

Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας, Ιόνιο
Πανεπιστήμιο.

Βελοσιράπτορας – Η τομή της επιστήμης και της τέχνης
στην paleoart

Ευστράτιος Ψουρούκης

ΤΧ2018020

Επιβλέποντας διδάσκοντας: Φώτιος Ραφτόπουλος

Συνεπιβλέπουσα διδάσκουσα: Μαρία Κρίγκα

Κέρκυρα, Ιούνιος 2024



Περιεχόμενα

1.1 Περίληψη

1.2 Εισαγωγή

1.3 Στόχος Εργασίας

2 Η Δαρβινική θεωρία της εξέλιξης

2.1 Η ζωή και η θεολογία του Δαρβίνου

2.2 Εξέλιξη μέσω φυσικής επιλογής

2.3 Πρακτικά παραδείγματα της θεωρίας της εξέλιξης

2.4 Αντίλογος για την θεωρία της εξέλιξης

3 Ο Βελοσιράπτορας

3.1 Φυλογενετική της οικογένειας των δεινόσαυρων

3.2 Βελοσιράπτορας – Περιγραφή

3.3 Ανατομία

4 Η μετάβαση από τους δεινόσαυρους στα πουλιά

4.1 Η εξέλιξη των χαρακτηριστικών των πουλιών

4.2 Η νεοτενία ως μηχανισμός εξέλιξης

5 Paleoart: Από την εκσκαφή στην απεικόνιση

5.1 Ιστορία της Paleoart

5.2 Αξιοσημείωτα έργα και καλλιτέχνες της paleoart

5.3 Speculative Biology

6 Ο ρόλος της τέχνης στην παλαιοντολογία και την εκπαίδευση

6.1 Η τέχνη ως εκπαιδευτικό εργαλείο

6.2 Πρακτικές εφαρμογές της τέχνης στην παλαιοντολογία

5 Το έργο μου

5.1 Μέθοδος εργασίας

5.2 Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα

6.1 Βιβλιογραφία

Περίληψη

Η παρούσα εργασία, αποτελεί την θεωρητική έρευνα, με σκοπό την δημιουργία ενός ψηφιακού τρισδιάστατου μοντέλου του βελοσιράπτορα. Ενός είδος δεινোসαύρου της Κρητιδικής περιόδου, ο οποίος έχει γίνει έμβλημα για την νέα εικόνα των δεινোসαύρων, τους οποίους πλέον αναγνωρίζουμε ως μια κυρίαρχη μορφή ζωής, η οποία ξεχώρισε για την διαποικίλση της οικογένειας και της οποίας την κληρονομιά, κουβαλούν σήμερα τα πτηνά ως απόγονοι των δεινোসαύρων.

Στα πρώτα κεφάλαια, εξηγείται η θεωρία της εξέλιξης, η προέλευση αυτής και οι διάφοροι μηχανισμοί της, η οποίοι είναι κρίσιμοι για να καταλάβουμε τον τρόπο με τον οποίον προέκυψαν οι δεινόσαυροι και το πώς μπορούμε να γνωρίζουμε ότι αυτοί είναι οι πρόγονοι των σύγχρονων πουλιών.

Έπειτα, περνάμε πιο συγκεκριμένα στην οικογένεια των δεινόσαυρων, καλύπτοντας τις κύριες μεγάλες ομάδες που συναντάμε. Εστιάζοντας στον βελοσιράπτορα και τους κοντινούς συγγενείς αυτού, παρουσιάζεται ο κύριος όγκος της επιστημονικής κατανόησης για το είδος. Οι παράγραφοι υπογραμμίζουν τα παλαιοντολογικά ευρήματα και ανατομικά χαρακτηριστικά στα οποία βασίστηκε το τρισδιάστατο μοντέλο.

Στην συνέχεια, εξετάζεται η σχέση των πουλιών με τους δεινόσαυρους, τα επιστημονικά στοιχεία που μας βοήθησαν να κάνουμε αυτήν την σύνδεση και τα συμπεράσματα τα οποία μπορούμε να αντλήσουμε για τους δεινόσαυρους από αυτήν την σχέση.

Το επόμενο μέρος την εργασίας, επικεντρώνεται στην paleoart. Ο όρος, αναφέρεται στην τέχνη της απεικόνισης της προϊστορικής ζωής. Από τα νωρίτερα παραδείγματα, μέχρι τα πιο σύγχρονα έργα, εξετάζουμε τους παράγοντες που επηρέασαν και διαμόρφωσαν αυτό το είδος τέχνης καθώς και το κοινωνικό του αντίκτυπο. Ακόμη, γίνεται αναφορά σε κάποιους καλλιτέχνες του είδους, αναλύοντας το έργο τους και την θέση του στο σύνολο των έργων της paleoart. Αναφορά ακόμη γίνεται και στην speculative biology, μία κατηγορία έργων τα οποία θα μπορούσαν να υπάγονται στην paleoart.

Επιπροσθέτως, επισημαίνεται ρόλος της τέχνης στην εκπαίδευση και ειδικότερα για την paleoart, ο ρόλος αυτής στην ενημέρωση του κοινού, ως ένας αποτελεσματικός τρόπος για την επικοινωνία των επιστημονικών ευρημάτων και οι πρακτικές της εφαρμογές αυτής.

Τέλος, η εργασία καλύπτει την δημιουργική διαδικασία για το τρισδιάστατο μοντέλο του βελοσιράπτορα, αναλύοντας την μεθοδολογία, τον τρόπο εργασίας από την έρευνα μέχρι την σχεδίαση και την ολοκλήρωση του έργου.

Εισαγωγή

Στην βαθιά ιστορία του πλανήτη μας, μερικά δισεκατομμύρια μοναδικά είδη φυτών και ζώων εκτιμάται πως έχουν ζήσει στην Γη. Κάποια από αυτά βρίσκονται ακόμη ανάμεσα μας, στα ποίκιλα οικοσυστήματα που συναντώνται σήμερα. Άλλα εξαφανίστηκαν εκατομμύρια χρόνια πριν την εμφάνιση του ανθρώπου.

Η ατυχής πραγματικότητα είναι πως τα περισσότερα από τα είδη της δεύτερης κατηγορίας, εξαφανίστηκαν χωρίς να αφήσουν κανένα ίχνος που να έχουμε βρει ακόμη. Η ύπαρξη τους μπορεί να θεωρηθεί στην καλύτερη περίπτωση μια φυλογενετική εικασία. Κοιτάζουμε τα ζώα που κατοικούν σήμερα τον πλανήτη και κάνουμε υποθέσεις για την πιθανή εξελικτική τους πορεία και για τα κενά που υπάρχουν στο ιστορικό απολιθωμάτων.

Στην άλλη πλευρά του νομίσματος όμως, υπάρχουν και οι οργανισμοί τους οποίους έχουμε την τύχη να μελετάμε σήμερα μέσα από παλαιοντολογικές ανακαλύψεις. Τα απολιθώματα, αποτελούν σπάνια πολύτιμα ευρήματα τα οποία μας βοηθούν να ρίξουμε φως στην ιστορία της ζωής. Τα απολιθώματα μπορούν να ποικίλουν από πατημασιές στο χώμα που διατηρηθήκαν έως και ολόκληρους σκελετούς ζώων. Οι παλαιοντολόγοι έχουν καταφέρει να ξεθάψουν εκατομμύρια απολιθώματα, δίνοντας μας μία ιδέα για την ζωή πριν τον άνθρωπο.

Χιλιάδες οργανισμοί έχουν περιγραφεί μέσω απολιθωμάτων, μα θα μπορούσαμε με ασφάλεια να πούμε πως κανένας από αυτούς δεν έχει καταφέρει να μαγνητίσει το ενδιαφέρον με τον τρόπο που το έχουν κάνει οι δεινόσαυροι. Οι δεινόσαυροι είναι μία οικογένεια ερπετών που εμφανίστηκε για πρώτη φορά πριν από 240 εκατομμύρια χρόνια και αποτέλεσε την κυρίαρχη μορφή ζωής στον πλανήτη μέχρι πριν 66 εκατομμύρια χρόνια περίπου, όπου ένας αστεροειδής συγκρούστηκε με την Γη, διαταράζοντας κάθε οικοσύστημα και προκαλώντας την μαζική εξαφάνιση του 75% των οργανισμών που ζούσαν κατά την περίοδο.

Το ενδιαφέρον του κοινού για τους δεινόσαυρους αποτελεί κοινωνικό φαινόμενο. Ο καθένας έχει κάποια εικόνα στο μυαλό του για τα ερπετά αυτά, η οποία μπορεί να προέρχεται είτε από κάποια εγκυκλοπαίδεια που διάβασε σαν παιδί είτε από ένα από τα εκατοντάδες έργα στην μικρή και την μεγάλη οθόνη που ενέπνευσε η φύση των δεινοσαύρων. Είναι ενδιαφέρον λοιπόν να σκεφτούμε ότι μόλις λίγους αιώνες πριν η ιδέα μας για τα πλάσματα αυτά μόλις άγγιζε την επιφάνεια του τι έμελε να ανακαλύψουμε.

Η ιστορία του επιστημονικού ενδιαφέροντος για τους δεινόσαυρους ξεκινά το 1677, όπου σε ένα βιβλίο φυσικής ιστορίας, συναντάμε την πρώτη απεικόνιση ενός απολιθώματος μυστηριώδους προέλευσης. Οι ερευνητές δεν γνώριζαν ακριβώς σε τι ζώο θα μπορούσε να ανήκει το απολίθωμα, έτσι έκαναν εικασίες για ελέφαντες οι ακόμη και κάποιο υποθετικό είδος τεράστιου ανθρωποειδούς. Με την ανακάλυψη μερικών ακόμη απολιθωμάτων, ο Άγγλος θεολόγος William Buckland, υπέθεσε πως τα απολιθώματα άνηκαν σε κάποιο σαρκοφάγο ερπετό που δεν είχε παρατηρηθεί ξανά, το οποίο θα θύμιζε έναν κροκόδειλο, πολύ μεγαλύτερου μεγέθους από αυτούς που υπάρχουν σήμερα. Με αυτόν τον τρόπο ο Μεγαλόσαυρος, έγινε το πρώτο είδος δεινοσαύρου που πήρε επιστημονική ονομασία, πριν ακόμη οριστεί η έννοια “δεινόσαυρος”.

Οι επόμενες παλαιοντολογικές ανακαλύψεις, είχαν παρόμοια αντιμετώπιση, η κοινή ιδέα ήταν πως οι δεινόσαυροι ήταν απλά κάποιου είδους υπερμεγέθους σαύρες από το μακρινό παρελθόν. Η αντίληψη αυτή θα άλλαζε με την βοήθεια του βιολόγου Richard Owen, ο οποίος παρατήρησε τα κοινά χαρακτηριστικά στην ανατομία των ζώων που ξεκινούσαν να

ξεθάβονται. Ο Owens ήταν αυτός που πρότεινε την ιδέα πως οι δεινόσαυροι ήταν μία οικογένεια ζώων με κοινά χαρακτηριστικά την οποία ονόμασε πρώτος “δεινόσαυρους” (dinosauria). Η συνεισφορά του Owens δεν σταματά εδώ όμως, μελετώντας τα απολιθώματα, συμπέρανε πως τα ζώα αυτά έφεραν χαρακτηριστικά τα οποία θα θύμιζαν περισσότερο θηλαστικά, παρά ερπετά στην εμφάνιση.

Σε αυτό το στάδιο τα περισσότερα απολιθώματα προέρχονται από την Ευρώπη. Οι εκσκαφές στην βόρειο Αμερική σύντομα έφεραν στο φως νέα απολιθώματα από πολύ πιο ολοκληρωμένους σκελετούς από αυτούς που βρίσκανε στην Ευρώπη. Τα νέα αυτά ευρήματα, βοήθησαν τους ερευνητές να αναθεωρήσουν για ακόμη μια φορά για την εικόνα των δεινοσαύρων. Όσο ανακαλυπτόταν νέα είδη δεινοσαύρων, έγινε ξεκάθαρο πως οι δεινόσαυροι αποτέλεσαν μια πολύ ποικιλόμορφη οικογένεια, με πολλούς από αυτούς να περπατάν στα δύο πόδια, έχοντας έναν δραστήριο τρόπο ζωής, περισσότερο σαν θηλαστικά ή πουλιά ακόμη.

Το επόμενο μεγάλο κύμα ανακαλύψεων που μας βοήθησε να βελτιώσουμε την αντίληψη μας για τους δεινοσαύρους, ξεκινά με την ανακάλυψη και μελέτη των δρομεόσαυρων. Με είδη όπως ο δεινόνηχος να ανασκάφονται, παρατηρούνται ανατομικές δομές διαφορετικές από κάθε άλλη οικογένεια δεινοσαύρων. Κάποια από τα συναρπαστικά χαρακτηριστικά που φαίνονται να φέρουν οι δρομεόσαυροι είναι μακριά, μυώδη ουρά με χρήση στην ισορροπία και ένα υπερμεγέθους νύχι στα πίσω πόδια τους, που θυμίζει δρεπάνι. Αναμφίβολα, οι δεινόσαυροι αυτοί, έδειχναν να είναι ακόμη πιο δραστήριοι, παρουσιάζοντας στοιχεία για συμπεριφορές που δεν θα περιμέναμε πριν από δεινόσαυρους. Η περίοδος αυτών των ανακαλύψεων ονομάστηκε “dinosaur renaissance” καθώς μας βοήθησε να δούμε τους δεινόσαυρους σε ένα νέο πλαίσιο.

Η δίψα του κοινού για δεινόσαυρους δεν φαίνεται ποτέ να τελειώνει και η παλαιοντολογία συνεχίζουν να προσφέρουν μέχρι και σήμερα νέες ανακαλύψεις με ταχύτερο ρυθμό από ποτέ. Το θέμα που δείχνει να έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον, είναι η μελέτη λεπτών ιστών, όπως δέρματος, αλλά και φτερών τα οποία όπως δείχνουν όλα, κοσμούσαν πολλούς από τους αγαπημένους μας δεινόσαυρους, οι οποίοι παραδοσιακά παρουσιάζοντας ως γυμνά ερπετά.

