

# James Watson και τα διδάγματα της ιστορικής ανακάλυψης του DNA

**Θ. Μαυρομούστακος**  
**Αναπληρωτής Καθηγητής Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών**

Πρόσφατα η Ελλάδα φιλοξένησε τον πατέρα δύο παιδιών, δάσκαλο, ανθρωπιστή και εξαιρετο επιστήμονα James Dewey Watson. Ο James Watson μοιράστηκε την ύψιστη των επιστημονικών διακρίσεων μετά του Francis Crick και Maurice Wilkins, το βραβείο Nobel Φυσιολογίας και Ιατρικής στις 20.10. 1962. Το βραβείο Nobel απενεμήθηκε στους τρεις ερευνητές και αφορούσε την ανακάλυψη της μοριακής δομής των νουκλεϊνικών οξέων και τη σημασία τους στην μεταφορά πληροφορίας της ζώσας ύλης (Εικόνα 1).



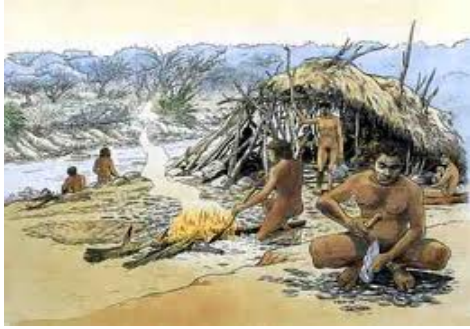
**Εικόνα 1:** (αριστερά). Francis Crick (μέση) James Watson και δεξιά (Maurice Wilkins)

Το Πανεπιστήμιο Πατρών και κατ' επέκταση η Ελλάδα πρέπει να νοιώθει περήφανη που αύξησε την πληθώρα των τιμητικών διακρίσεων του βραβευθέντος με το βραβείο Nobel ανακηρύσσοντας τον επίτιμο διδάκτορα στις 11.4.2011 (Εικόνα 2).



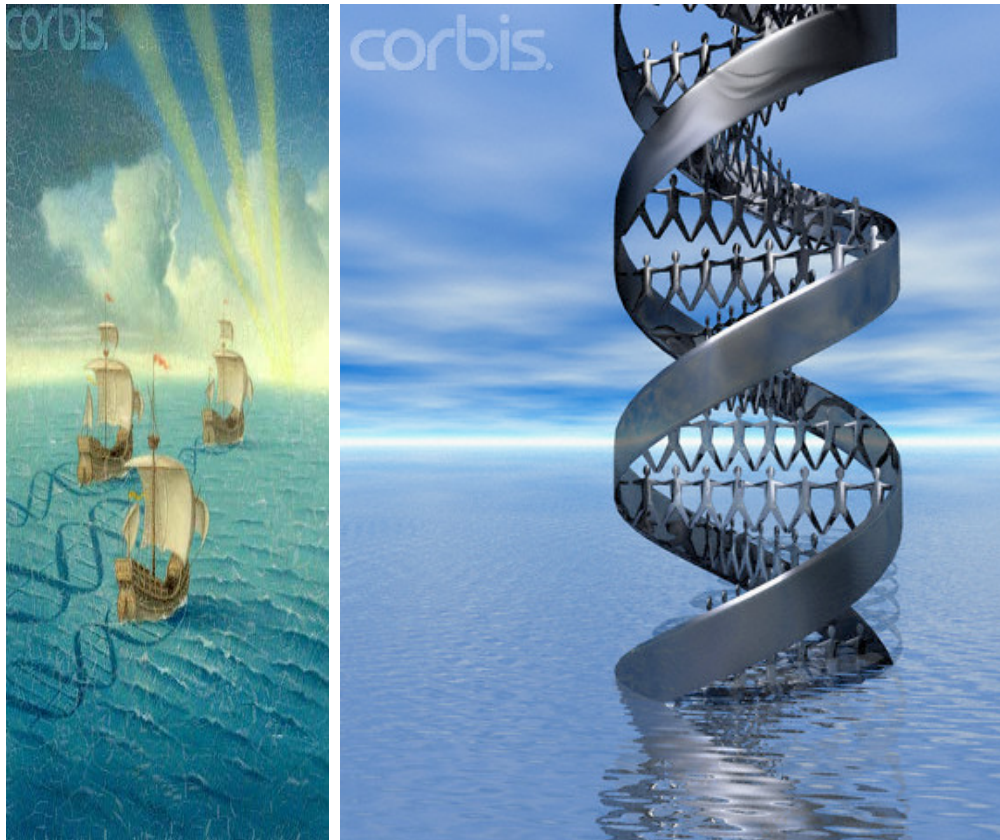
**Εικόνα 2:** Αναγόρευση J. Watson από το Πανεπιστήμιο Πατρών σε επίτιμο διδάκτορα

