประมาณผลการวัดออกมาให้ได้ถูกต้องหรือใกล้เคียงตามสเกลที่กำหนดไว้

2.1.5 การวัดสิ่งของและการวัดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ในการวัดสิ่งของต่าง ๆ จะมีทั้งการวัดขนาด น้ำหนัก ปริมาณ จึงไม่สามารถใช้ความรู้สึทของผู้สังเกตที่บรรยายไว้นำมาตัดสินได้เพราะไม่แน่นอน จึงต้องใช้การวัดในเชิงปริมาณที่มีมาตรฐานแน่นอน ได้แก่

- การวัดระดับแบ่งกลุ่ม เช่น ถ้ามีคุณสมบัติเหมือนกันก็จัดไว้ในกลุ่มหรือประเภทเดียวกัน ได้แก่ กลุ่มเพศผู้ กลุ่มเพศเมีย
- การวัดระดับอันดับ เพื่อบอกประเภทว่าประเภทใดมาก ประเภทใต้อย
- การวัดระดับช่วง เป็นการวัดที่มีระดับสูงกว่าการวัดอันดับ สามารถกำหนดความห่างระหว่างสิ่งที่วัดได้แน่นอน หน่วยในการวัดคงที่ เช่น
 - นิวยอร์ก มีอุณหภูมิ -5 ถึง 3 องศาเซลเซียส
 - ฮ่องกง มีอุณหภูมิ 14-18 องศาเซลเซียส
- การวัดระดับอัตราส่วน การวัดระดับนี้มีคุณสมบัติของการวัดระดับช่วงทุกประการ ได้แก่ การวัดความสูง ความยาว หรือน้ำหนัก

2.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัวตามแนวทางข้อ 2.1 แล้ว จะทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ มากมายอันจะมีผลไปถึงการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นปัญหาที่จะทำให้ผู้สังเกตอยากรู้ว่าอะไรทำไม หรืออย่างไรต่อไปด้วย เช่น

เมื่อเราชงน้ำชาใส่กาต้มน้ำทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที น้ำชาในกาเย็นชืดดื่มไม่อร่อย ต้องชงใหม่ จึงเกิดปัญหาว่าทำอย่างไรจึงจะมีน้ำชาร้อน ๆ ดื่มโดยไม่ต้องเสียเวลาชงบ่อย ๆ วิธีแก้ปัญหานี้อาจทำได้โดยการ

- ชงน้ำชาใส่กากระเบื้อง แล้วใส่ไว้ในตะกร้าบุด้วยขนหรือฟองน้ำมีฝาปิด (ความร้อนจะหายไปในอากาศช้ากว่ากาน้ำชาที่ไม่มีอะไรห่อหุ้ม)

2.2.1 การรับรู้ปัญหาเป็นอย่างไร การวัดส่วนนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับการจำแนกปัญหา กล่าวคือ จากปัญหากว้าง ๆ ไปยังปัญหาที่เฉพาะเจาะจง เพื่อที่จะได้ตั้งสมมติฐานขึ้นในการแก้ปัญหาต่อไป

2.2.2 การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นการคาดคะเนคำตอบเป็นความจริงเพียงชั่วคราวชั่วคราวเท่านั้น แต่ควรตั้งในสิ่งที่คาดว่าจะเป็นไปได้ มีความชัดเจน และสามารถตรวจสอบได้ และต้องเป็นสิ่งที่ยังไม่ได้มีการพิสูจน์หรือรับรองยืนยัน แต่สมมติฐานจะถูกหมดหรือผิดหมดก็ได้ เช่น

- พืชสังเคราะห์แสงได้ตลอดเวลาที่มีแสงสว่าง
- ก้อนหินที่มีตะไคร่น้ำหรือพืชเล็ก ๆ เกาะอยู่จะผุพังเร็วกว่าก้อนหินที่ไม่มีตะไคร่น้ำจับ

2.2.3 การเลือกวิธีการทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การวัดส่วนนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับการเลือกวิธีการที่จะทดสอบสมมติฐาน โดยพิจารณาสมมติฐานเพื่อจะวิเคราะห์ว่าควรจะทำการศึกษาทดลองอย่างไรจึงจะดีและเหมาะสม