Η μελέτη των δεινοσαύρων είναι ένα συναρπαστικό πεδίο με διαρκείς νέες εξελίξεις και αναθεωρήσεις. Αυτό όμως που κάνει την μελέτη των δεινοσαύρων ακόμη πιο ενδιαφέρον, είναι πως σήμερα ξέρουμε πως μελετάμε την κυρίαρχη μορφή ζωής για μία τεράστια περίοδο του πλανήτη. Μια οικογένεια ζώων η οποία καινοτόμησε εξελεγκτικά διαρκώς, για εκατομμύρια χρόνια και που έχει την δική της θέση στο δέντρο της ζωής και την φυσική ιστορία του πλανήτη.

Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να σημειώσουμε, πως η μελέτη των δεινοσαύρων και της φυλογενετικής τους, δεν είναι σε καμία περίπτωση ένα αναχρονιστικό αντικείμενο, με μόνο στόχο να ικανοποιήσει την ανθρώπινη περιέργεια για το παρελθόν που δεν μπορούσαμε να καταγράψουμε. Η βιολογία των δεινοσαύρων και ο τρόπος που αυτή σχετίζεται με τους οργανισμούς του πλανήτη σήμερα, μας βοηθά να καταλάβουμε καλύτερα μια πληθώρα βιολογικών μηχανισμών και να αντλήσουμε πληροφορίες, τόσο για προϊστορικά οικοσυστήματα, όσο και για τους παράγοντες που σχημάτισαν τα οικοσυστήματα σήμερα.

Στόχος Εργασίας

Η παρακάτω εργασία, σε συνδυασμό με το συμπληρωματικό έργο, ξεκίνησε με αφορμή την άγνοια του γενικού κοινού για την μοντέρνα εικόνα των δεινόσαυρων και της εξελεγκτικής τους πορείας. Δεν είναι σπάνιο να συναντήσεις σήμερα ανθρώπους, οι οποίοι δυσκολεύονται να πιστέψουν ότι τα πουλιά είναι απόγονοι των δεινοσαύρων και πως πρακτικά, ανήκουν στην ίδια οικογένεια ειδών. Παρομοίως, κοινώς διαμοιρασμένη παραπληροφόρηση για το πώς ο τυρανόσαυρος, εξελίχθηκε σε κότα, συνεχίζει να διαδίδεται και να μπερδεύει την ιδέα του κοινού για την βιολογία.

Το γεγονός αυτό, μπορεί να μην φαίνεται σημαντικό, αλλά η παραπληροφόρηση και η άγνοια συχνά οδηγούν άτομα στην απαξίωση της επιστήμης και στην υιοθέτηση αντιεπιστημονικών ιδεών για να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα. Στις χειρότερες περιπτώσεις, η άγνοια οδηγεί στην χειραγώγηση και τον δογματισμό του κοινού από την ψευδοεπιστήμη. Σε μια εποχή λοιπόν που η πληροφορία διαδίδεται γρηγορότερα από ποτέ, χωρίς να ελέγχεται, είναι σημαντικό, η αλήθεια όπως την αποδέχεται η επιστήμη, να είναι κατανοητή από τον κόσμο.

Ταυτόχρονα, οι δημοφιλείς απεικονίσεις δεινόσαυρων, ακόμη και σήμερα εξακολουθούν να χρησιμοποιούν αναχρονιστικές αντιλήψεις και να παρουσιάζουν μια παραπλανητική ιδέα. Ο βελοσιράπτορας συγκεκριμένα είναι θύμα του φαινομένου αυτού, καθώς παρουσιάζεται στην επιτυχημένη ταινία “Jurassic Park” ως ένα γυμνό τέρας, τεράστιων διαστάσεων που θυμίζει βελοσιράπτορα μόνο στο όνομα. Το 1993 που η ταινία κυκλοφόρησε, οι επιστήμονες γνώριζαν ήδη ότι η απεικόνιση αυτή, ήταν παραπλανητική. Παρόλα αυτά, η ταινία σχημάτισε την ιδέα για τους δεινόσαυρους για εκατομμύρια θεατές.

Η εργασία, εξετάζει τις τάσεις στην ιστορία της paleoart, της τέχνης της απεικόνισης των προϊστορικών οργανισμών και επιχειρεί να εξηγήσει την προέλευση αυτών, μέσω της αμφίδρομης σχέσης της τέχνης με τα παλαιοντολογικά ευρήματα. Μέσω παραδειγμάτων, παρατηρούμε τον ρόλο της παλαιοντολογικής τέχνης, καθώς και τις εφαρμογές αυτής στην εκπαίδευση και την επιστήμη.

Ο στόχος της παρούσας εργασίας, είναι να εξηγήσει το επιστημονικό και καλλιτεχνικό υπόβαθρο της απεικόνισης των δεινοσαύρων. Συμπεριλαμβάνοντας την θεωρία της εξέλιξης, τον τρόπο που αυτή διαμορφώθηκε, παραδείγματα μέσω των οποίων παρατηρούμε την εξέλιξη στην φύση και τους λόγους τους οποίους καθιστούν την θεωρία αυτή, πυλώνα της επιστήμης της βιολογίας, παράλληλα με την ιστορία της paleoart και του ρόλου των έργων αυτής. Η μελέτη του συναρπαστικού βελοσιράπτορα και των κοντινών του συγγενικών ειδών, μας βοηθά να δούμε την εξέλιξη στην πράξη και το πώς τα διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός δεινόσαυρου, μεταφράζονται και δίνουν χώρο στα χαρακτηριστικά ενός πουλιού.

Το τρισδιάστατο μοντέλο του βελοσιράπτορα, που συνοδεύει την εργασία, παρουσιάζει οπτικά της τελευταίες μας πληροφορίες για την μορφολογία του ζώου. Παρατηρώντας το μοντέλο, αποκτάμε μια καλύτερη εικόνα για την βιολογία της οικογένειας και τους απτούς τρόπους με τους οποίους τα πουλιά “χρησιμοποίησαν” τις δομές των δεινοσαύρων για να χτίσουν τις δικές τους.

Συνοπτικά, η εργασία έχει στόχο να παρουσιάσει τα γνωστά μας επιστημονικά στοιχεία για τους δεινόσαυρους και πιο συγκεκριμένα για την οικογένεια του βελοσιράπτορα και το πώς αυτά επάγονται γενικότερα στην αντίληψη μας για την θεωρία της εξέλιξης.

2. Η Δαρβινική θεωρία της εξέλιξης

2.1 Η ζωή και η θεολογία του Δαρβίνου

Η θεωρία του Κάρολου Δαρβίνου για την εξέλιξη, αποτελεί μία από τις πιο βάσιμες και καλά υποστηριγμένες θεωρίες στον τομέα της βιολογίας. Θα μπορούσε κανείς να πει, πως η δαρβινική θεωρία είναι το πρότυπο σε ότι αφορά θέματα βιολογίας, και κάθε επόμενη παρατήρηση, κρίνεται για το πώς συμβαδίζει και αφομοιώνεται στην θεωρία της εξέλιξης. Ποια ακριβώς όμως είναι η θεωρία της εξέλιξης και τι ακριβώς περιέχει; Κατανοώντας την θεωρία της εξέλιξης, είναι δυνατό να αποκτήσουμε μια βαθύτερη αντίληψη για τον φυσικό κόσμο.

Πολύ συνοπτικά, οι κύριες ιδέες που προτείνει η θεωρία της εξέλιξης, είναι η ύπαρξη κάποιου κοινού προγόνου, από τον οποίον προέρχεται κάθε μορφή ζωής. Μέσω της εξέλιξης, μίας μακροχρόνιας, σταδιακής διαδικασίας, η οποία επιτυγχάνεται χάρη στην φυσική επιλογή, οι οργανισμοί αποκτούν νέα χαρακτηριστικά και διαφοροποιούνται σε βαθμό που μπορούμε να αναγνωρίσουμε και να τους ταξινομήσουμε σε διαφορετικά είδη και μορφές ζωής (Garner, Taylor, Than, 2022). Η κεντρική ιδέα αυτή, ήταν επαναστατική για την εποχή της και προκάλεσε την αναθεώρηση των προηγούμενων πεποιθήσεων. Φυσικά, οι αντιδράσεις δεν ήταν όλες αποκλειστικά υποστηρικτικές, αλλά όπως κάθε νέα ιδέα, η θεωρία της εξέλιξης χρειάστηκε να υποστεί εξονυχιστική διερεύνηση και πειραματισμό, μέχρι να κερδίσει την αποδοχή και την έγκριση, τόσο από το ευρύ κοινό, όσο και από τον επιστημονικό κύκλο.

Πριν όμως την θεωρία που έμελε να τον καταξιώσει ως έναν από τους σπουδαιότερους επιστήμονες που έζησε ποτέ, ο Κάρολος Δαρβίνος, υπήρξε ένα ακόμη παιδί, με ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον φυσικό κόσμο (Lotzof, n.d.). Γεννημένος το 1809 στο Shrewsbury της Αγγλίας, μεγάλωσε διαβάζοντας βιβλία φυσικής ιστορίας και εξερευνώντας τα δάση κοντά στο σπίτι του. Στα 16 του, μεταφέρθηκε στην Σκωτία για να φοιτήσει στο πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου, επιλέγοντας την ιατρική. Σύντομα όμως, παραιτήθηκε από τον σκοπό αυτό, καθώς δεν ένιωθε άνετα με το χειρουργικό περιβάλλον. Την εποχή εκείνη, δεν υπήρχε η χρήση αναισθησίας και η απώλειες ζωής δεν ήταν σπάνιο φαινόμενο, συνεπάγοντας μια τραυματική εμπειρία για τον νεαρό Κάρολο.

Μετά από την αποτυχημένη του προσπάθεια στην ιατρική, ο Δαρβίνος επέλεξε να σπουδάσει πάνω στην θεολογία. Η επιλογή αυτή φαίνεται να είχε να κάνει λιγότερο με την θρησκευτική πίστη του, και περισσότερο με μία έλλειψη κατεύθυνσης σε συνδυασμό με την ανάγκη του ίδιου, να ανταπεξέλθει στα κοινωνικά πρότυπα της εποχής για έναν άνδρα. Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η πίστη του Δαρβίνου, δείχνει να ήταν συμβατή με την εποχή (Lamoureaux, 2004). Με τις δικές του λέξεις, δεν είχε αμφισβητήσει ποτέ την καθολική, κυριολεκτική αλήθεια, κάθε λέξης της βίβλου. Συγκεκριμένα, η ιδέα του Δαρβίνου τότε, μπορούσε να περιγραφεί ως “προοδευτικός δημιουργισμός”. Ο Δαρβίνος πίστευε δηλαδή πως η φύση των ειδών, ήταν απαράλλακτη και πως η ζωή δημιουργήθηκε από την παρέμβαση του Θεού σε διάφορες στιγμές στην γεωλογική ιστορία. Η δουλειά του φυσιογνώστη και θεολόγου William Paley, ήταν σημαντική επίδραση στον Δαρβίνο, ο οποίος περιγράφει τα βιβλία του Paley ως το μόνο χρήσιμο μέρος της εκπαίδευσής του. Το ενδιαφέρον στοιχείο εδώ, είναι πως τα βιβλία του Paley, αναφέρονται στον ευφυή σχεδιασμό της ζωής από Θεία μέσα και στο τρόπο με τον οποίο κάθε χαρακτηριστικό της ζωής ήταν

τέλεια προσαρμοσμένο, εκτελώντας συγκεκριμένο σκοπό και αφήνοντας μηδαμινό χώρο για βελτίωση ή εξέλιξη.

Ολοκληρώνοντας το πρόγραμμα σπουδών του, ο Δαρβίνος επέλεξε να μην οριστεί ως ιερέας. Οι σπουδές του, των είχαν βοηθήσει να ανακαλύψει ξανά το πάθος του για τον φυσικό κόσμο και δεν είχε καμία βιασύνη να αρχίσει να κηρύττει.

Αντί για αυτό, ο Δαρβίνος επέλεξε να σαλπάρει το 1831 με το πλήρωμα του HMS Beagle. Ένας από τους καθηγητές του, τον πρότεινε στον καπετάνιο Robert FitzRoy. Ο ρόλος του Δαρβίνου στο πλοίο, ήταν να μαζεύει ζώα, φυτά και πετρώματα από τους σταθμούς του πλοίου και να κρατά σημειώσεις για αυτά. Με την ευκαιρία να εξερευνήσει μακρινούς, εξωτικούς προορισμούς, ο Δαρβίνος γνώρισε τον φυσικό κόσμο, παρατηρώντας από κοντά οργανισμούς που έβλεπε για πρώτη φορά. Η σημειώσεις του, έθεσαν τα θεμέλια για την θεωρία της εξέλιξης που ο ίδιος θα σχημάτιζε στο μέλλον.

Στο πλοίο, ο περίγυρος του, βρήκε την πίστη του Δαρβίνου και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούσε αποθέματα από την βίβλο στον διάλογο, αστείο. Και παρά την συνέχεια της μελέτης του στην βιολογία και την γεωλογία κατά την διάρκεια του ταξιδιού, καθώς και της έρευνας του, στους διάφορους σταθμούς του πλοίου, η πίστη του Δαρβίνου έμεινε ακλόνητη και συνέχισε να αρνείται την εξέλιξη.

Η αναθεώρηση της θεολογίας του, ξεκίνησε το 1836, αφού το ταξίδι του με το HMS Beagle, είχε ήδη λάβει τέλος. Ο Δαρβίνος, δυσανασχέτησε με την παρουσία του Θεού στην Παλαιά Διαθήκη, όπου τον χαρακτηρίζει ως έναν “εκδικητικό τύραννο” και διαπίστωσε πως οι γραφές του χριστιανισμού δεν ήταν περισσότερο αξιόπιστες από αυτές, οποιασδήποτε άλλης πίστης. Η εσωτερική αυτή αναθεώρηση, οδήγησε τον Δαρβίνο στο να αρνηθεί την χριστιανική του πίστη, ωστόσο, συνέχισε να πιστεύει σε κάποια ανώτερη δύναμη.