Η ανακάλυψη σύμφωνα με το Ξενοφάνη (6<sup>ος</sup> αιώνας π.Χ.) είναι θεοδώρητη. Οι Θεοί δε θέλησαν να αποκαλύψουν τα πάντα στους ανθρώπους από την αρχή, αλλά άφησαν περιθώριο στους ανθρώπους μέσω της έρευνας, να ανακαλύπτουν τα βέλτιστα. Πραγματικά, ο άνθρωπος βιώνει στην ιστορική του πορεία μικρές και μεγάλες ανακαλύψεις που προάγουν τον πολιτισμό και τη γνώση του. Για παράδειγμα με την ανακάλυψη της φωτιάς κατορθώνει αρχικά να ζεσταίνει τα θηράματα του και να αποφεύγει το τσουχτερό κρύο. Αργότερα τη χρησιμοποιεί για να παρασκευάσει βότανα, θεραπευτικά προϊόντα ή άλλα τεχνολογικά. Δυστυχώς όμως, χρησιμοποιεί τη δύναμη της φωτιάς και για την αυτοκαταστροφή του, να λεηλατήσει δηλαδή το φυσικό περιβάλλον και να θανατώσει πολλές φορές ανθρώπινες ζωές. Μοιάζει δηλαδή ο άνθρωπος ως Προμηθέας δεσμώτης που αλυσοδένει τον εαυτό του και το αρπαχτικό πουλί, η ασυνειδησία και η κακοτοπιά της ψυχής του τρώγει τις σάρκες του (Εικόνα 3). Όμοια, η ανακάλυψη του πετρελαίου και της πυρηνικής ενέργειας αποτελούν ευεργετικότερες για τον άνθρωπο. Όμως και αυτές γίνονται αιτίες καταστροφών του φυσικού περιβάλλοντος και πολέμων.



**Εικόνα 3:** Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί τις ανακαλύψεις όπως αυτή της φωτιάς, όχι μόνο για να τον ευεργετήσει αλλά και για την αυτοκαταστροφή του. Το αρπακτικό πουλί (τα πάθη του) τρώνε όπως τον Προμηθέα δεσμώτη τις σάρκες του.

Κι αρμενίζω για μία νέα ανακάλυψη όπου να οδηγεί την πορεία της ανθρωπότητας προς το φως και να αφήνει ελικοειδή αχνάρια που να αναδύονται προς τον ουρανό και την ανθρωπότητα όλη να σμίγει τα χέρια. Κι' αυτή η ανακάλυψη ήρθε από τους τρεις συνεργάτες Watson-Crick-Wilkins (Εικόνα 4).



**Εικόνα 4:** Η διπλή έλικα αποτελεί το καράβι της ελπίδας προς τη νέα γνώση για τη θεραπεία ασθενειών. Σε αυτή την ελπίδα η ανθρωπότητα σμίγει τα χέρια και την επιστημονική της προσπάθεια.