2.2.4 การออกแบบการทดลองหรือการวัดลำดับขั้นในการทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม เป็นการระบุกระบวนการทดลองว่าในการลงมือปฏิบัติจริง ๆ นั้นจะอย่างไรบ้างจึงจะสามารถแก้ไขปัญหตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.3 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จุดมุ่งหมายของการวัดพฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่นักเรียนจดบันทึกไว้จากการสังเกตและการวัดมาประเมินค่าตามปริมาณที่ได้

2.3.1 การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดพฤติกรรมของนักเรียนเกี่ยวกับการกำหนดเครื่องมือ การปรับปรุง และการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตและการวัด เช่น การทดลองเพื่อการสังเกตพลังงานกับปฏิกิริยาเคมี โดยทำเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เริ่มจาก :

1. ใส่โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตประมาณ 1 g. ในถ้วยกระเบื้องหยดน้ำลงไป 2-3 หยด
2. หยดกลีเซอรอล 2-3 หยด ลงบนโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ชั้นนั้น
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 2 เริ่มจาก :

1. ผสมแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับแอมโมเนียมคลอไรด์อย่างละประมาณ 2 g. ในบีกเกอร์ขนาด 50 cm³ คนให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนแปลง
2. ใช้มือจับด้านนอกของภาชนะ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. ใช้กระดาษลิตมัสชุบน้ำให้ขึ้นไปอังเหนือบีกเกอร์ สังเกตผล

2.3.2 การบันทึกข้อมูล ในระหว่างทำการทดลองจะต้องสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อจะเป็นข้อมูลไปสู่การสรุป จากการทดลองที่ยกตัวอย่างในข้อ 2.3.1 มาแล้วบันทึกผลดังนี้

ตารางบันทึกผล

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
ตอนที่ 1	สักครู่เห็นควันขาว ๆ เกิดขึ้น มีเสียงดังเหมือน ถ่านแตก มีเปลวไฟขณะเกิดปฏิกิริยา ในที่สุดได้ของแข็งลักษณะคล้ายถ่านไฟแดง ๆ และถ้วยกระเบื้องร้อนขึ้น
ตอนที่ 2	เมื่อคนให้เข้ากันสักครู่ เห็นว่ามีไอน้ำมาเกาะที่ ด้านนอกของภาชนะ เอามือจับรู้สึกเย็น

2.3.3 การตีความหมายข้อมูลจากการทดลองและการสังเกต การตีความหมายเป็นการวิเคราะห์ผลการทดลอง ถ้าข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นคุณภาพ การตีความหมายจะเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูล และการตั้งจินตนาการของผลการทดลอง ถ้าข้อมูลถูกนำเสนอในรูปแบบกราฟ การตีความหมายข้อมูลจะเกี่ยวกับจินตนาการ เกี่ยวกับแนวโน้ม หรือในลักษณะของความสัมพันธ์ แล้วแปลความหมายออกมาในรูปของภาษาและแบบของสัญลักษณ์ การแปลผลหรือการตีความหมายจากข้อมูลฝึกให้นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้นด้วยประโยคสั้น ๆ หรือสามารถสรุปและพยากรณ์จากข้อมูลที่อยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ และรูปภาพต่าง ๆ ได้

2.3.4 การขยายความข้อมูลโดยอาศัยการสรุปความจากแนวโน้มที่พบ จากการตั้งข้อสังเกตในกระบวนการสังเกตบางครั้งพบว่า นักเรียนอาจสังเกตในช่วงใด และไม่ได้สังเกตนั้นมีอะไรบ้าง ครูจะต้องบอกให้นักเรียนเขียนความไม่สมบูรณ์ของการสังเกตไว้ด้วย เพื่อว่าบางสิ่งบางอย่างอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจะได้เพิ่มเติมได้

2.3.5 การประเมินสมมติฐานจากการทดสอบอย่างคร่าว ๆ การประเมินสมมติฐานเป็นการวัดความแม่นยำในการตั้งสมมติฐาน

2.3.6 การเขียนข้อสรุปที่เหมาะสมจากข้อมูลที่ได้เพื่อตั้งเป็นกฎหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ผลของนักเรียนจากการทดลอง เมื่อนักเรียนพบว่าผลการทดลองของตนคล้ายกับผลการทดลองที่ผู้อื่นทำไว้ และถ้าค้นพบจากหลาย ๆ แห่ง ได้ผลตรงกันแล้ว เป็นการยืนยันได้อย่างถูกต้องว่าเป็นไปตามกฎอันเดียวกัน ก็สามารถสรุปเพื่อตั้งเป็นกฎหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