Στο βιβλίο του “On the Origin of Species”, το οποίο εκδόθηκε το 1859, ο Δαρβίνος προτείνει την επαναστατική ιδέα πως πληθυσμοί οργανισμών εξελίσσονται με το πέρασμα γενναίων, μέσω της φυσικής επιλογής. Το λιγότερο γνωστό γεγονός για το βιβλίο, είναι πως στις σελίδες του περιέχονται επτά αναφορές στον «δημιουργό». Ο ιδέα του Δαρβίνου για την εξέλιξη, δεν ήταν αυτή που έχουμε σήμερα. Μια διαδικασία η οποία βασίζεται σε τυχαίες μεταλλάξεις και αναγκαιότητα για επιβίωση. Αντίθετα, πίστεψε πως ο Θεός, δημιουργεί ζωή τόσο στην μήτρα όσο και στην Γη. Η διαδικασία της φυσικής επιλογής για τον Δαρβίνο, είχε στόχο. Στόχο ορισμένο από τον δημιουργό.

Μέχρι το τέλος της ζωής του, ο Δαρβίνος, ποτέ δεν υιοθέτησε τον αθεϊσμό. Αλλά περιέγραψε τον εαυτό του ως αγνωστικιστή.

2.2 Εξέλιξη μέσω φυσικής επιλογής

Ο Δαρβίνος, ξεκίνησε να γράφει το βιβλίο του “On the Origin of Species” στα τέλη της δεκαετίας του 1830. Θα περνούσαν όμως 20 χρόνια μέχρι το βιβλίο να εκδοθεί, με μεγάλη επιτυχία, το 1859 όταν και τα 1250 αντίτυπα του, γρήγορα ξεπούλησαν.

Στο βιβλίο, ο Δαρβίνος, περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο κληρονομώντας φυσικά και συμπεριφοριστικά χαρακτηριστικά με το πέρασμα των γενεών, οι οργανισμοί εξελίσσονται. Οι θεωρία ξεκινά με την υπόθεση πως μέσα σε έναν πληθυσμό, υπάρχει ποικιλομορφία στα χαρακτηριστικά του οργανισμού. Ένα καλό παράδειγμα, είναι οι σπίνι που μελέτησε ο

Δαρβίνος στο αρχιπέλαγος των Γκαλαπάγκος (Hanneke, 2018). Τα διαφορετικά είδη σπίνου, έχουν διαφορετικά σχήματα και μεγέθη ράμφους που τα βοηθούν να προσαρμοστούν στο να τρέφονται από κάποια συγκεκριμένη πηγή τροφής. Κάποια είδη σπίνου είχαν κοντά, χοντρά ράμφη με τα οποία άνοιγαν σπόρους, άλλα είδη είχαν πιο μακριά και λεπτά ράμφη τα οποία τους επέτρεπαν να μαζεύουν νέκταρ από τα λουλούδια ή να πιάνουν έντομα. Ο Δαρβίνος, υπέθεσε πως όλα αυτά τα πουλιά εξελίχτηκαν σε διαφορετικά είδη, από έναν κοινό πρόγονο. Σήμερα, με μοντέρνες μοριακές τεχνικές, καθώς και μορφολογική παρατήρηση, μπορούμε να επιβεβαιώσουμε με σιγουριά ότι η υπόθεση του Δαρβίνου ήταν σωστή και πως τα πουλιά αυτά, είναι πιο κοντά συγγενικά μεταξύ τους, από οποιοδήποτε άλλο είδος. Αυτό τα κάνει ένα μονοφυλετικό γκρουπ, μια ομάδα ειδών δηλαδή που εξελίχθηκαν όλα από το ίδιο είδος.

Η έρευνα του Δαρβίνου, βασίστηκε στην παρατήρηση. Ο ίδιος, δεν ήταν εκπαιδευμένος στην γενετική και του τρόπους με τους οποίους τα γονίδια, περιέχουν πληροφορίες οι οποίες επηρεάζουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός οργανισμού, και μπορούν να κληρονομηθούν από τους απογόνους ενός ατόμου, από γενιά σε γενιά. Παρομοίως, είχε άγνοια για τις τυχαίες γενετικές μεταλλάξεις. Με τον όρο «γενετική μετάλλαξη», αναφερόμαστε σε αλλαγές στο γενετικό υλικό ενός οργανισμού (DNA – RNA). Οι μεταλλάξεις αυτές, είναι οι κύρια κινητήρια δύναμη για την πολυμορφικότητα και την εμφάνιση διαφορετικών ή και νέων βιολογικών δομών σε έναν οργανισμό (Loewe, 2008). Μια μετάλλαξη μπορεί να επηρεάσει τόσο την βιολογική λειτουργία ενός οργανισμού, όσο και την εξωτερική του εμφάνιση. Και σημαντικότερα για την διαδικασία της εξέλιξης, οι γενετικές μεταλλάξεις μπορούν να κληρονομηθούν από τους απογόνους ενός οργανισμού. Οι γενετιστές σήμερα, χρησιμοποιώντας αυτά τα στοιχεία, μπορούν να βρουν αποδείξεις για την θεωρία του Δαρβίνου και να την υποστηρίξουν ακόμη καλύτερα.

Τα χαρακτηριστικά τα οποία επιλέγονται από την φυσική επιλογή, για να περάσουν στην επόμενη γενιά, μας βοηθούν να καταλάβουμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η διαδικασία. Παρότι μερικές φορές η εξέλιξη μπορεί να περιγραφεί ως «επιβίωση του ισχυρότερου», πολλές περισσότερες παράμετροι από την φυσική δύναμη παίζουν ρόλο. Το κριτήριο από το κρίνεται η επιτυχία μίας βιολογικής προσαρμογής, είναι κατά πόσο αυτή, βοηθά τον οργανισμό να επιβιώσει στο περιβάλλον του, ώστε να φτάσει την σεξουαλική ενηλικίωση και να ζευγαρώσει, ώστε να περάσει τα γονίδια του στην επόμενη γενιά.

Μία ενδιαφέρον συνέπεια του φαινομένου αυτού, είναι χαρακτηριστικά τα οποία δεν δίνουν κάποια λειτουργικό προβάδισμα στους φορείς τους, σε ότι αφορά την εύρεση τροφής ή την αποφυγή θηρευτών, αλλά βοηθούν αποκλειστικά στην εύρεση ερωτικού συντρόφου. Ακόμη και σε περιπτώσεις όπου τα χαρακτηριστικά αυτά λειτουργούν μειονεκτικά για τον οργανισμό σε κάθε άλλη περίπτωση, πέρα από την εύρεση συντρόφου, εξασφαλίζοντας τις πιθανότητες του για ζευγάρωμα, εξασφαλίζεται και η συνέχεια των χαρακτηριστικών αυτών από τους απογόνους. Κάποια παραδείγματα, είναι το ιδιαίτερα διακοσμητικό φτέρωμα στα αρσενικά πολλών ειδών πουλιών, που χαλάει το καμουφλάζ τους ή τα κέρατα που μεγαλώνουν τα ελάφια, μόνο για να τα ρίξουν μετά την αναπαραγωγική περίοδο. Συνεπώς, παρατηρούμε, ότι ο σεξουαλικός ανταγωνισμός, είναι άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει τα χαρακτηριστικά που επιλέγονται από την εξέλιξη.

Οι μικρές αλλαγές που προκύπτουν σε έναν πληθυσμό με την πάροδο του χρόνου, οδηγούν στην καλύτερη προσαρμογή του για το περιβάλλον του και τον συγκεκριμένο οικολογικό του ρόλο. Στο βάθος πολλών γενεών, προκύπτουν πλέον νέα είδη τα οποία μπορούν να καλύπτουν διαφορετικούς οικολογικούς ρόλους ή και να κατοικούν ένα εντελώς διαφορετικό

οικοσύστημα. Ο συνεχής ανταγωνισμός μεταξύ των ειδών, οι αλλαγή των κλιματικών αλλαγών και οι σχέσεις θηρευτή – θηράματος, είναι όλοι παράγοντες που καλούν στους οργανισμούς την ανάγκη για βελτιστοποίηση και αναπροσαρμογή.

2.3 Πρακτικά παραδείγματα της εξέλιξης

Η εξέλιξη είναι μια βιολογική διαδικασία ή οποία συνήθως χρειάζεται ένα μεγάλο διάστημα χρόνου ώστε να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στην μορφολογία ενός είδους. Παρότι η διαδικασία είναι διαρκής, ο φαινότυπος (η εμφάνιση) ενός πληθυσμού, αλλάζει μόνο με το πέρασμα κάποιων γενεών.

Χάρη στο εκτενές ιστορικό απολιθωμάτων που έχουμε σήμερα όμως στα χέρια μας, δεν χρειάζεται να κάνουμε κενές εικασίες για την εξελικτική πορεία κάθε είδους. Ερευνώντας τα απολιθώματα και την μορφολογία των ζώων που υπάρχουν σήμερα, μπορούμε να έχουμε μία εικόνα για τους απογόνους τους και πως τα χαρακτηριστικά τους σχηματίστηκαν.

Οι φάλαινες

Οι φάλαινες είναι μια οικογένεια ειδών που ξεχωρίζει, καθώς περιέχει κάποια από τα μεγαλύτερα ζώα που έζησαν ποτέ στον πλανήτη. Ακόμη, αποτελούν μία από τις ιδιαίτερες οικογένειες θηλαστικών, οι οποίες έχουν προσαρμοστεί για υδρόβια ζωή.

Ο Δαρβίνος, σε ένα απόσπασμα του βιβλίου του το οποίο θα μετάνιωνε, αναφέρθηκε στις φάλαινες και φαντάστηκε πως αυτές θα μπορούσαν να είχαν εξελιχτεί από τις αρκούδες. Παρατηρώντας μία μαύρη αρκούδα να κολυμπά για ώρες στο ποτάμι, προσπαθώντας με το στόμα ανοιχτό να πιάσει έντομα στην επιφάνεια του νερού, φαντάστηκε πως μέσω της φυσικής επιλογής θα μπορούσαν να προκύψουν περισσότερο υδρόβιες αρκούδες, με μεγαλύτερα στόματα, οδηγώντας τελικά σε κάτι που θα μπορούσαμε να αναγνωρίσουμε ως μια φάλαινα.

Η ιδέα αυτή πήρε πολλές χλευαστικές αντιδράσεις και τελικά οδήγησε τον Δαρβίνο να μεταποιήσει το απόσπασμα σε επόμενες εκδόσεις του βιβλίου (“The whale-bear”, 2020). Ανατρεπτικά όμως, η ιδέα του Δαρβίνου, πως οι αρκούδες εξελιχτήκαν από ένα χερσαίο είδος θηλαστικού, αποδείχτηκε στην συνέχεια βάσιμη.

Αντί να στραφεί προς τις αρκούδες ως πιθανό πρόγονο της φάλαινας, ο Δαρβίνος θα είχε καλύτερη τύχη εξετάζοντας του ιπποπόταμους και της αγελάδες. Από την δεκαετία του 90’ οι παλαιοντολόγοι, συλλέγουν στοιχεία που υποστηρίζουν την θεωρία ότι οι φάλαινες εξελίχτηκαν από κάποιο χερσαίο θηλαστικό. Με την έλλειψη όμως κάποιου απολιθώματος που να παρουσιάζει κάποια ενδιάμεση φάση της εξελικτικής πορείας, η ιδέα δεν βρήκε εύκολα απήχηση. Το κενό αυτό όμως, έμελλε να καλύψει το 1994, η ανακάλυψη απολιθωμάτων ενός οργανισμού που οι επιστήμονες ονόμασαν *Ambulocetus natans*. Το ζώο, του οποίου το όνομα μεταφράζεται σε «φάλαινα που περπατάει», έφερε τα άκρα του δάχτυλα και μικρές οπλές. Οι αναλογίες των άκρων του σε σχέση με το σώμα του, μαρτυρούσαν ότι ήταν είχε καλή κολυμβητική ικανότητα, παρόμοια με αυτή μιας φώκιας, ενώ ταυτόχρονα θα μπορούσε να μετακινηθεί και στην ξηρά.

Περισσότερα απολιθώματα, παρόμοιων οργανισμών, συνεχίζουν να ανακαλύπτονται, παρουσιάζοντας την μετάβαση των φαλαινών από την ξηρά στις θάλασσες. Τα ανατομικά στοιχεία από τους απολιθωμένους αυτούς οργανισμούς, βοηθάν τους επιστήμονες να

κατατάζουν της φάλαινες με σιγουριά στην τάξη των αρτιοδάκτυλων, κάνοντας τους υποπόταμους, τα βοοειδή και άλλα οπληφόρα ζώα, τους πιο κοντινούς τους συγγενείς.

2.4 Αντίλογος για την θεωρία της εξέλιξης

Όταν συζητάμε για την εξέλιξη και τους αρνητές της θεωρίας, δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την μεροληψία των τελευταίων. Από την εποχή του Δαρβίνου, μέχρι και σήμερα, στο χριστιανικό ιδιαίτερα κόσμο, η θεωρία της εξέλιξης έχει περάσει από σκληρή κρίση από πιστούς, οι οποίοι αισθάνονται ότι η θεολογία τους συγκρούεται με την επιστήμη (Ruse, 2018).

Φυσικά για κάποιον ο οποίος πιστεύει στην κυριολεκτική έννοια της Βίβλου, είναι εύκολο να δούμε πως η θεωρία της εξέλιξης, δοκιμάσει το δόγμα του. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα αποσπασμάτων από την βίβλο τα οποία, στα οποία η θεωρία της εξέλιξης, άμεσα αντιτίθεται. Πιο σημαντικό ζήτημα φυσικά, είναι η καταγωγή των ειδών, από όπου παίρνει και το όνομα το βιβλίο του Δαρβίνου.