Ο James Watson γεννήθηκε στις 6 Απριλίου 1928 στην πολιτεία του Σικάγο των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (Η.Π.Α.). Μικρός 15 ετών γίνεται δεκτός στο Τμήμα Ζωολογίας του Πανεπιστημίου του Σικάγου. Την αγάπη του και ερευνητικό ενδιαφέρον στην ορνιθολογία διακόπτει το 1946 η έκδοση του βιβλίου «Τι είναι η ζωή» από τον Erwin Schrodinger όπου αναφέρεται ότι το γονίδιο είναι φορέας της κληρονομικότητας (Εικόνα 5).



**Εικόνα 5:** Η μελέτη του Watson του βιβλίου του E. Schrodinger το οποίο φέρει τίτλο «Τι είναι η ζωή» (εκδίδεται και στα ελληνικά από τις εκδόσεις Κωσταράκη) άλλαξε τα επιστημονικά ενδιαφέροντα του και τον οδήγησε σε μία πορεία ανακάλυψης της δομής του φορέα της κληρονομικότητας, της διπλής έλικας του DNA.

Μετά την περάτωση των προπτυχιακών του σπουδών μεταβαίνει νοτιότερα στην Πολιτεία της Ινδιάνας όπου υπό την επίβλεψη του Salvador Edward Luria (1912-1991) διεκπεραιώνει τις μεταπτυχιακές του σπουδές. Ο Salvador Edward Luria αποτελεί μία εξέχουσα ερευνητική προσωπικότητα, βραβευθείς και αυτός με το βραβείο Nobel (1969) που ανήκει στην «ομάδα των φάγων» η οποία ερευνά τους βακτηριοφάγους, ιούς δηλαδή που προσβάλλουν τα βακτήρια. Τις μεταδιδακτορικές του σπουδές αρχίζει στο Πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης στη Δανία υπό την καθοδήγηση του Herman Kalckar (1905-2002) εξαίρετου βιοχημικού ο οποίος μελετά την ενζυματική σύνθεση των αμινοξέων. Δεν τον ενθουσιάζει η ερευνητική δραστηριότητα αυτή γιατί το ένστικτό του τον καθοδηγεί ότι πρέπει να ασχοληθεί με το φορέα της κληρονομικότητας. Έχει όμως την τύχη με τον Herman Kalckar να ταξιδεύσει στην Ιταλία και να ακούσει μία ομιλία του ερευνητή Maurice Wilkins με θέμα την κρυσταλλογραφική δομή των νουκλεϊνικών οξέων (Εικόνα 6). Αυτό θα επιτείνει ακόμη περισσότερο την επιθυμία του να μελετήσει το DNA και τον τρόπο αντιγραφής του.



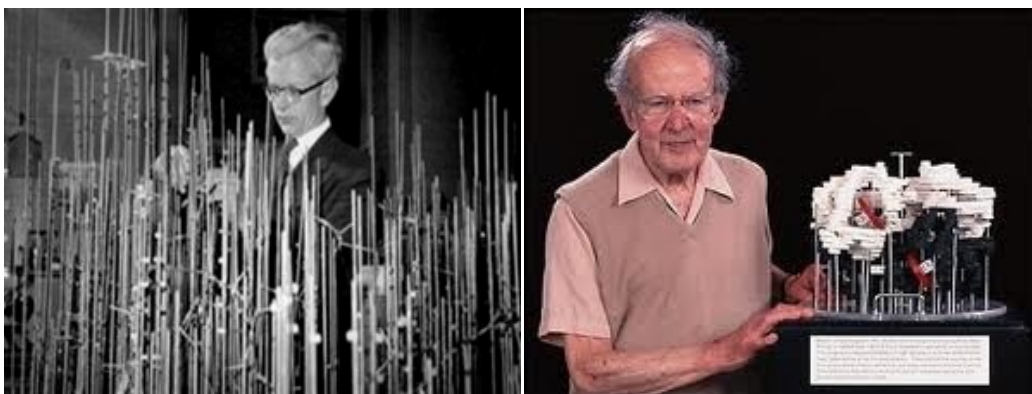
**Εικόνα 6:** (αριστερά) S.E. Luria (δεξιά) H. Kalckar

Στο μεταξύ ο Oswald Avery (1877-1955) ανακαλύπτει ότι το DNA είναι φορέας της κληρονομικότητας και ο Erwin Chargaff (1905-2002) τους κανόνες ζευγαρώματος των βάσεων του DNA. Η πουρίνη αδενίνη ζευγαρώνει με τη θυμίνη και η πυριμιδίνη γουανίνη με τη κυτοσίνη (Εικόνα 7).