2.4 การสร้างการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี

- 2.4.1 การมองเห็นความจำเป็นที่จะต้องมีการมีแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.2 การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎีเพื่อเชื่อมโยงหลักการให้เข้ากับปรากฏการณ์ใหม่ ๆ
- 2.4.3 การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองที่สร้างใหม่
- 2.4.4 การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.5 การตีความหมายและการประเมินผลที่ได้จากการทดลองเพื่อทดสอบแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.6 การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลองทางทฤษฎี

3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถที่จะใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้

- 3.1 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
- 3.2 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ
- 3.3 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นนอกเหนือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ

หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทางด้านความรู้สึกและอารมณ์ (Affective Domain) ซึ่งมีขอบเขตกว้างขวางรวมความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

เจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น ส่วนมากจะเกิดขึ้นจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ว่านักวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร และเกิดจากการที่เขาได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างจริงจัง และประเมินผลสำเร็จอย่างดี เจตคติบางอย่างเป็นมาโดยธรรมชาติ แต่บางอย่างเกิดขึ้นเพราะผลของความรู้และความเข้าใจ ประสบการณ์ที่ได้รับ ส่วนบางอย่างอาจจะเกิดจากอารมณ์และความพอใจหรือความซาบซึ้งก็ได้

ส่วนความสนใจทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนอาจจะมีหรือไม่มีภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานมาก่อนก็ได้ เป็นสิ่งที่ครูสามารถสร้างให้แก่เด็กได้ ความสนใจเป็นอารมณ์ทางบวก ความสนใจในวิทยาศาสตร์อาจเป็นความสนใจเพื่อการศึกษาหาความรู้ในวิทยาศาสตร์ หรือสนใจเพื่ออาชีพ และความสนใจดังกล่าวนี้อาจเป็นแรงกระตุ้นที่จะทำให้นักเรียนอยากเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ หรืออาจจะสนใจเพื่องานอดิเรกก็ได้ เช่น งานอดิเรกเกี่ยวกับการเลี้ยงปลา ปลูกต้นไม้ สะสมแมลง สะสมหินหรือแร่รัตนชาติ เป็นต้น

ดังนั้น ในการสอนวิทยาศาสตร์ ครูสามารถจะทราบได้ว่านักเรียนมีเจตคติและมีความสนใจต่อวิทยาศาสตร์เพียงไร ดูได้หลาย ๆ อย่าง เช่น นักเรียนชอบวิทยาศาสตร์และผลงานของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ ยอมรับการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาหรือไม่ พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกว่าเป็นคนมีเหตุมีผลใหม่ มีความซื่อสัตย์เพียงใด มีความละเอียดถี่ถ้วนและความรอบคอบมากน้อยเพียงใด หรือเป็นคนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายหรือไม่ ฯลฯ ส่วนในด้านความสนใจ อาจดูได้จากความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ อยากทำการบ้าน อยากอ่านบทความ อยากดูภาพยนตร์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ อาสาสมัคร ทำกิจกรรมเสริมหลักสูตรทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

พฤติกรรมทางด้านเจตคติและความสนใจนี้ เป็นพฤติกรรมที่มีขอบเขตกว้างขวางมาก แต่นักการศึกษาก็ได้สรุปรายละเอียดเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์นำไปใช้วัดพฤติกรรมดังกล่าว มีดังต่อไปนี้

4.1 การมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมนี้อาจวัดโดยการเขียน การอ่าน และการกระทำ ตลอดจนการยอมรับการกระทำของนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลาย

4.2 การเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ การวัดส่วนนี้เป็นการวัดพฤติกรรมในการยอมรับวิธีคิดแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ความสังเกตและบรรยายออกมาเป็นภาษาที่เข้าใจได้ หรือสามารถตั้งสมมติฐาน สามารถแสดงการทดลอง แล้วสรุปผลการทดลองได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการแสดงความมั่นใจต่อสิ่งนั้น ๆ ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ยังรวมถึงคุณลักษณะโดยทั่วไปของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ อีก ได้แก่ ความซื่อสัตย์ ใจคอกว้างขวาง เชื่อมมั่นในตนเอง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความละเอียดรอบคอบ มีเหตุมีผล ไม่มั่งงายในเรื่องโชคกลาง มีความแม่นยำในการปฏิบัติงาน ตลอดจนเป็นคนที่ไม่รีบด่วนสรุปอะไรง่าย ๆ ที่ตนกำลังกระทำอยู่