Με την θρησκεία, υπάρχουν πολλές διαφορετικές ερμηνίες των γραφών. Στην πιο γενική εκδοχή, οι χριστιανοί που πιστεύουν στην κυριολεκτικά στην Βίβλο, πιστεύουν ότι ο Θεός, δημιούργησε την ζωή και τα ζώα όπως τα ξέρουμε σήμερα. Κάποιες ομάδες πιστών, αφήνουν μικρά περιθώρια για προσαρμογή στα είδη, αλλά αρνούνται σίγουρα πως ένας δεινόσαυρος θα μπορούσε ποτέ να είναι κάτι άλλο πέρα από δεινόσαυρος, όπως ένα πουλί.

Παρά τις θεολογικές πιέσεις, η θεωρία της εξέλιξης, υποστηρίζεται από την συντριπτική πλειοψηφία της επιστημονικής κοινότητας. Το εκτενές αρχείο απολιθωμάτων είναι μία μόνο από της αποδείξεις που επικυρώνουν την θεωρία της εξέλιξης. Η θεωρία της εξέλιξης, είναι δοκιμασμένη και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της επιστήμης της βιολογίας.

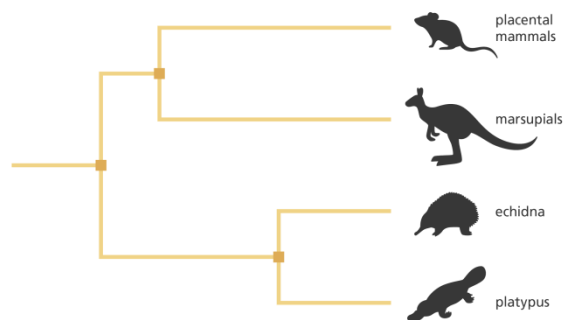
3. Ο Βελοσιράπτορας

3.1 Φυλογενετική της οικογένειας των δεινόσαυρων

Οι πρώτοι δεινόσαυροι, φαίνονται να παρουσιάζονται στο μετά το τέλος της μαζικής εξαφάνισης της Πέρμιας περιόδου. Η Πέρμια περίοδος, τελείωσε με την μαζική εξαφάνιση περισσότερων από το 90% των ειδών του πλανήτη, δίνοντας την ευκαιρία στις οικογένειες που επέζησαν, να προσαρμοστούν για να καλύψουν τους νέους ελεύθερους οικολογικούς ρόλους. Μία από τις οικογένειες που εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία την περίοδο αυτή, είναι οι αρχόσαυροι (Mowbray, 2023). Οι αρχόσαυροι είναι μια μεγάλη οικογένεια οργανισμών, οι οποία συμπεριλαμβάνει τους κροκόδειλους, τους πτερόσαυρους, τους δεινόσαυρους και τους κοντινούς συγγενείς αυτών. Είναι δύσκολο να εξακριβώσουμε, ακριβώς ποιοι από τους πρώτους οργανισμούς που μοιάζουν με δεινόσαυρους, ανήκουν πραγματικά στην οικογένεια.

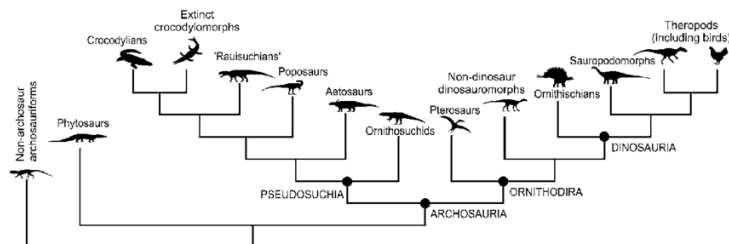
Παρόλα αυτά, είναι ευρέως αποδεκτό, ότι όλοι οι δεινόσαυροι μοιράζονται ένα κοινό πρόγονο μεταξύ 250 και 200 εκατομμυρίων χρόνων πριν. Αυτό σημαίνει, ότι όλοι οι δεινόσαυροι, συμπεριλαμβανομένων των πουλιών, αποτελούν μια μονοφυλετική ομάδα (Barrett, Charig, Nesbitt, Sidor, Werning, 2013).

Η φυλογενετική, είναι ο τρόπος με τον οποίον παρουσιάζουμε τις βιολογικές σχέσεις μεταξύ ειδών. Η επιστήμη αυτή, μας βοηθά να κατατοπίσουμε την εξελικτική πορεία των οργανισμών. Μια μονοφυλετική ομάδα, είναι ένα γκρουπ οργανισμών που προέρχονται από έναν κοινό πρόγονο. Κανένας οργανισμός, όσο και αν εξελιχθεί, δεν μπορεί να βγει από μια μονοφυλετική ομάδα. Αυτός είναι και ο λόγος, που παρότι τα πουλιά διαφέρουν φαινοτυπικά από κάποιες ομάδες δεινοσαύρων, ανήκουν στην μονοφυλετική ομάδα των δεινόσαυρων, καθώς δεν είναι δυνατό να σχηματιστεί μονοφυλετική ομάδα που συμπεριλαμβάνει όλους τους δεινοσαύρους, αλλά όχι τα πουλιά.



Φυλογενετικό δέντρο των θηλαστικών. Κάθε οργανισμός σε ένα κλαδί, έχει πιο στενή συγγένεια με τους υπόλοιπους οργανισμούς στο ίδιο κλαδί, από οργανισμούς οποιουδήποτε άλλου είδους, σε διαφορετικό κλαδί.

Οι φυλογενετικές σχέσεις είναι περίπλοκες, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει γενετικό υλικό για μοριακή ανάλυση, οπότε οι μελετητές βασίζονται σε ανατομικά χαρακτηριστικά για να εξακριβώσουν τις συγγενικές σχέσεις των ειδών. Σήμερα, αναγνωρίζονται τρεις μεγάλες οικογένειες δεινοσαύρων (Allen, Bates, Bishop, Henderson, 2020). Τα ορνιθίσχια, που συμπεριλαμβάνουν κάποιους από του γνωστούς, μεγάλους, τεθωρακισμένους,



Όλα τα μέλη της οικογένειας των δεινοσαύρων (dinosauria), έχουν έναν κοινό πρόγονο. Κάθε οργανισμός μετά την διακλάδωση από τους υπόλοιπους αρχόσαυρους, θα εξακολουθεί να ανήκει στα dinosaurian, όσες διακλαδώσεις και αν ακολουθήσουν.

φυτοφάγους δεινόσαυρους, όπως ο στεγόσαυρος και ο τρικεράτοπας. Τα σαυροποδόμορφα, όπου συναντάμε τους γιγαντίους, μακρόλαιμους δεινόσαυρους, όπως ο Διπλόδοκος και ο Βροντόσαυρος.

Και τέλος, τα θηριόποδα, την μόνη οικογένεια δεινοσαύρων που επιβιώνει μέχρι σήμερα. Τα θηριόποδα συμπεριλαμβάνουν σαρκοφάγους θηρευτές όπως οι Τυρανόσαυροι και τους Μανιράπτορες, όπου ανήκουν τα πουλιά (Wang, O'Connor, 2017).

Οι μανιράπτορες με την σειρά τους, αποτελούν μία εξίσου ποικιλόμορφη οικογένεια. Κάποια από τα κοινά χαρακτηριστικά της οικογένειας, είναι η όρθια δίποδη στάση και το φτέρωμα που συναντάται σε κάθε γένος μανιράπτορα. Ταυτόχρονα, με όλες τις ομοιότητες τους, οι μανιράπτορες προσαρμόστηκαν για να καλύπτουν διαφορετικούς οικολογικούς ρόλους. Παρότι οι οικογένεια αποτελείται ευρέως από σαρκοφάγους δεινόσαυρους, στα μανιράπτορα συναντάται ο θεριζινόσαυρος και οι κοντινότεροι συγγενείς αυτού, φυτοφάγοι δεινόσαυροι οι οποίοι ξεχωρίζουν για τεράστια νύχια, στα μακριά μπροστινά τους άκρα.

Το όνομα Μανιράπτορας, μπορεί να μεταφραστεί ως «αρπακτικό χέρι». Το όνομα αυτό, περιγράφει καλά ένα κοινό χαρακτηριστικό το οποίο κάνει τους μανιράπτορες να ξεχωρίζουν από τα περισσότερα θηριόποδα.

Μέσα στην οικογένεια των μανιραπτόρων, φαίνεται πως οι ομάδες που αποκλίνουν πιο πρόσφατα από τους υπόλοιπους μανιράπτορες είναι τα πουλιά, οι δρομεόσαυροι και η ομάδα troodontidae. Η φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ των τριών οικογενειών δεν είναι ξεκάθαρες, αλλά μπορούμε να ξέρουμε ότι οι οικογένειες αυτές έχουν στενή συγγένεια και πως μοιράζονται έναν κοινό πρόγονο, πιο πρόσφατα από ότι μοιράζονται με οποιαδήποτε άλλη οικογένεια.

Αυτός είναι ο λόγος που ο βελοσιράπτορας και οι υπόλοιποι δρομεόσαυροι μας βοηθούν να καταλάβουμε την εξέλιξη των πρώτων πουλιών, καθώς παρουσιάζουν χαρακτηριστικά και προσαρμοσείς οι οποίες εμφανίζονται στους πρώτους προγόνους των πουλιών.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί, πως ο Βελοσιράπτορας, δεν είναι ο ίδιος πρόγονος των πουλιών (Broadman, 2011). Η βιολογική σχέση των πουλιών με τον βελοσιράπτορα και τους υπόλοιπους δρομεόσαυρους της Κρητιδικής περιόδου είναι σαν αυτή “ξαδερφιών”. Στην πραγματικότητα, τα πουλιά υπήρχαν για εκατομμύρια χρόνια πριν την εμφάνιση του βελοσιράπτορα και υπάρχουν αποδείξεις από στομαχικά περιεχόμενα ότι οι δρομεόσαυροι έτρωγαν πουλιά όποτε παρουσιαζόταν η ευκαιρία. Το γεγονός αυτό φυσικά δεν υποτιμά την στενή τους συγγένεια και την κοινή τους βιολογική διαδρομή.

3.2 Βελοσιράπτορας – Περιγραφή

Ο βελοσιράπτορας είναι ένας σαρκοφάγος θηρευτής του τέλους της Κρητιδικής περιόδου. Τα πρώτα απολιθώματα του ζώου, ανασκάφηκαν στην έρημο Γκόμπι της Μογγολίας. Οι εκσκαφές απολιθωμάτων στην έρημο Γκόμπι ήταν ένα πολύ δύσκολο εγχείρημα, λόγο των περιβαλλοντολογικών συνθηκών της εποχής (“Your Dinosaurs Are Wrong”, 2020). Με την εξέλιξη της μηχανολογία όμως, και της χρήσης αυτοκινήτων, ήταν δυνατό για αμερικανούς ερευνητές, να ταξιδέψουν στην έρημο πιο εύκολα. Η έρημος Γκόμπι, αποδείχτηκε ως μία καταπληκτική τοποθεσία για ανασκαφές, με μεγάλο αριθμό, ιδιαίτερα καλά συντηρημένων απολιθωμάτων, να έχουν ανακαλυφθεί.

Τα πρώτα απολιθώματα του βελοσιράπτορα, βρέθηκαν το καλοκαίρι του 1923 από τον Peter Kaisen, και με συνοπτικές διαδικασίες, μεταφέρθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες, με αποτέλεσμα την επόμενη κιόλας χρονιά, να δημοσιεύεται η πρώτη περιγραφή του βελοσιράπτορα, από τον Henry Osborn, ο οποίος επισημάνει τις ιδιαίτερες αναλογίες του κρανίου, το οποίο αναγνωρίζεται ως θηριόποδο, αλλά διαφέρει για τις στενόμακρες μετρήσεις του (Osborn, 1924). Παρατηρώντας τα αιχμηρά δόντια του ζώου, και το μεγάλο άνοιγμα των σαγονιών του ζώου, ο Osborn συμπεράνει ότι πρόκειται για έναν ενεργό θηρευτή, ικανό να κυνηγήσει θηράματα σημαντικού μεγέθους. Ακόμη, ο Osborn, δίνει το

όνομα βελοσιράπτορας, από το λατινικό *velox* (γρήγορος), για την ταχύτητα, αντικατοπτρίζοντας την ιδέα του για τον τόπο ζωής του βελοσιράπτορα, ως έναν γρήγορο, μικρόσωμο, σαρκοφάγο θηρευτή, και το *raptor*, το οποίο αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ο βελοσιράπτορας και οι συγγενείς του θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα μπροστινά τους άκρα.

Τέλος, είναι ενδιαφέρον να αναφέρουμε, πως στην ίδια δημοσίευση, συμπεριλαμβάνονται οι περιγραφές δύο ακόμη ειδών από την Μογγολία, το κρανίο ενός εκ των οποίων, ενός είδους troodontid (κοντινός συγγενείς των δρομεόσαυρων) ο Osborn αναγνωρίζει ως όμοιο με πουλιού. Η σύγκριση αυτή μπορεί να είναι επιφανειακή για τον συγγραφέα, αλλά με όσα γνωρίζουμε σήμερα για την σχέση των πουλιών με τους δεινόσαυρους, αποτελεί μια εξαιρετικά εύστοχη παρατήρηση.

Διάφορες πολιτικές και οικονομικές συγκυρίες, με κυριότερη αυτών τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, είχαν ως αποτέλεσμα οι αμερικανικές εκσκαφές στην έρημο Γκόμπι να παύσουν και το ενδιαφέρον για τον βελοσιράπτορα να παγώσει.

Κατά τις δεκαετίες του 60' και του 70', επιστημονικές ομάδες από την Ευρώπη, έχουν την ευκαιρία να εξερευνήσουν την έρημο ξανά, ωστόσο λόγω των πολιτικών καταστάσεων, οι ευκαιρίες τους για συνεργασία με δυτικούς επιστήμονες είναι περιορισμένες. Μέσα σε αυτήν την περίοδο, ανακαλύπτονται νέα απολιθώματα του βελοσιράπτορα, το πιο θαυμάσιο εκ των οποίων είναι ένας πλήρης σκελετός βελοσιράπτορα, ο οποίος φαίνεται να επιτίθεται σε έναν πρωτοκεράτοπα. Το απολιθώμα αυτό, έχει γίνει γνωστό με το όνομα “fighting dinosaurs” για την άριστη διατήρηση των δύο σκελετών, καθώς και την απεικόνιση της μάχης μεταξύ τους.