**Εικόνα 7:** (αριστερά) O. Avery (δεξιά) E. Chargaff

Οι ανακαλύψεις αυτές τον οδηγούν στο εργαστήριο του Cavendish της Οξφόρδης της Αγγλίας όπου χρησιμοποιούνται οι ακτίνες-Χ ως εργαλείο για τον προσδιορισμό της τρισδιάστατης δομής των βιοδραστικών μορίων. Ο Salvador Edward Luria κανονίζει να τον υποδεχθεί ο John Kendrew ο οποίος όμως λείπει σε ταξίδι και την υποδοχή αναλαμβάνει ο Max Perutz. Οι δύο αυτοί επιστήμονες βραβεύθηκαν με το βραβείο Nobel Χημείας την ίδια ημέρα που οι Watson-Wilkins-Crick θα ελάμβαναν το βραβείο Nobel φυσιολογίας και ιατρικής. Να αναφερθεί ότι το εργαστήριο του Cavendish φιλοξένησε διαπρεπείς επιστήμονες όπως τους J.C. Maxwell, Lord Rayleigh, J.J. Thompson και E. Rutherford. Διευθυντής του εργαστηρίου όταν φθάνει ο J. Watson είναι ο Sir Lawrence Bragg ο οποίος επίσης βραβεύθηκε το 1915 με βραβείο Nobel φυσική με τον πατέρα του Henry για τις εργασίες τους στην κρυσταλλογραφία ακτίνων-Χ (Εικόνα 8).



**Εικόνα 8:** (αριστερά) John Kendrew (1917-1997) και δεξιά Max Perutz (1914-2002). Ο J. Kendrew τιμήθηκε για τις εργασίες του στη μυογλοβίνη και ο M. Perutz στην αιμογλοβίνη.

Εκεί στο εργαστήριο του Cavendish συναντά το φυσικό Francis Crick ο οποίος επίσης μετέβαλε τα ενδιαφέροντα του στη βιολογία και εκπονούσε τη διδακτορική του διατριβή στις ακτίνες-Χ των πρωτεϊνών. Μαζί θα αρχίσουν μία έντονη προσπάθεια επίλυσης της κρυσταλλικής δομής του DNA με χρήση μοριακών μοντέλων. Την προσπάθεια αυτή επικουρεί ο φυσικός Maurice Wilkins ο οποίος εργάζεται στο Βασιλικό Κολλέγιο του Πανεπιστημίου του Λονδίνου. Ο Maurice Wilkins θα προσκομίσει στους James Watson και Francis Crick, τα αποτελέσματα της αξιολογότερης επιστήμονος Rosalind Franklin των πειραμάτων ακτίνων-Χ σε καθαρούς κρυστάλλους της Β μορφής του DNA (Εικόνα 9). Οι ερευνητές αυτοί με χρήση μοριακών μοντέλων και με τη βοήθεια της αποτυχημένης προσπάθειας του Linus Pauling (1901-1996) ο οποίος δημοσιεύει τη λανθασμένη δομή του DNA ως τριπλή έλικα, κατορθώνουν να φτάσουν πολύ κοντά στην επίλυση της δομής του DNA (Εικόνα 10). Το πρώτο δίδαγμα από αυτή την ιστορία είναι ότι ακόμη και τεράστιας εμβέλειας ερευνητές όπως ο Linus Pauling μπορεί να υποπέσουν σε λάθη. Αυτά δεν αφαιρούν από την αίγλη της επιστημονικής προσωπικότητας αλλά προάγουν την επιστήμη προς τον ορθό δρόμο. Το δεύτερο δίδαγμα είναι ότι κάθε μεγάλη ανακάλυψη έχει πίσω της κάποιο σημαντικό επιστημονικό υπόβαθρο. Αναμφισβήτητα η συνεισφορά της Rosalind Franklin είναι τεράστια. Χωρίς τα πειραματικά αποτελέσματά των ακτίνων-Χ που έλαβε στο εργαστήριο της, οι Watson και Crick δεν θα μπορούσαν να δημιουργήσουν το μοριακό μοντέλο της διπλής έλικας του DNA.