4.3 การเกิดความสนุกสนานต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พฤติกรรมส่วนนี้อาจดูจากนักเรียนแสดงความสนใจและมีความพอใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ จนบางครั้งพบว่าเขาทำคะแนนได้ดีขึ้น เรียนรู้มากขึ้น จดจำเรื่องราวและวิธีการการทดลองได้ดี และใช้เวลาว่างศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ได้ถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุขและเพลิดเพลิน

4.4 การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

ก. กิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสมัครใจทำเองโดยไม่มีการบังคับจากผู้อื่น เช่น การประกอบวิทยุขึ้นใช้เอง การสะสมผีเสื้อ ฯลฯ เป็นต้น

ข. กิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่องค์กรอื่นจัดขึ้น ได้แก่ นิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ของหน่วยงานอื่นจัดขึ้น เช่น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยต่าง ๆ กลุ่มโรงเรียน หรือโรงเรียนบางแห่งจัดขึ้นในโอกาสพิเศษ การจัดงานวันวิทยาศาสตร์ ฯลฯ นักเรียนจะให้ความสนใจติดตามไปดู อ่าน หรือติดตามดูทีวีในรายการที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4.5 การพัฒนาความสนใจที่จะมีอาชีพทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมักจะแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ให้เห็นว่าวิทยาศาสตร์มีคุณค่ากับเขาในอนาคตว่า เรียนวิทยาศาสตร์แล้วไปทำอาชีพอะไรได้บ้าง หรือสืบเสาะว่าคนที่มีความสามารถสูงต่องานนั้นส่วนมากจะเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือถ้าจบทางด้านวิทยาศาสตร์จะมีโอกาสเลือกเรียนวิชาชีพต่าง ๆ ได้กว้างขวาง เป็นต้น

5. พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการ (Psychomotor Domain) หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การเลือกเครื่องมือ การออกแบบการทดลอง

ตลอดจนเทคนิคและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ครูจะต้องจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา แสดงความสามารถในการฝึกทักษะ ในการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องและเหมาะสม มีทักษะในการปฏิบัติงานในห้องทดลอง การจัดการ ใช้การรักษาเครื่องมือ และการเก็บใว้อย่างถูกต้องและปลอดภัยเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย และไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่นได้ด้วย

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 อย่าง ที่กล่าวมานี้ จะช่วยให้ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสอนและการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้สอนจะต้องประเมินให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่กำหนดขึ้นไว้เป็นเป้าหมายที่สังเกตวัดได้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดเกณฑ์ การตัดสินว่านักเรียนทำได้เท่าใดจึงจะถือว่ามีความสามารถผ่านจุดประสงค์เรื่องนั้น หรือนักเรียน คนใดเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมถึงระดับที่ครูต้องการแล้ว และคนใดที่ยังไม่ถึงระดับจะต้อง ปรับปรุงหรือสอนซ่อมเสริมอีก

การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น จึงต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดและเกณฑ์ ที่กำหนดขึ้น ความเชื่อถือได้ของข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินผล โดยทั่วไปข้อมูลที่ นำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มาจากการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ ซึ่ง อาจมีทั้งที่เป็นข้อเขียนและ/หรือภาคปฏิบัติ ข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบของผู้เรียนจะ เชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหนนั้น นอกจากขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบแล้ว ยังขึ้นกับคุณภาพ ของแบบทดสอบอีกด้วย การวางแผนสร้างแบบทดสอบจะช่วยให้แบบทดสอบมีคุณภาพดีขึ้น หลักการวางแผนสร้างแบบทดสอบมีดังนี้

1. ระบุนจุดประสงค์ของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจน
2. ข้อทดสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบต้องเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้ว
3. จำนวนข้อสอบควรเป็นสัดส่วนกับความสำคัญมากน้อยในสิ่งที่ผู้สอนได้เน้นในการสอน
4. ควรจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ ต้องการทดสอบเพื่อใช้

เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบ

แบบทดสอบนั้นมีทั้งที่เป็นข้อเขียนและภาคปฏิบัติ แต่โดยทั่วไปในการประเมินผลจะใช้ การทดสอบข้อเขียนเป็นหลัก ซึ่งจะทำให้วัดได้เฉพาะพฤติกรรมความรู้ความเข้าใจ การสืบเสาะ

หาความรู้ และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เท่านั้น ส่วนเจตคติ ความสนใจ และทักษะปฏิบัติการ อาจจะต้องใช้เครื่องมือการประเมินผลแบบอื่นประกอบ ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง สำหรับการที่จะลงมือสร้างแบบทดสอบนั้น ชั้นแรกควรจะได้จัดตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมฯ ขึ้นมาก่อน ทั้งนี้เพื่อใช้ตารางนี้ในการสร้างข้อทดสอบต่อไป ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่แสดงข้างล่างนี้เป็นตารางตัวอย่างที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับทดสอบย่อยประจำบทเรียน บทที่ 3 เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งได้คัดลอกมาจากชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3 จัดทำโดยคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2525

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม

เนื้อหา \ พฤติกรรมเรียนรู้	ความรู้ ความเข้าใจ	การสืบเสาะหา ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์	การนำความรู้และ วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้	รวม
1. สมบัติของบรรยากาศ	—	1	—	1
2. ความดันอากาศ	1	1	2	4
3. ปริมาตรของอากาศกับความดัน	—	1	1	2
4. ส่วนประกอบของบรรยากาศ	1	—	—	1
5. การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ	1	2	1	4
6. การเกิดลม	—	1	1	2
7. การวัดความดันบรรยากาศ	1	—	—	1
8. ความชื้นในบรรยากาศ	1	—	1	2
9. น้ำในบรรยากาศ	1	—	1	2
รวม	6	7	7	20

สำหรับครูแต่ละคน อาจวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมฯ ในเรื่องเดียวกันแตกต่างกันได้ ทั้งนี้เป็นเพราะอาจเน้นในเรื่องหรือหัวข้อย่อยที่สอนโดยให้ความสำคัญแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม วิธีการทำตารางฯ จะคล้าย ๆ กัน กล่าวคือ ครูซึ่งจะเป็นผู้สร้างแบบทดสอบเอง เขียนแนวความคิดหรือหัวข้อเรื่องที่จะทดสอบของเนื้อหา ดังแสดงในตารางซึ่งมี 9 หัวข้อเรื่อง จากนั้นต้องตัดสินใจเลือกชนิดของข้อทดสอบที่จะสร้างขึ้น เช่น ในการทดสอบครั้งนี้ ครูตัดสินใจเลือก

ข้อทดสอบชนิดเลือกตอบ ขึ้นต่อไปเขากำหนดเวลาที่จะใช้ในการทดสอบและจำนวนข้อทดสอบให้เหมาะสม เช่น กำหนดเวลาในการทดสอบย่อยประจำบทเรียน 30 นาที และเขาคิดว่าข้อทดสอบแบบเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ เหมาะสมกับเวลา ดังนั้น เขาเขียน 20 ลงในช่องรวม จากนั้นจึงพิจารณาหัวข้อเรื่องในช่องเนื้อหาว่าจะให้มีข้อทดสอบในแต่ละหัวข้อเรื่องจำนวนเท่าใด จำนวนข้อทดสอบในแต่ละหัวข้อเรื่องควรเป็นสัดส่วนกับความสำคัญที่ผู้สอนได้เน้น (พิจารณาเฉพาะเนื้อหา) ในขณะที่สอน เขียนจำนวนข้อในช่องรวมขวามือของตารางตรงกับหัวข้อเรื่อง เช่น หัวข้อเรื่องความดันอากาศ จำนวน 4 ข้อ เมื่อรวมจำนวนข้อทดสอบในแต่ละหัวข้อเรื่องแล้วจะต้องมีจำนวนเท่ากับยอดรวมที่กำหนดไว้ ในกรณีของตารางที่เป็นตัวอย่างต้องรวมแล้วได้ 20 ข้อ พิจารณาต่อไปว่าในแต่ละหัวข้อเรื่องควรจะจัดพฤติกรรมการเรียนรู้แต่ละอย่างมากน้อยแค่ไหน เช่น จากตัวอย่างในตาราง ผู้สร้างข้อทดสอบได้พิจารณาหัวข้อเรื่องความดันอากาศได้ตัดสินใจว่า ในจำนวน 4 ข้อที่จะสร้างข้อทดสอบวัดเรื่องนี้ จะวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เป็นความรู้ความเข้าใจ 1 ข้อ วัดทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 1 ข้อ และการนำความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน 2 ข้อ แล้วรวมจำนวนข้อทดสอบในแต่ละช่องของพฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น จากตารางตัวอย่าง ช่องพฤติกรรมความรู้ความเข้าใจรวมแล้วได้ 6 ข้อ จำนวนที่ได้ในแต่ละช่องของพฤติกรรมการเรียนรู้ เมื่อนำมารวมอีกครั้งจะต้องได้เท่ากับจำนวนยอดรวม ในกรณีตารางข้างต้นต้องรวมได้ $6 + 7 + 7 = 20$ ข้อ ขึ้นสุดท้าย พิจารณาว่าจำนวนข้อทดสอบที่วัดพฤติกรรมแต่ละอย่างเป็นสัดส่วนเหมาะสมและครอบคลุมเนื้อหาสมควรที่จะเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้วหรือยัง ถ้าเห็นยังไม่เหมาะสมก็ให้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงใหม่จนเป็นที่พอใจ