Fighting Dinosaurs – 1971 (Mongolia)

Με την δεκαετία του 90', η Μογγολία αποκτά την ανεξαρτησία της από την σοβιετική ένωση, και αμερικανοί εξερευνητές αποκτούν και πάλι πρόσβαση στην έρημο. Με τις νέες τους έρευνες, οι αμερικανοί αποκτούν πολύ υλικό για τον βελοσιράπτορα και 1997 δημοσιεύεται από τους Mark Norell και Peter Makovicky, η πιο πλήρης και ενημερωμένη περιγραφή του βελοσιράπτορα (Makovicky, Norell, 1997).

Παρά την εκτεταμένη βιβλιογραφία και των αριθμό απολιθωμάτων που έχουμε σήμερα στα χέρια μας, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως όταν δουλεύουμε με σκελετούς οι οποίοι έχουν αλλοιωθεί μέσα στο πέρασμα εκατομμυρίων χρόνων, καθώς και την έλλειψη λεπτών ιστών, δεν είναι εύκολο να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα για την εικόνα ενός ζώου το οποίο κανείς δεν έχει δει εν ζωή. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας ανατομικά στοιχεία, όπως δομές που υποστηρίζουν συγκεκριμένους ιστούς, καθώς και φυλογενετικά στοιχεία από συγγενικά είδη, μπορούμε να κάνουμε ενημερωμένες υποθέσεις για να γεμίσουμε τα κενά στην εικόνα μας.

3.3 Ανατομία

Ως δρομεόσαυρος, ο Βελοσιράπτορας, παρουσιάζει πολλά από τα χαρακτηριστικά που αναμένουμε να βρούμε σε ένα μέλος της οικογένειας, κάποια εκ των οποίων παρουσιάζουν την μετάβαση στα πουλιά.

Ο Βελοσιράπτορας είναι ένα σχετικά μικρόσωμο ζώο, ιδιαίτερα σε σχέση με τις δημοφιλέστερες απεικονίσεις του. Το ύψος εκτιμάται στο μισό μέτρο, ενώ το μήκος του φτάνει τα δύο μέτρα, συμπεριλαμβάνοντας την ουρά (Castro, 2016).

Μελετώντας το κρανίο του, παρατηρούμε ότι το κεφάλι του ζώου είναι ιδιαίτερα στενό, αποκτώντας πλάτος μόνο από την περιοχή των ματιών και μετά. Τα σαγόνια του έχουν μικρή κλίση προς τα πάνω, δημιουργώντας λακκούβα στο μέσο του κεφαλιού. Η δομή αυτή, διαφέρει από αυτή άλλων θηριόποδων, όπως των τυρανόσαυρων. Το μεγάλο άνοιγμα των σαγονιών του βελοσιράπτορα, αποτελεί υπόδειξη της ικανότητας του ως θηρευτής. Από απολιθώματα όπως το “fighting dinosaurs”, συμπεράνουμε πως μεγάλα ζώα, όπως ο πρωτοκεράτοπας, αποτελούσαν κάποιο τουλάχιστον μέρος της διατροφής του βελοσιράπτορα (Hendry, n.d.). Ταυτόχρονα, υπάρχουν απολιθώματα, τα οποία υποδυκνείουν πως ο βελοσιράπτορας ήταν πτωμογάφο.

Όπως προκύπτει από μελέτες της ενδοκρανικής ανατομίας του βελοσιράπτορα, η αίσθηση της ακοής του ήταν ιδιαίτερα ανεπτυγμένη, με την δυνατότητα ανίχνευσης ήχων μεγάλου εύρους συχνοτήτων (Balanoff, Georgi, King, Sipla, 2020). Η τροφική οικολογία του, φαίνεται να ταιριάζει με αυτήν σημερινών θηρευτών, οι οποίοι παρουσιάζουν πτωμοφαγική συμπεριφορά υπό συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες (έλλειψη τροφής, περίοδοι ξηρασίας). Ο βελοσιράπτορας παρουσιάζει όλα τα χαρακτηριστικά που θα τον έκαναν έναν γρήγορο θηρευτή, ικανό να ακολουθήσει τα θηράματα του χωρίς δυσκολία.

Στα σαγόνια του βελοσιράπτορα, βρίσκουμε μία σειρά από 26 ή περισσότερα οδοντωτά δόντια, κατάλληλα για να κόβουν σάρκα. Δεν είναι ξεκάθαρο αν τα δόντια του βελοσιράπτορα καλύπτονταν από χείλια, όπως στις σαύρες, ή αν τα δόντια τους φαινότανσαν ακόμη και με το στόμα κλειστό, όπως στους κροκόδειλους. Οι κροκόδειλοι είναι πιο κοντινοί συγγενείς του βελοσιράπτορα, ωστόσο, οι δομές στα σαγόνια του βελοσιράπτορα, μοιάζουν περισσότερο με τις δομές στα σαγόνια των σαυρών, που υποστηρίζουν τα χείλια. Είναι δυνατό ο βελοσιράπτορας να εμφάνιζε μία από της δύο συνθήκες ή ακόμη και κάτι ενδιάμεσο ή τελείως διαφορετικό.

Όσο για την όραση του βελοσιράπτορα, υπάρχουν μερικά στοιχεία που προκύπτουν όταν μελετάμε τους σκληρωτικούς δακτυλίους του (Motani, Schmitz, 2011). Ο σκληρωτικός δακτύλιος, είναι ένα κομμάτι κόκαλου που συναντάμε στην θέση των ματιών σε κάποιες ομάδες ζώων, όπως οι δεινόσαυροι, τα πουλιά και οι κροκόδειλοι. Αναλύοντας και συγκρίνοντας του δακτυλίους 33 διαφορετικών ειδών αρχόσαυρων, συμπεριλαμβανομένου του βελοσιράπτορα, μία μελέτη του 2011, κατέληξε πως ο βελοσιράπτορας είχε όραση προσαρμοσμένη για συνθήκες χαμηλού φωτός και πως ο δεινόσαυρος θα ήταν πιο ενεργός μετά την δύση και πριν την αυγή του ηλίου.

Η εξωτερική εμφάνιση του ματιού, καθορίζεται από την οικολογία του κάθε ζώου και τις συνθήκες στις οποίες είναι δραστήρια. Καθώς δεν υπάρχει απολιθώμα από μάτι βελοσιράπτορα, μπορούμε να εικάσουμε για την εμφάνιση των ματιών του από σύγχρονα συγγενικά είδη τα οποία καταλαμβάνουν παρόμοιο οικολογικό ρόλο. Οι κροκόδειλοι έχουν κάθετες κόρες, οι οποίες μπορούν να διαστέλλονται, επιτρέποντας περισσότερο φως να μπει στο μάτι, σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Τα νυκτόβια πουλιά από την άλλη, εμφανίζουν ποιο σπάνια κάθετες κόρες στα μάτια τους. Οποιαδήποτε από τις δύο συνθήκες είναι πιθανές για τον βελοσιράπτορα, και η πραγματικότητα φαίνεται να εξαρτάται από το εάν τα μάτια

των πουλιών εξελίχθηκαν στους κοινούς προγόνους του βελοσιράπτορα με τα πουλιά ή εάν είναι μία πιο πρόσφατη προσαρμογή.

Συνολικά, το κεφάλι του βελοσιράπτορα είναι ελαφρύς δομημένο, και φαίνεται να είχε κύριο σκοπό την κατανάλωση τροφής και όχι την χρήση ως θηρευτικό όπλο.

Οι βελοσιράπτορες, φαίνεται πως χρησιμοποιούσαν περισσότερο τα άκρα τους για να κυνηγήσουν, γραπώνοντας με τα μπροστινά τους άκρα και επιτίθονταν με τα πίσω άκρα. Θυμόμαστε πως το όνομα ράπτορας, αναφέρεται στην ικανότητα να γραπώνουν με τα μπροστινά τους άκρα.

Τα μπροστινά άκρα του βελοσιράπτορα έφεραν τρία δάχτυλα, με γαμψά νύχια. Οι βελοσιράπτορες κρατούσαν τα χέρια του αντικριστά το ένα με το άλλο, και δεν είχαν την δυνατότητα να τα γυρίσουν προς το έδαφος. Ωστόσο, τα χέρια τους γυρνούσαν προς τα πάνω, όποτε αυτά ήταν εκτεταμένα προς τα μπροστά. Οι ώμοι τους, επέτρεπαν να σηκώσουν τα χέρια τους σχεδόν παράλληλα με το έδαφος.

Τα πίσω άκρα του βελοσιράπτορα, έφεραν τρία δάχτυλα και τέσσερα νύχια, με το μικρότερο νύχι να βρίσκεται στο πίσω μέρος του ποδιού. Οι βελοσιράπτορες κρατούσαν ένα από τα δάχτυλα τους σε κάθε πόδι στον αέρα, το δάχτυλο αυτό έφερε το μεγάλο καμπυλωτό νύχι, με μέγεθος έως και 6 εκατοστών, για το οποίο είναι γνωστό το είδος. Το νύχι αυτό, ήταν ένα όπλο, το οποίο χρησιμοποιούσε ο βελοσιράπτορας για να κυνηγήσει. Είναι εύκολο λοιπόν να φανταστούμε τις οικολογικές πιέσεις που θα οδηγούσαν στο νύχι να κρατιέται στον αέρα. Ο τρόπος με τον οποίο ο βελοσιράπτορας χρησιμοποιούσε το δρεπανοτό του νύχι, δεν είναι άμεσα ξεκάθαρος και είναι μοιάζει να διέφερε ανάμεσα στα διαφορετικά είδη δρομεόσαυρων. Μέσω μαθηματικών μοντέλων που εξέτασαν τα άκρα του Δεινόνυχα, προκύπτει πως η ισχύς στην άκρη του νυχιού, ήταν σχετικά μικρή (Bishop, 2019). Σε συνδυασμό με την γενικότερη μορφολογία των δρομεόσαυρων, η πιο πιθανή χρήση, φαίνεται να είναι ο περιορισμός μικρότερων θηραμάτων, κρατώντας τους στο έδαφος. Διαφορετικές πιθανές χρήσεις, δεν μπορούν να αποκλειστούν.

Ένα από τα χαρακτηριστικά που θα περιμέναμε να παρατηρήσουμε εν ζωή στον βελοσιράπτορα, είναι φυσικά η παρουσία φτερώματος, που καλύπτει μεγάλο μέρος του σώματος του ζώου. Έχουμε αποδείξεις για το γεγονός πως ο βελοσιράπτορας ήταν ένα φτερωτό ζώο, από συγκεκριμένους κόμβους που είναι δυνατό να παρατηρήσουμε στους πήχεις του (Makovicky, Norell, Turner, 2007). Οι κόμβοι αυτοί, συναντώνται στα σημερινά πουλιά και ο σκοπός τους είναι να υποστηρίξουν τον κάλαμο του φτερού. Η ύπαρξη τους, συνεπάγεται πως ο βελοσιράπτορας είχε καλαμωτά φτερά στους πήχεις του. Ο βαθμός στον οποίον το υπόλοιπο σώμα καλύπτονταν από φτερά δεν είναι ξεκάθαρος. Ωστόσο, από το φτέρωμα συγγενικών ειδών και το γεγονός ότι οι πήχεις του βελοσιράπτορα ήταν φτερωτοί, θα ήταν πολύ απίθανο να μην είχε φτερά αλλού. Αντιθέτως, σχεδόν όλο το σώμα του βελοσιράπτορα, αναμένουμε να καλυπτόταν από κάποια μορφή φτερώματος.

Το φτέρωμα που συναντάμε στον βελοσιράπτορα και την οικογένειά του, γεννά ερωτήσεις για την χρήση των φτερών, την εξέλιξη της πτητικής ικανότητας και των φτερών.

Γνωρίζουμε πως ο Βελοσιράπτορας, δεν είχε την ικανότητα να πετάξει ή ακόμη και να ολισθήσει στον αέρα όπως κάποια σημερινά ζώα (ιπτάμενος σκίουρος, χελιδονόψαρο). Το μέγεθος τους ήταν πολύ μεγάλο για τα φτερά τους και η ανατομία τους δεν θα επέτρεπε το κατάλληλο εύρος κίνησης που απαιτεί η απογείωση. Παρόλα αυτά, υπάρχουν άλλες

λειτουργίες όπου τα φτερά μπορούσαν να βοηθούν τους βελοσιράπτορες. Τα φτερά είναι αποτελεσματικά ως μονωτικό μέσω, με αυτόν τον τρόπο, θα βοηθούσαν τον βελοσιράπτορα να κρατά σταθερή την θερμοκρασία του σώματος του. Ακόμη, ένας από τους βασικούς τρόπους με τους οποίους τα πουλιά χρησιμοποιούν σήμερα τα φτερά τους, είναι για να προσελκύσουν πιθανούς συντρόφους, με στόχο να ζευγαρώσουν. Ιδιαίτερα να αρσενικά πουλιά, παρατηρούνται συχνά, να επιδεικνύουν το φτέρωμα τους κατά την διάρκεια του ζευγαρώματος. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα, το φτέρωμα που φέρουν τα αρσενικά, μπορεί να αποτελεί μειονέκτημα στην επιβίωση του, με μεγάλα πολύχρωμα φτερά που εμποδίζουν το φυσικό καμουφλάζ και τραβούν την προσοχή των διάφορων θηρευτών. Ωστόσο, η βιολογική πίεση του σεξουαλικού ανταγωνισμού είναι τέτοια, που το ρίσκο αξίζει για μια καλύτερη ευκαιρία στην αναπαραγωγή.