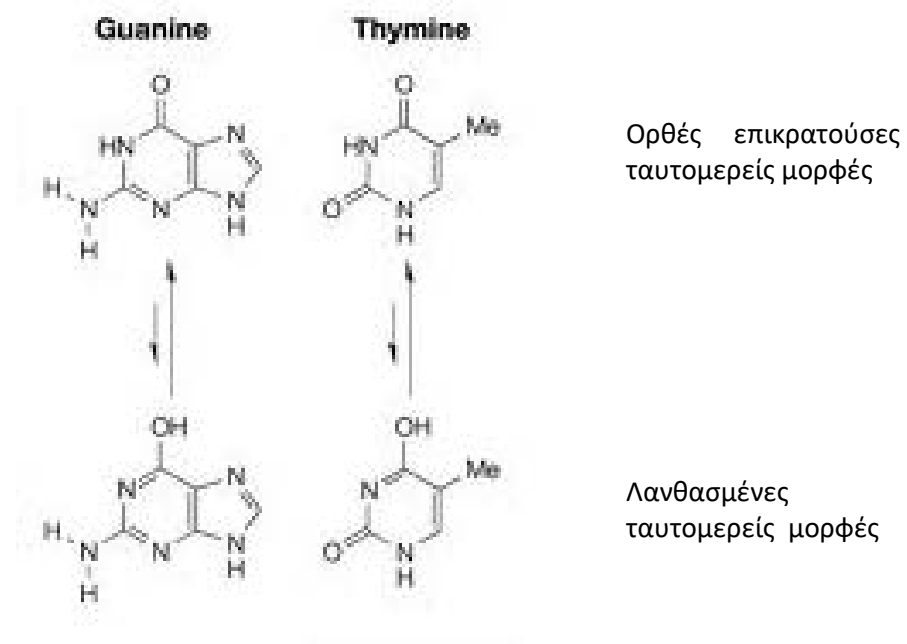
**Εικόνα 9:** (αριστερά) Η φωτογραφία 51 η οποία αποτέλεσε το πειραματικό αποτέλεσμα απόδειξης της κρυσταλλικής δομής Β μορφής του DNA (δεξιά) Η R. Franklin, η διαπρεπής ερευνήτρια στο εργαστήριο της οποίας έχει ληφθεί η φωτογραφία 51.