ตารางดังกล่าวนอกจากจะใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อทดสอบแล้ว ยังช่วยให้ผู้สร้างข้อทดสอบแน่ใจยิ่งขึ้นว่า ข้อทดสอบทุกข้อที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรง (Validity) และครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัด มีสัดส่วนเหมาะสม และจะทำให้ผู้เรียนเตรียมสอบทุกหัวข้อเรื่องเพราะข้อทดสอบกระจายไปทุกตอนที่ได้สอนไปแล้ว ซึ่งเป็นความยุติธรรมต่อผู้เรียนทุกคนที่เตรียมสอบ

แบบของข้อทดสอบ ตัวอย่าง ข้อดีข้อเสีย ของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในชั้นเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ในชั้นเรียนนั้นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบอัตนัย และแบบปรนัย

ก. แบบอัตนัย (Subjective Type Test) หรือแบบทดสอบชนิดความเรียง (Essay Type Test) การตอบคำถามต้องตอบโดยบรรยาย และเขียนเรียบเรียงคำตอบอย่างมีอิสระเสรี ตามความรู้ ตามข้อเท็จจริง ตามความคิดเห็น และตามความสามารถที่มีอยู่ โดยไม่มีขอบเขตจำกัดแน่นอนตายตัวเด่นชัด นอกจากกำหนดด้วยเวลา และบางทีก็มีการกำหนดคะแนนโดยใส่วงเล็บไว้เพื่อให้ผู้ตอบทราบด้วย แต่ในการตรวจให้คะแนนก็ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวนัก ส่วนมากมักจะขึ้นอยู่กับผู้ตรวจข้อสอบ ซึ่งจะเป็นคนเดียวกับผู้ออกข้อสอบ ส่วนการขึ้นต้นคำถามมักจะขึ้นต้นคำถามว่า จงอธิบาย (Explain) จงอภิปราย (Discuss) จงเปรียบเทียบและแสดงให้เห็นความแตกต่าง (Compare and Contrast) จงบรรยาย (Describe) จงวิเคราะห์ (Analysis) เป็นต้น

ข้อสอบแบบอัตนัยหรือชนิดความเรียงดังกล่าวนี้ ยังใช้ได้ดีพอและเหมาะสมกับบทเรียนบางเรื่อง ถ้าผู้ออกข้อสอบกำหนดขอบเขตของคำตอบไว้โดยคำนึงถึงส่วนประกอบสำคัญของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กล่าวคือ พฤติกรรมที่คาดหวัง (Action Verb) สถานการณ์หรือเงื่อนไข (Situation or Condition) และเกณฑ์กำหนดระดับพฤติกรรม (Criteria) นอกจากนี้ควรมีการกำหนดคะแนนกำกับไว้ด้วย ตัวอย่างเช่น