Είναι αρκετά δύσκολο εγχείρημα, να μελετήσουμε τον σεξουαλικό διαμορφισμό στους δεινόσαυρους. Τα φτερά που παρατηρούμε εύκολα σε ένα ζωντανό πουλί, είναι σπάνια στα απολιθώματα. Παρομοίως, άλλα ανατομικά χαρακτηριστικά, διαβρώνονται και μεταποιούνται με τρόπο που δεν μπορούμε να κάνουμε συγκρίσεις. Ο καθορισμός του φύλου ενός απολιθωμένου δεινόσαυρου, είναι από μόνος του δύσκολος, καθώς τα απολιθώματα είναι πολύ σπάνια πλήρης. Για πολλά είδη, υπάρχουν απολιθώματα από λίγα μόνο άτομα, συνεπώς δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τα χαρακτηριστικά τους. Φυσικά, ο σεξουαλικός διαμορφισμός στους δεινόσαυρους, παραμένει δυνατός και δεν θα ήταν απρόσμενο να βλέπαμε διαφορετικές μορφές φτερώματος στους βελοσιράπτορες, στην μορφή λοφίων, χρωματισμών κλπ.

Όσον αφορά τον χρωματισμό, αυτή είναι άλλη μία περιοχή όπου τα απολιθώματα δεν βοηθάνε πολύ. Τα απολιθώματα δεν διατηρούν χρώματα. Όμως, σε ορισμένες περιπτώσεις, εξετάζοντας την μορφή των μελανοσωμάτων κάτω από το μικροσκόπιο, είναι δυνατό να ανακαλύψουμε το χρώμα του φτερώματος ενός δεινόσαυρου (Black, 2022). Μια ποικιλία από διαφορετικούς χρωματισμούς έχει ερευνηθεί στα φτερά διαφορικών ειδών δεινοσαύρων. Επιστήμονες είχαν την ευκαιρία να εξετάσουν το φτέρωμα ενός κοντινού συγγενή του βελοσιράπτορα, του μικροράπτορα. Οι επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα πως ο μικροράπτορας θα είχε κυρίως μαύρο φτέρωμα, το οποίο είχε ιριδίζων ιδιότητες κάτω από το φως, παρόμοιες με αυτές στο φτέρωμα ενός περιστεριού (Black, 2012). Παρόμοιες έρευνες δεν υπάρχουν για τον βελοσιράπτορα, συνεπώς το χρώμα του παραμένει ακόμη μυστήριο. Είναι εξίσου πιθανό ο βελοσιράπτορας να είχε χρώματα που θα τον βοηθούσαν να καμουφλαριστεί στο φυσικό του περιβάλλον ή κάτι εντελώς διαφορετικό το οποίο θα τραβούσε την προσοχή.

Συνολικά, το παλαιοντολογικό υλικό που έχουμε για τον βελοσιράπτορα, προσφέρει μια σχετικά καλή εικόνα για την ανατομία του ζώου. Συμπληρώνοντας τα κενά μας, με στοιχεία από προϊστορικά και σύγχρονα συγγενικά είδη, προσεγγίζουμε κοντά στην εικόνα ενός θαυμάσιου θηρευτή, ο οποίος αποτελεί παράδειγμα για την προσαρμογή των δεινοσαύρων κατά την κρητιδική περίοδο και για το πώς κάποιες από τις προσαρμογές αυτές αποτέλεσαν μέρος της διαδικασίας από την οποία προέκυψαν τελικά οι σύγχρονοι δεινόσαυροι, τα πουλιά

4. Η μετάβαση από τους δεινόσαυρους στα πουλιά

4.1 Η εξέλιξη των χαρακτηριστικών των πουλιών

Τα πουλιά είναι μια οικογένεια ειδών, ιδιαίτερα αναγνωρίσιμη για τις ικανότητες πτήσης της. Σε όλη την φυσική ιστορία, μόλις τέσσερις ομάδες οργανισμών έχουν καταφέρει να ξεκλειδώσουν αυτήν την ικανότητα (έντομα, πτερόσαυροι, νυχτερίδες, πουλιά). Μεταξύ αυτών, θα μπορούσε κανείς να πει ότι τα πουλιά ξεχωρίζουν για την ποικιλία περιβαλλόντων και οικολογικών ρόλων για τους οποίους έχουν προσαρμοστεί. Οι βιοποικιλότητα των πουλιών, είναι αξιοθαύμαστη και αποτελεί απόδειξη για την επιτυχία των βασικών χαρακτηριστικών της μορφολογίας τους. Η προέλευση όμως αυτών των χαρακτηριστικών και ο τρόπος με τον οποίον προέκυψαν τα πουλιά, δεν ήταν πάντα ξεκάθαρος για τους επιστήμονες.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι οι δεινόσαυροι, είναι οι πρόγονοι όλων των μοντέρνων πουλιών που συναντούμε. Συγκεκριμένα, τα στοιχεία που προκύπτουν από απολιθώματα και μοριακές αναλύσεις, δείχνουν ότι τα θηριόποδα, η ομάδα δεινοσαύρων που περιλαμβάνει γνωστούς σαρκοφάγους δεινόσαυρους όπως τους τυρανόσαυρους και τους δρομεόσαυρους, είναι οι πιο κοντινοί συγγενείς των πουλιών.

Ξεκινώντας από τους δεινόσαυρους, για να φτάσουμε στα πουλιά όπως τα γνωρίζουμε σήμερα, οι αλλαγές φαίνονται δραματικές. Η πρώτη μεγάλη διαφορά που παρατηρεί κανείς φυσικά, είναι το φτέρωμα. Για το μεγαλύτερο διάστημα, οι δεινόσαυροι έχουν απεικονίζονται ως μεγάλες σαύρες. Οι εικόνες που έχουν οι περισσότεροι στο μυαλό τους από τα μέσα που καταναλώνουν, είναι αυτή των γυμνών, φολιδωτών γιγάντων. Η ανακάλυψη απολιθωμάτων όπως αυτών του Αρχαιοπτερύξ, αποτέλεσε καταλύτη για την νέα κατανόηση μας σε ότι αφορά την σχέση μεταξύ των πουλιών και δεινοσαύρων. Παρουσιάζοντας τόσο χαρακτηριστικά δεινόσαυρου, όπως μακριά ουρά και δόντια, αλλά και χαρακτηριστικά πουλιού, όπως φτέρωμα και μπροστινά άκρα, εμφανώς προσαρμοσμένα για πτήση, ο Αρχαιοπτερύξ, αντιπροσωπεύει ένα ενδιάμεσο στάδιο στην εξέλιξη των πουλιών. Ο αρχαιοπτερύξ και τα μεταγενέστερα φτερωτά απολιθώματα που έχουν ανασκαφεί, μας βοηθούν να μελετήσουμε την μεταβατική διαδικασία της εξέλιξης.

Πέρα όμως από το φτέρωμα, το μέγεθος είναι ένα ακόμη μορφολογικό χαρακτηριστικό το οποίο υπέστη δραματική αλλαγή. Οι δεινόσαυροι, κατάφεραν να φτάσουν γιγάντια μεγέθη, αποτελώντας κάποιους από τους μεγαλύτερους οργανισμούς που περπάτησαν ποτέ στην Γη. Ακόμη και στην οικογένεια των θηριόποδων, υπάρχουν οι περίφημοι τυρανόσαυροι, γιγάντιοι σαρκοφάγοι δεινόσαυροι. Στην ίδια οικογένεια όμως, οι δρομεόσαυροι, συναντούνται σε πολύ μικρότερα μεγέθη. Όπως προκύπτει από έρευνες, τα μέλη της ομάδας των δεινοσαύρων που έμελλε να είναι οι πρόγονοι των πουλιών (paraves), άρχισαν να συρρικνώνονται σε μέγεθος με δραματικούς ρυθμούς, έως και 160 φορές ταχύτερα από άλλες οικογένειες δεινοσαύρων (Singer, 2015).

Η μείωση στο μέγεθος, πιθανώς βοήθησε τους οργανισμούς αυτούς να καλύψουν νέους οικολογικούς ρόλους, και ταυτόχρονα ήταν κρίσιμος παράγοντας στην ανάπτυξη της ικανότητας της πτήσης. Το μικρότερο βάρος, επέτρεψε στους δεινόσαυρους να χρησιμοποιήσουν το φτέρωμα τους για να γλιστράν στον αέρα, περεταίρω ενεργοποιώντας το βιολογικό κίνητρο για μικρότερα μεγέθη και την ανάπτυξη των υπολοίπων χαρακτηριστικών που κάνουν δυνατή την πτήση.

Ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος φαίνεται να δουλεύει παράλληλα με την μείωση του μεγέθους στα θηριόποδα, είναι η εξέλιξη της ενδοθερμίας. Οι ενδόθερμοι οργανισμοί, έχουν την ικανότητα να παράγουν και να διατηρούν υψηλή θερμοκρασία σώματος. Πολλοί οργανισμοί έχουν τρόπους να αυξήσουν την θερμοκρασία του σώματος τους, όταν παρουσιαστεί η ανάγκη. Η ικανότητα όμως, ενδογενής παραγωγής θερμοκρασίας, είναι αποκλειστική σήμερα, στα πουλιά και τα θηλαστικά. Παρατηρώντας απολιθώματα, είναι δύσκολο να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα για τον αν ένας οργανισμός είναι ενδόθερμος ή εκτόθερμος. Δουλεύοντας με τα στοιχεία όμως που έχουμε από τα ζώα που συναντούμε σήμερα, γνωρίζοντας ότι όλα τα πουλιά είναι ενδόθερμα, συμπεραίνουμε ότι η ενδοθερμία είναι αρχέγονο χαρακτηριστικό των πουλιών που εξελίχτηκε κάποια στιγμή, στους προγόνους τους (Jeewandara, 2020).

Η ενδογενής παραγωγή θερμότητας, είναι ένα χαρακτηριστικό το οποίο ανοίγει πολλές δυνατότητες για έναν οργανισμό. Μπορώντας να συντηρήσει υψηλή θερμοκρασία σώματος, ο οργανισμός είναι ανθεκτικός στις εναλλαγές θερμοκρασίας του περιβάλλοντος του. Επιπλέον, ο υψηλότερος βασικός μεταβολισμός που συνεπάγεται της ενδοθερμίας, επιτρέπει σε έναν οργανισμό ένα πιο δραστήριο τρόπο ζωής, μεγαλύτερη αντοχή και επίπεδα ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο, οι ενδόθερμοι οργανισμοί, είναι συχνά καλύτερα προσαρμοσμένοι για να αποφεύγουν θηρευτές και να εκτελούν ενεργοβόρες δραστηριότητες όπως η πτήση. Αυτός είναι και ο λόγος που οι επιστήμονες υποστηρίζουν πως η εξέλιξη της ενδοθερμίας στα πουλιά και τους προγόνους τους, είναι προγενέστερη της ικανότητας πτήσης.

Το πρόβλημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι ενδόθερμοι οργανισμοί, είναι οι υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις του βασικού τους μεταβολισμού. Ένας τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζεται το εμπόδιο αυτό, είναι η συρρίκνωση του σώματος του οργανισμού. Η σωματική μάζα είναι αντιστρόφως ανάλογη με τις μεταβολικές δαπάνες, συνεπώς οι οργανισμοί με μικρότερο μέγεθος, μπορούν να είναι ενδόθερμοι με μικρότερες ενεργειακές απαιτήσεις.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, όλοι οι παράγοντες αυτοί, όπως το φτέρωμα, η ικανότητα πτήσης, η ενδοθερμία και το μέγεθος, δουλεύουν παράλληλα μεταξύ τους, προωθούν το ένα την έκφραση του άλλου. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι τα χαρακτηριστικά αυτά που ξεχωρίζουν τα πουλιά από τους υπόλοιπους δεινόσαυρους, έπαιξαν ρόλο στην επιβίωση την ομάδας κατά την μαζική εξαφάνιση του τέλους της Κρητιδικής περιόδου. Τα πουλιά, ήταν με όλες τις παραπάνω προσαρμογές, ήταν σε θέση να αντιμετωπίσουν τις αντίξοες κλιματικές συνθήκες, που ακολούθησαν την πρόσκρουση του αστεροειδούς και την έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα οι οποίες κατάκλυσαν την Γη, 66 εκατομμύρια χρόνια πριν.

Οι μηχανισμοί με τους οποίους οι δεινόσαυροι ήταν ικανοί να αλλάξουν το φαινότυπο τους με τόσο εμφανείς τρόπους και τόσο ραγδαίους ρυθμούς, μας βοηθούν να εξακριβώσουμε τις εξελίχτηκες σχέσεις τους με τα πουλιά και παρουσιάζουν μια καλή ευκαιρία για αναφορά στο φαινόμενο της νεοτενίας. Με τον όρο νεοτενία, γίνεται αναφορά στην βιολογική προσαρμογή ενός οργανισμού για να διατηρεί μορφολογικά χαρακτηριστικά από πρώιμα στάδια της ζωής του (πριν την ενηλικίωση) στην ενηλικίωση.

Στα στάδια της ζωής του, ένας οργανισμός δεν μεγαλώνει απλά σε μέγεθος, αλλά περνάει από μια σειρά μορφολογικών αλλαγών μέχρι την ενηλικίωση. Σε κάποιους οργανισμούς, όπως οι άνθρωποι, οι αλλαγές αυτές μπορεί να αφορούν κυρίως τις αναλογίες του. Τα βρέφη

έχουν δυσανάλογα μεγάλα κεφάλια και πιο κοντά άκρα, ενώ οι ενήλικες άνθρωποι έχουν μικρότερα αναλογικά κεφάλια και πιο μακριά άκρα. Άλλοι οργανισμοί, περνάν από στάδια μεταμόρφωσης, με την ενήλικη μορφή του οργανισμού, να διαφέρει πλήρως με τα ανήλικα άτομα του είδους του.