**Εικόνα 10:** Ο L. Pauling βραβεύθηκε όχι μόνο με βραβείο Nobel χημείας αλλά και ειρήνης.

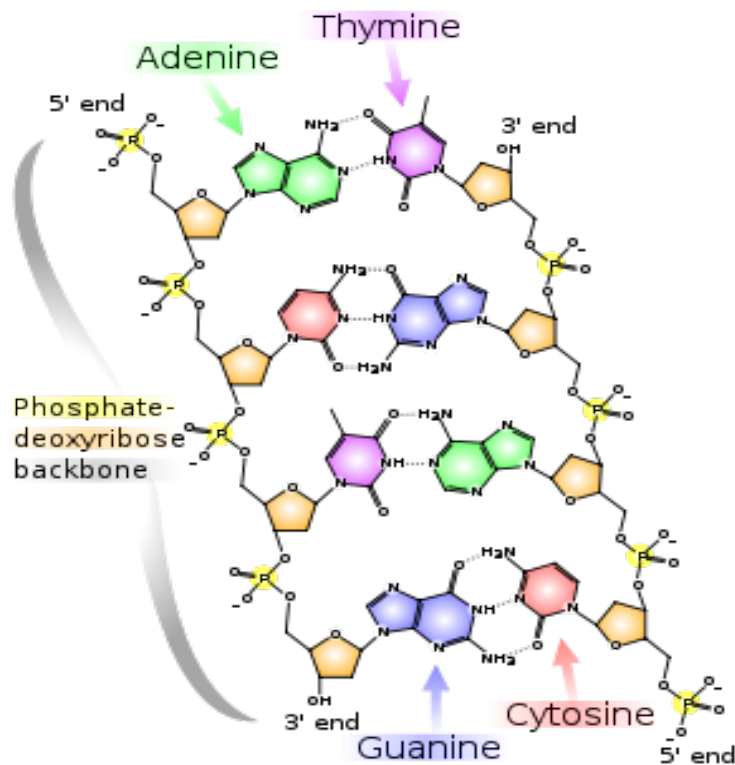


Η αποτυχία τους να ζευγαρώσουν με ορθό τρόπο τις βάσεις του DNA γίνεται επιτυχία μετά από υπόδειξη του Jerry Donohue ότι αυτές βρίσκονται στην κετονική μορφή και όχι την ενολική μορφή όπως προτεινόταν στα εκπαιδευτικά εγχειρίδια και εφαρμόζουν στα μεταλλικά τους μοντέλα. Κι εδώ εξάγεται ένα σπουδαίο δίδαγμα. Ο άνθρωπος πρέπει να είναι ανοικτός στη γνώση. Πολλές φορές τα βιβλία και οι επιστημονικές γνώσεις μπορεί να περιέχουν σφάλματα. Ο άνθρωπος καλείται να τα ανακαλύψει και να έχει ορθάνοικτα τα μάτια ώστε να τα διορθώσει (Εικόνα 11).



**Εικόνα 11:** Οι βάσεις του DNA βρίσκονται στην κετονική (άνω) και όχι ενολική μορφή.

Στις 28.2.1953 μετά την υπόδειξη του Jerry Donohue οι δύο επιστήμονες κατορθώνουν να ζευγαρώνουν ορθά τις βάσεις του DNA και ανακαλύπτουν ότι ο φορέας κληρονομικότητας DNA έχει δομή διπλή έλικας. Αυτή η δομή εξηγεί και τη δυνατότητα αντιγραφής του γενετικού υλικού. Μία από τις μεγαλύτερες επιστημονικές επιτεύξεις επιτελείται και ο James Watson βροντοφωνάζει ως νέος Αρχιμήδης «Εύρηκα-Εύρηκα» (Εικόνα 12).



**Εικόνα 12:** Οι δύο ραχοκοκκαλιές του DNA που περιέχουν το πολικό τμήμα (δεοξυριβόζες και φωσφοδιεστερικούς δεσμούς). Προσέξτε ότι τα φωσφορικά βρίσκονται σε αντιοντική μορφή. Οι συμπληρωματικές βάσεις στο εσωτερικό βρίσκονται σε ένα υδρόφοβο περιβάλλον και σχηματίζουν υδρογονικούς δεσμούς. Προσέξτε ότι οι βάσεις βρίσκονται στην κετονική μορφή.

Η γνώση γύρω από το γενετικό υλικό πλαταίνει με την ανακάλυψη αυτή, νέοι ορίζοντες και προοπτικές ανοίγονται στην ανθρώπινη επιστημονική γνώση που υφίσταται μεγαλειώδη «Άνοση». Η Μοριακή Βιολογία και Ιατρική, η Γενετική, Γενετική Μηχανική και Βιοτεχνολογία αναπτύσσονται λόγω αυτής της μεγάλης ανακάλυψης.

Οι εργασίες τους γύρω από τη δομή του DNA δημοσιεύονται στο περιοδικό Nature τις 25 Απριλίου και 30 Μαΐου 1953. Ιδιαίτερα, η πρώτη δημοσίευση αποτελεί πρότυπο ερευνητικής δημοσίευσης. Αν και είναι μικρή σε έκταση είναι μεστή με επιστημονικό περιεχόμενο. Για πρώτη φορά οι δύο ερευνητές διατυπώνουν μία σχέση δομής βιοδραστικότητας. Η δομή του DNA προτυπώνει τον τρόπο αντιγραφής του γενετικού υλικού (Εικόνα 13).