- จงบรรยายประวัติการค้นพบออกซิเจน ภายในเวลา 5 นาที (4 คะแนน)
- จงอธิบายประโยชน์ของออกซิเจน พร้อมกับยกตัวอย่างในชีวิตประจำวัน ภายในเวลา 5 นาที (5 คะแนน)
- จงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับพืชใบเลี้ยงคู่ พร้อมทั้งวาดภาพแสดงประกอบภายในเวลา 10 นาที (6 คะแนน)
- จงอภิปรายว่า เพราะเหตุใดผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มจึงไม่เหมือนกัน (ครูอาจกำหนดกลุ่มให้ เช่น กลุ่ม 1 คู่กับกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 คู่กับกลุ่ม 4 และกลุ่ม 5 คู่กับกลุ่ม 6 ครูวัดความรู้จากการตอบปากเปล่าและพิจารณาให้คะแนนในระหว่างการทดลอง)

ฯลฯ

ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่าข้อสอบแบบอัตนัยและหรือความเรียงนี้ ถ้าพิจารณาตามลักษณะของคำตอบแล้ว จะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ให้ตอบโดยจำกัดความยาว คือ กำหนดให้ตอบอย่างรวบรัดและสั้นทั้งในด้านเนื้อหาวิชา เวลา และความยาวของคำตอบ โดยให้เขียนลงในเนื้อที่ของกระดาษเท่าที่เว้นไว้ อันนี้ผู้ออกข้อสอบจะต้องมีคำสั่งและคำชี้แจงหรือกำหนดขอบเขตระบุไว้อย่างชัดเจน เช่น

— จงให้เหตุผลว่าทำไมในฤดูหนาวจึงมีหมอกมากแต่มีเมฆน้อยซึ่งต่างกับฤดูฝน เขียนไม่เกิน 3 บรรทัด

2. ให้ตอบโดยไม่จำกัดความยาว คือ การให้ตอบได้อย่างเสรี ไม่กำหนดขอบเขตของคำตอบ แต่มีการจำกัดเวลาไว้ด้วย ในการตอบ นักเรียนจะต้องรวบรวมความคิดต่าง ๆ มาประเมินคุณค่าของสิ่งที่ต้องการจะตอบได้เป็นอย่างดี แต่การพิจารณาให้คะแนนคำตอบประเภทนี้ค่อนข้างยากลำบาก เพราะจะต้องใช้เวลา ทักษะ และความรอบรู้เป็นอันมาก ตัวอย่างเช่น

— จงเขียนรายงานประเมินคุณค่าจากการดูภาพยนตร์สารคดีทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง อนาคตของโลกเรา พร้อมทั้งประเมินปัญหาทางสภาวะแวดล้อมที่สำคัญในปัจจุบัน กำหนดส่งภายในวันที่.....เดือน.....พ.ศ..... (อาจกำหนดเวลาหลังจากดูภาพยนตร์เรื่องนี้ ภายในเวลา 3 วัน)

ข้อดีของแบบทดสอบชนิดนี้ คือ

1. สามารถวัดกระบวนการของความคิดขั้นสูงได้มากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น
2. สามารถวัดเจตคติที่บุคคลนั้นมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
3. ช่วยส่งเสริมให้มีนิสัยในการศึกษาค้นคว้า
4. ช่วยส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
5. ช่วยให้มีความสามารถในการใช้ภาษาเขียน
6. เป็นแบบทดสอบที่สร้างง่าย

ข้อเสียของแบบทดสอบชนิดนี้ คือ

1. ตรวจยาก ใช้เวลาตรวจมาก และการให้คะแนนขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ
2. ออกข้อทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมฯ ที่ต้องการวัดได้ยาก

ข. แบบปรนัย (Objective Type Test) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อปัญหา คำถาม และกำหนดคำตอบให้ทำตามความเหมาะสม โดยมีคำสั่ง หรือบอกวิธีการ หรือแนวทางในการตอบไว้อย่างชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้สอบปฏิบัติอย่างไร เช่น ให้กาเครื่องหมาย เติมข้อความลงในที่เว้นว่างไว้ เป็นต้น ข้อสอบแบบปรนัยมีหลายแบบดังนี้ คือ

1. **แบบถูก—ผิด (True-False Items)** แบบทดสอบชนิดนี้ ผู้ทำข้อทดสอบจะต้องเลือกว่าข้อความที่กำหนดให้ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ คือ ให้โอกาสเลือกตอบเพียงหนึ่งอย่างในจำนวนสองอย่างที่กำหนดให้เท่านั้น ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบลงไปโดยเขียนตัวอักษร **ก** คือ ถูก และเขียน **ข** คือ ผิด หรือกาเครื่องหมายถูก (✓) หรือผิด (x) ตามที่กำหนดไว้ในภาคคำตอบ