4.2 Η νεοτενία ως μηχανισμός εξέλιξης

Ένα παράδειγμα νεοτενίας, είναι οι μεξικανικές σαλαμάνδρες άξολοτλ. Όντας αμφίβια, τα περισσότερα είδη σαλαμάνδρας φυσιολογικά, περνάν από διάφορα μεταβατικά στάδια μέχρι την ενηλικίωση. Η σαλαμάνδρα, αφού εκκολάπτει από το αυγό της, είναι στο προνυμφικό στάδιο, κατά την διάρκεια του οποίου τα άκρα της μεγαλώνουν και αναπνέει χρησιμοποιώντας εξωτερικά βράγχια. Κατά την μεταμόρφωση, η σαλαμάνδρα αποκτά άκρα κατάλληλα για μετακίνηση στην ξηρά και σταδιακά τα εξωτερικά βράγχια. Τα άξολοτλ, είναι ένα είδος σαλαμάνδρας το οποίο λόγω αλλαγών στο γενετικό του υλικό, οι οποίες επηρεάζουν τις ορμόνες που παράγει το ζώο, δεν περνά το στάδιο της μεταμόρφωσης για την ενηλικίωση. Με αυτόν τον τρόπο, τα ενήλικα άξολοτλ, μοιάζουν περισσότερο με προνύμφες σαλαμάνδρας, διατηρώντας τα εξωτερικά τους βράγχια. Η προσαρμογή αυτή, βοηθά τα άξολοτλ να καλύπτουν έναν διαφορετικό οικολογικό ρόλο, όντας πλήρως υδρόβια πλάσματα.

Η νεοτενία φαίνεται να έχει παίξει ρόλο και στη εξέλιξη των πουλιών. Το 2008, μελετώντας αυγά και έμβρυα αλιγατόρων ο βιολόγος Arkhat Abzhapov, παρατήρησε πως το έμβρυο του αλιγάτορα έμοιαζε μορφολογικά με πουλί. Ιδιαίτερα το κεφάλι του εμβρύου θα μπορούσε να θυμίζει κεφάλι κότας. Η ίδια αναλογία μπορεί να παρατηρηθεί και στα απολιθωμένα έμβρυα δεινοσαύρων. Πράγματι, η παρατήρηση αυτή, στους δεινοσαύρους και στους στενούς τους συγγενείς, τα κροκοδείλια, γεννά την υπόθεση, πως ίσως τα πουλιά εξελίχτηκαν, κρατώντας τα μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός εμβρύου δεινοσαύρου στα επόμενα στάδια της ζωής.

Για να εξετάσει την παραπάνω θεωρία, ο Abzhapov μαζί με μια ομάδα επιστημόνων, εξέτασαν προσεκτικά έναν μεγάλο αριθμό απολιθωμάτων τα οποία συγκέντρωσαν από όλο τον κόσμο και συμπερίλαβαν κάποια από τα πιο αρχαία πουλιά καθώς και έμβρυα δεινοσαύρων. Συγκρίνοντας τα κρανία των απολιθωμάτων, κατάφεραν να επικύρωσαν την προηγούμενη θεωρία τους. Το κρανίο των πουλιών, υιοθέτησε βρεφικά χαρακτηριστικά, ώστε να διατηρήσει τον χώρο για ένα μεγαλύτερο εγκέφαλο, μεγαλύτερα μάτια και συνεπώς καλύτερη όραση, καθώς και για την δημιουργία του ράμφους. Ουσιαστικά, τα πουλιά αντάλλαξαν τα δυνατά σαγόνια και την ισχύ δαγκώματος, για τα χαρακτηριστικά που έχουν σήμερα. Αντί να δημιουργήσουν νέες δομές, μέσω της εξέλιξης, απλά κράτησαν ό,τι ήδη είχαν. Η εξέλιξη εδώ, λειτουργεί με έναν απολύτως εργονομικό τρόπο.

Με παρόμοιο τρόπο, χρησιμοποιώντας ήδη υπάρχουσες δηλαδή δομές, θεωρείται πως προέκυψε και το ράμφος των πουλιών. Το ράμφος είναι ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο, το οποίο τα πουλιά χρησιμοποιούν στο έπακρο, με ποικίλους τρόπους. Η πολυμορφία που συναντάται σήμερα στα ράμφη των πουλιών, είναι ένας μεγάλος παράγοντας που επιτρέπει στην ομάδα να καταλαμβάνει πολλούς διαφορετικούς οικολογικούς ρόλους, σε ολόκληρο των πλανήτη. Μελετώντας το γονιδίωμα των πουλιών, ο Abzhapov και οι συνεργάτες του, μπόρεσαν να εντοπίσουν με ακρίβεια, τα γονίδια που είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό του ράμφους. Τα γονίδια αυτά, επιτρέπουν στα μπροστινά κόκαλα, της γνάθου των πουλιών να ενωθούν, σχηματίζοντας το ράμφος.

Όταν δοκίμασαν να απενεργοποιήσουν χημικά το γονίδιο σε έμβρυα πουλιών, αυτά ανέπτυξαν πρόσωπα που έμοιαζαν περισσότερο με των δεινοσαύρων. Οι μελετητές φυσικά δεν άφησαν τα έμβρυα να αναπτυχθούν, αλλά μπόρεσαν να αναδείξουν τους απλούς τρόπους με τους οποίους, ο φαινότυπος ενός οργανισμού μπορεί να αλλάξει σημαντικά. Το παράδειγμα αυτό, παρουσιάζει πως σημαντικές ανατομικές αλλαγές, προκύπτουν με τους ίδιους μηχανισμούς που γνωρίζουμε από την θεωρία της φυσικής επιλογής. Οι μηχανισμοί της εξέλιξης, παραμένουν οι ίδιοι, είτε πρόκειται για μικρές αλλαγές σε έναν πληθυσμό ατόμων, είτε σε μεγαλύτερες αλλαγές, από τις οποίες προκύπτουν νέα είδη.

Μελετώντας την φυλογενετική της οικογένειας των δεινοσαύρων, μαθαίνουμε περισσότερα για τους βιολογικούς παράγοντες που οδηγούν την εξέλιξη. Το άλμα από τους πελώριους σαυροφάγους δεινόσαυρους, στα πολύ πιο μικρόσωμα, φτερωτά πουλιά, είναι κάτι που μπορεί να φαντάζει ασύλληπτο. Κι όμως, μέσω της γενετικής μελέτης και της μελέτης των απολιθωμάτων, είναι δυνατό να έχουμε ένα καλό χρονοδιάγραμμα, με τα πως και τα γιατί της εξέλιξης.

5 Paleoart: Από την εκσκαφή στην απεικόνιση

Από τα αρχαία χρόνια ακόμη, οι άνθρωποι φαίνονται να έχουν ένα έντονο ενδιαφέρον για την καταγραφή του φυσικού κόσμου γύρω τους. Από τις καταγραφές του Δαρβίνου με το πλήρωμα του Beagle, έως τις απεικονίσεις σε σπήλαια από τους προγόνους των ανθρώπων, παρατηρούμε την ανάγκη για την καταγραφή και την διατήρηση πληροφορίας.

Τι γίνεται ωστόσο με τα οικοσυστήματα και τα είδη τα οποία δεν μπορέσαμε ποτέ να παρατηρήσουμε ή να καταγράψουμε; Η συντριπτική πλειοψηφία των οργανισμών που έχουν ζήσει στον πλανήτη μας, εξαφανίστηκε εκατομμύρια χρόνια πριν την εμφάνιση του ανθρώπου και των κοντινών του προγόνων. Ήμαστε αλήθεια καταδικασμένοι να ζούμε χωρίς κάποια εικόνα για την φυσική ιστορία του πλανήτη μας;

Η ιδέα πως ένα κομμάτι της ιστορίας μας, θα μπορούσε να παραμείνει ως απρόσιτο μυστήριο, είναι ανησυχητική στην φιλοπερίεργη φύση του ανθρώπου. Για καλή μας τύχη, ίχνη ή στοιχεία στην μορφή παλαιοντολογικών ευρημάτων, μας δίνουν την ευκαιρία να ξεκινήσουμε να λύνουμε τον γρίφο του παρελθόντος που δεν μπορέσαμε να καταγράψουμε. Ωστόσο, διαβρωμένα κομμάτια κοκάλων ή απολιθωμένες πατημασιές στο έδαφος, μπορούν να ικανοποιήσουν την περιέργεια μας μόνο μέχρι ένα σημείο. Το κενό αυτό, έρχεται να συμπληρώσει η paleoart, η τέχνη της απεικόνισης προϊστορικών οργανισμών με βάση την παλαιοντολογική γνώση, όπως αυτή προκύπτει από τις επιστημονικές πηγές, με σκοπό να παρουσιάσει μια εικόνα για το πώς θα ήταν οι εξαφανισμένοι οργανισμοί εν ζωή (Ashworth, n.d.).

Ο όρος paleoart, αποδίδεται στον καλλιτέχνη Mark Hallett, του οποίου τα έργα έχουν υπάρξει σημείο αναφοράς για δημοφιλής απεικονίσεις προϊστορικών ζώων από την βιομηχανία της διασκέδασης. Έχοντας δουλέψει σε παραγωγές όπως το Jurassic Park του Steven Spielberg, η θέση του στον χώρο είναι ιδιαίτερα σημαντική. Ωστόσο, ο ίδιος αναγνωρίζει την σχέση της paleoart με την επιστήμη και πως άλματα στην επιστημονική γνώση, καθιστούν τα έργα του αναχρονιστικά (Oregon Public Broadcasting, 2021). Η προσπάθεια απόδοσης μιας επιστημονικά έγκυρης εικόνας, απαιτεί εκτενής μελέτη του αντικειμένου. Στην πραγματικότητα, είναι σχεδόν αδύνατο να έχουμε μία εντελώς αλάνθαστη εικόνα για έναν προϊστορικό οργανισμό. Ο ρόλος της paleoart είναι να παρουσιάσει τα επιστημονικά ευρήματα όπως αυτά έχουν την εκάστοτε περίοδο.

Αυτός είναι και ο λόγος που αναχρονιστικές απεικονίσεις, εξακολουθούν να έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Μπορεί πλέον να γνωρίζουμε για χαρακτηριστικά τα οποία αντικρούονται με τις παλαιότερες δημοφιλείς απεικονίσεις, σε αυτήν την περίπτωση όμως, η paleoart λειτουργεί ως αρχείο της επιστημονικής γνώσης και της εξέλιξης της κατανόησης μας για την προϊστορική ζωή.

5.1 Ιστορία της Paleoart

Η paleoart έχει μια πλούσια ιστορία από καλλιτέχνες – ερευνητές, οι οποίοι προσπάθησαν να παρουσιάσουν τα ευρήματα τους. Ιδιαίτερα με την περίπτωση των δεινοσαύρων, ο επικοινωνιακός ρόλος της τέχνης, έρχεται στο προσκήνιο, καθώς η ιδέα ενός δεινόσαυρου, είναι κάτι με το οποίο κανένας δεν ήταν γνώριμος. Φυσική συνέπεια της ρηχής γνώσης του αντικειμένου, είναι κάποιες από τις πιο ανακριβείς απεικονίσεις που συναντάμε. Κοινό θέμα στις πρώτες εικόνες αναπαραστάσεων δεινοσαύρων, είναι η προσπάθεια των καλλιτεχνών, να αφομοιώσουν τα επιστημονικά ευρήματα με ανατομικά χαρακτηριστικά από σύγχρονα είδη

τα οποία τους ήταν πιο γνώριμα. Με αυτόν τον τρόπο, οι πρώτες απεικονίσεις δεινοσαύρων μοιάζουν με υπερμεγέθεις σαύρες. Δουλείες όπως αυτές του John Martin “The country of the Iguanodon”, το 1837 είναι χαρακτηριστικές της εποχής. Οι καλλιτέχνες έχουν μόλις μια περιορισμένη ιδέα για τα ευρήματα, συνεπώς τα απολιθώματα αποτελούν έναν λευκό καμβά όπου μπορούν να φανταστούν τα ζώα στα οποία θα άνηκαν κόκαλα ανόμοια με οποιουδήποτε σύγχρονου ζώου. Ενδιαφέρον είναι φυσικά πως σε αυτήν την περίοδο γεννιούνται η πρώτες τάσεις στην paleoart, τάσεις όπως η αναπαράσταση δεινοσαύρων με το κεφάλι σαύρας, οι οποίες παρά τις αντικρούσεις της επιστήμης, μπορούν να συναντηθούν ακόμη και σήμερα.

Αλλά έργα της εποχής που κέντρισαν το ενδιαφέρον, είναι τα μοντέλα του Benjamin Waterhouse Hawkins, στο Crystal Palace της Αγγλίας, το 1854. Ο Hawkins, δημιουργήσε γλυπτά από κάποιους από τους γνωστούς τότε δεινοσαύρους, συμπεριλαμβανομένων του Ιγκουανόδοντα, Υλαιόσαυρου και Μεγαλόσαυρου (Osterloff, n.d.). Για άλλη μία φορά, βλέπουμε στα γλυπτά επιρροές από μεγάλες σαύρες που συναντούμε σήμερα, όπως τους βαράνους. Η εντύπωση που δίνουν τα γλυπτά με την στάση τους και με τα πόδια τους στο πλάι του σωματός τους, είναι αυτή ενός βαρέως, αργοκίνητου, σχεδόν ληθαργικού ζώου. Παρόλα αυτά, τα γλυπτά του Hawkins, λειτούργησαν αποτελεσματικά ως ένα είδος attraction. Έργα χαρακτηριστικής, δείχνουν επισκέπτες να γευματίζουν μέσα σε ένα από τα μοντέλα ιγκουανόδοντα. Παραδείγματα όπως αυτό, δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο η paleoart, προωθεί το ενδιαφέρον του κοινού για τις παλαιοντολογικές ανακαλύψεις.

Με τα τέλη του 19^{ου} και τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, η paleoart κερδίζει έδαφος γίνεται αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης στην παλαιοντολογία. Ολοένα και περισσότερα μουσεία γεμίζουν τους χώρους τους με απεικονίσεις δεινοσαύρων. Ταυτόχρονα, ο κινηματογραφικός χώρος, παρουσιάζει μοντέλα δεινοσαύρων που μαγνητίζουν το ενδιαφέρον των θεατών. Ταινίες όπως το “The Ghost of Slumber Mountain”, σχηματίζουν την ιδέα του κοινού για τους δεινόσαυρους (Black, 2011). Ακόμη και αν οι απεικονίσεις είναι κατά μεγάλο βαθμό φανταστικές, η ευρύς απήχηση αυτών των παραγωγών τραβά την προσοχή του κοινού στην επιστήμη.