Το δίλημμα ποιος από τους δύο συγγραφείς θα αποτελούσε το πρώτο όνομα στη δημοσίευση αφήνεται να το προσδιορίσει η τύχη. Η τύχη χαμογελά στον J. Watson. Το περιστατικό αυτό αποτελεί ένα δίδαγμα στους ερευνητές να αφήνουν τα δισεπίλυτα προβλήματα της πρωτιάς στις δημοσιεύσεις να τα λύνει η τύχη παρά η διαμάχη και η επιβολή.



**Εικόνα 13:** Οι δύο φίλοι συγγραφείς (αριστερά) F. Crick και δεξιά (J. Watson) του δημοσιεύματος που έφερε τον τίτλο “Molecular Structure of Nucleic Acids” το οποίο δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Nature τις 25.4.1953.

Ο James Watson θα υπηρετήσει μετά την ανακάλυψη του DNA (1956-1976) ως καθηγητής Βιολογίας διδάσκοντας Μοριακή Βιολογία σε ένα άλλο Cambridge, της Βοστώνης των Η.Π.Α. Επίσης από το 1968-2007 θα υπηρετεί κατ' αρχήν ως διευθυντής, μετά ως πρόεδρος και τέλος ως πρύτανης το εργαστήριο του Cold Spring Harbor που εδράζει στο Long Island. Σήμερα είναι επίτιμος πρύτανης του ίδιου εργαστηρίου. Οι ερευνητικές δραστηριότητες του εστιάζουν στην χρήση της γενετικής για τη θεραπεία του καρκίνου και ασθενειών του εγκεφάλου. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι έχει εμπλακεί στο πρόγραμμα της εγκαθίδρυσης του ανθρώπινου γονιδιώματος (1988-1992). Θα αναγκαστεί να παραιτηθεί από την προσπάθεια αυτή λόγω της διαφωνίας του που είχε με τον επικεφαλής του Εθνικού Ινστιτούτου Υγείας Η.Π.Α. όσο αφορά την ιδιωτική κατοχύρωση με διπλώματα ευρεσιτεχνιών των γονιδιακών ακολουθιών. Είναι ένθερμος υποστηρικτής ότι η ανθρώπινη επιστημονική γνώση πρέπει να είναι προσβάσιμη σε όλους τους επιστήμονες ώστε να μπορεί ευκολότερα και με λιγότερο κόστος να διαχέεται προς αυτούς που θέλουν να αναπτύξουν το ερευνητικό πεδίο ενδιαφέροντος τους. Εραστής και μύστης της ελιάς, δηλαδή της ειρήνης, θα διαφωνήσει για την

εμπλοκή της Αμερικής στον πόλεμο του Βιετνάμ. Θα αντιταχθεί επίσης στη χρήση της πυρηνικής ενέργειας από ιδιώτες.

Ο Watson πιστεύει ότι οι επιστημονικές έρευνες στη γενετική θα οδηγήσουν στη θεραπεία του καρκίνου. Είναι πεπεισμένος ότι η ορθή χρήση της ανακάλυψης του DNA θα οδηγήσει προς την ελάττωση του ανθρώπινου πόνου. Αυτή η αισιοδοξία του μας επιβεβαιώνει ότι η ανακάλυψη αυτή, παρά τα προβλήματα ευγονικής και βιοηθικής που εμφολεύει και που η νομική επιστήμη προσπαθεί να επιλύσει, μπορεί να ανάγει την ανθρωπότητα προς το φως. Ναι με απέραντη αγάπη και με το καράβι μας να αρμενίζει για νέες ανακαλύψεις γύρω από το DNA θα συνεχίσει η επιστημονική κοινότητα να ερευνά με αισιοδοξία.