Καθώς η επιστημονική αντίληψη για τους δεινόσαυρους συνεχίζει να μεγαλώνει, οι νεότεροι καλλιτέχνες από την δεκαετία του 60, έχουν πλέον σημαντικό υλικό στο οποίο μπορούν να βασίσουν τις απεικονίσεις τους. Σε αυτήν την περίοδο μπορούμε να πούμε πως η paleoart αποκτά μια πιο επιστημονική προσέγγιση. Με κάποιον τρόπο, η πορεία αυτή μπορεί να περιορίζει την καλλιτεχνική έκφραση. Ωστόσο, την ίδια στιγμή, το άλμα από τα απολιθώματα και τα επιστημονικά συμπεράσματα σε μια απεικόνιση ενός οργανισμού εν ζωή, αφήνει χώρο στον καλλιτέχνη να τοποθετήσει τα αντικείμενα τους σε περιβάλλον και να τους δώσει κίνηση. Μία απεικόνιση της ανατομίας ενός εξαφανισμένου ζώου του οποίου η φύση παραμένει σε ένα βαθμό μυστήρια, διαφέρει από την απεικόνιση ενός ζώου που αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του και παρουσιάζει συμπεριφορές που μας βοηθούν να συνειδητοποιήσουμε αυτός ο χαρακτήρας υπήρξε πραγματικά κάποτε. Κάποιες από τις καλύτερες δουλειές της paleoart, είναι αυτές που αποδομούν την εικόνα ενός μακρινού τέρατος που βρυχάται στον ουρανό και παρουσιάζουν τα ζώα που κυνήγησαν για την τροφή τους, έψαξαν καταφύγιο από τα στοιχεία του περιβάλλοντος τους, αναπαράχθηκαν και προσαρμόστηκαν, προσπαθώντας να επιβιώσουν.

Η paleoart συνεχίζει να εξελίσσεται διαρκώς, με τον ρυθμό των παλαιοντολογικών ανακαλύψεων. Νέες πληροφορίες καθιστούν προηγούμενα έργα επιστημονικά ανακριβή και

οι καλλιτέχνες δημιουργούν νέες δουλειές, προσπαθώντας να ικανοποιήσουν την περιέργεια μας για την πραγματική εικόνα των εξαφανισμένων ειδών (McDermott, 2020).

Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει την δουλειά των καλλιτεχνών όμως είναι και η εξέλιξη της τεχνολογίας. Η τεχνολογία βοηθά τους επιστήμονες να εξετάσουν τα ευρήματα τους και να βγάλουν πιο ασφαλείς πορίσματα. Και για τους καλλιτέχνες όμως, η νέες τεχνολογίες αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται, προσφέροντας τους νέα εργαλεία. Τα τρισδιάστατα γραφικά είναι ένας χώρος στον οποίον στράφηκαν πολλοί καλλιτέχνες. Με την δυνατότητα να παράξουν τρισδιάστατα μοντέλα με ρεαλιστικά γραφικά και την ικανότητα να προσθέσουν κίνηση στα μοντέλα τους, οι απεικόνιση που έχουμε σήμερα φαντάζουν πιο αληθινές από ποτέ άλλοτε.

5.2 Αξιοσημείωτα έργα και καλλιτέχνες της paleoart

Charles R. Knight

Ο Charles R. Knight είναι ένας από τους πρώτους paleoartists. Η δουλειά του είναι από τα πρώτα παραδείγματα όπου παρατηρούμε τους δεινόσαυρους να παρουσιάζονται ως ενεργητικά και δραστήρια ζώα, ικανά να κινηθούν με τρόπους που δεν είχαν απεικονιστεί ποτέ πριν (Coules, 2019). Ο καλλιτέχνης δούλεψε στενά με επιστήμονες οι οποίοι κατεύθυναν την δουλειά του και τον επηρέασαν παρέχοντας του ένα επιστημονικό υπόβαθρο. Ωστόσο, ο Knight δεν έδειξε φόβο να πάρει δημιουργικές πρωτοβουλίες και προχωρήσει την δουλειά του πέρα από την περιορισμένη ακόμη επιστημονική γνώση. Αυτό είναι και το γεγονός που κατέστησε τα έργα του πρωτοποριακά. Φυσικά σήμερα η προσέγγιση του, δεν είναι πολύ επιστημονικά ακριβής, ωστόσο για την εποχή τους, παρουσίασαν ιδέες οι οποίες στο μέλλον θα έβγαιναν αληθινές. Με τις δραματικές του σκηνές, η δουλειά του κατάφερε να αποκτήσει δημοτικότητα και να επηρεάσει την κοινή ιδέα για τους δεινόσαυρους με τρόπους οι οποίοι έχουν ακόμη απόηχο.



Fighting Laelaps - Charles R. Knight (1896)

Crawley Creatures

Η εταιρία Crawley Creatures, ιδρύθηκε το 1986 από τον Jez Gibson-Harris και εργάζεται με τηλεοπτικές παραγωγές και μουσεία για να φέρει στην ζωή προϊστορικά ζώα με την μορφή τρισδιάστατων γλυπτών – animatronics, τα οποία φέρουν εξαιρετική λεπτομέρεια και μπορούν να κινηθούν (Crawley Creatures, n.d.). Δουλεύοντας με το BBC στην δημοφιλή τηλεοπτική σειρά “Walking With...”, η εταιρία είναι υπεύθυνη για την εισαγωγή πολλών θεατών στην παλαιοντολογία. Σε μια εποχή που το



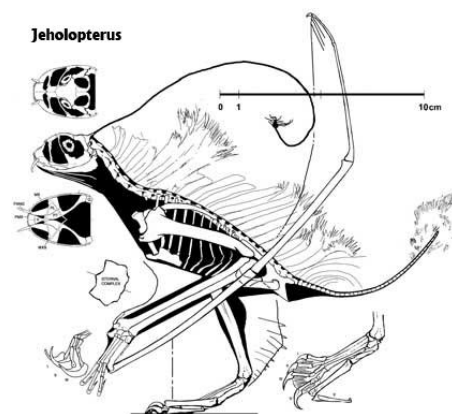
Allosaurus Big Al – Crawley Creatures

CGI ακόμη δεν μπορούσε να παράγει εικόνες που να πείθουν το ανθρώπινο μάτι, τα πλάνα που μπορούν να δημιουργηθούν με τα μοντέλα της εταιρίας είναι ακόμη πιο αξιοσημείωτα. Χρησιμοποιώντας

ένα μεγάλο εύρος υλικών μέσων και τεχνοτροπιών, οι καλλιτέχνες έχουν την δυνατότητα να παρουσιάσουν τα αντικείμενα τους χαρακτηριστικά όπως τρίχωμα και φτερά που αυξάνει την αληθοφάνειά τους. Το μέγεθος και μόνο κάποιον από των έργων τους, τα καθιστά ιδιαίτερα επιβλητικά και εντυπωσιακά.

David Peters

Ο David Peters είναι ένα από τα πιο αμφιλεγόμενα ονόματα στον χώρο της paleoart. Ο καλλιτέχνης ξεκίνησε την καριέρα του ως συγγραφέας και εικονογράφος για εκπαιδευτικά βιβλία. Τα πρώτα του έργα συμβαδίζουν με την επιστημονική γνώση της εποχής για τους δεινόσαυρους που παρουσιάζει. Ο Peters κατάφερε να αποκτήσει σεβασμό στους παλαιοντολογικούς κύκλους (Templeton, 2015). Στα μεταγενέστερα έργα του όμως, ο Peters αποφάσισε να κάνει μια μεγάλη στροφή στην καριέρα του, βασίζοντας την δουλειά του στις προσωπικές του παρατηρήσεις και ερμηνείες παλαιοντολογικών ευρημάτων, βρίσκοντας συχνά τον εαυτό του σε σύγκρουση με τα αποδεκτά επιστημονικά πορίσματα. Με αυτόν τον τρόπο ο Peters άρχισε να παράγει κάποια από τα πιο αλλόκοτα έργα paleoart, παρουσιάζοντας τα αντικείμενα του με εξ' ολοκλήρου διαφορετική ανατομία από τις αναπαραστάσεις που συναντάμε οπουδήποτε αλλού. Ιδιαίτερη προσοχή πήραν οι θεωρίες του και οι αντίστοιχες αναπαραστάσεις για τους πτερόσαυρους. Μέσω της δουλειάς του, ο Peters προωθεί τις αντιλήψεις του για παλαιοντολογικά και βιολογικά θέματα, οι οποίες απορρίπτονται από την επιστημονική κοινότητα. Ερευνητές της παλαιοντολογίας κατακρίνουν τα έργα του Peters ως αντιεπιστημονικά και τον κατηγορούν για τον κατηγορούν για παραπληροφόρηση. Παρά το γεγονός ότι η δουλειά του Peters είναι επιστημονικά αβάσιμη, η αναπαραστάσεις του είναι ενδιαφέρον για την δημιουργικότητα τους.



Jeholopterus – David Peters

Emily Willoughby

Η Emily Willoughby είναι μία καλλιτέχνης και ερευνήτρια της οποίας η δουλειά έχει δημοσιευθεί από διάφορους εκδότες και μουσεία. Ιδιαίτερα καθώς το κοινό μαθαίνει για τους φτερωτούς δεινοσαύρους και την σχέση τους με τα πουλιά, τα έργα της είναι κάποια από τα οποία είναι πιο πιθανό κανείς να συναντήσει. Παρότι το ενδιαφέρον της για την παλαιοντολογία ξεκίνησε στην παιδική ηλικία, η ίδια ξεκίνησε να δουλεύει εντατικά στην paleoart στα τέλη της δεκαετίας του 90' (Willoughby, n.d.). Εμπνευσμένη από τις νέες ανακαλύψεις φτερωτών δεινοσαύρων από την Κίνα, ξεκίνησε να δημιουργεί εντυπωσιακές απεικονίσεις η οποίες συλλαμβάνουν την φύση των αντικειμένων της. Πολλοί από τους δεινόσαυρους της Willoughby θα μπορούσαν να μπερδευτούν για σύγχρονα πουλιά, μέχρι να παρατηρήσουμε τις λεπτομέρειες για τις οποίες έχει επιμεληθεί η καλλιτέχνης, όπως τα νύχια στα μπροστινά άκρα των ζώων. Παρουσιάζοντας τα τελευταία παλαιοντολογικά στοιχεία, οι ενημερωμένες απεικονίσεις της είναι επαναστατικές την εικόνα των δεινοσαύρων. Ιδιαίτερα είναι ακόμη τα χρώματα που παρατηρούμε στις εν λόγω απεικονίσεις και τα περιβάλλοντα



Shorebird Archaeopteryx – Emily Willoughby

στα οποία τοποθετούνται οι οργανισμοί. Οι εικόνες της Willoughby διαφέρουν δραστικά από τις επιθετικές απεικονίσεις και τα αποκαλυπτικά φόντα παλαιότερων δουλειών και καταφέρνουν να μοιάζουν με σκηνές τις οποίες θα μπορούσαμε να συναντήσουμε ακόμη και σήμερα σε κάποιο φυσικό περιβάλλον. Η καλλιτέχνης εκφράζει πως αισθάνεται μία εύθυνη απέναντι στα ζώα που απεικονίζει, για να παρουσιάσει την πραγματική τους εικόνα και τον τρόπο με τον οποίον ζούσαν.

Chickenosaurus

Το όνομα chickenosaurus αναφέρεται στο πρότζεκτ του παλαιοντολόγου Jack Horner να φέρει πίσω τους δεινόσαυρους, δουλεύοντας με κότες για να “αντιστρέψει” τις γενετικές μεταλλάξεις που οφείλονται για την εξέλιξη των πουλιών (Landers, 2014). Το πρότζεκτ είναι μια προσπάθεια παλαιοντολογίας και βιολογίας, η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μια μορφή paleoart, καθώς επιχειρεί να παρουσιάσει ένα εξαφανισμένο είδος. Το εγχείρημα έχει καταφέρει να μαζέψει χρηματικούς πόρους για την υλοποίηση του, μέσω καμπάνιας crowd funding την οποία στήριξε το κοινό. Ωστόσο, φαίνεται πως η ομάδα του Jack Horner αντιμετωπίζει δυσκολίες στα πλάνα της. Επιστημονικές ομάδες έχουν καταφέρει επιτυχώς να αντιστρέψουν τα γονίδια που σχετίζονται με την δημιουργία του ράμφους, δημιουργώντας έμβρυα που παρουσιάζουν σαγόνια σαν αυτά που θα αναμέναμε να δούμε στους δεινόσαυρους (Bhullar, Morris, Sefton, Tok, Tokita, Namkoong, Camacho, Burnham, Arhat, 2015). Η υπόλοιπες μεταποιήσεις στον γενετικό κώδικα, που θα χρειαζόντουσαν για να φέρουμε πίσω έναν δεινόσαυρο, δείχνουν να είναι πιο δύσκολες. Συγκεκριμένα, για την ουρά των δεινοσαύρων, το ανάλογο γονίδια, φαίνεται να μην υπάρχουν πια στο γενετικό υλικό των πουλιών. Μια πρόταση για αυτό το εμπόδιο, είναι η χρήση γενετικού υλικού από άλλα είδη, όπως τους συγγενείς των δεινόσαυρων τους κροκόδειλους. Σε αυτήν την περίπτωση, διακυβεύεται ο αρχικός στόχος του πρότζεκτ, καθώς μιλάμε πλέον λιγότερο για “αποκατάσταση” των δεινοσαύρων και περισσότερο για υβριδισμό, και την δημιουργία ενός νέου οργανισμού ο οποίος μοιάζει επιφανειακά μόνο με δεινόσαυρο.

Saurian

Το Saurian είναι ένα βιντεοπαιχνίδι προσομοίωσης, από το στούντιο παραγωγής Urvogel Games. Στόχος των δημιουργών, ήταν να φτιάξουν το πιο επιστημονικά ακριβές βιντεοπαιχνίδι δεινοσαύρων, επιλέγοντας να βασίσουν τον σχεδιασμό του παιχνιδιού σε εκτενής επιστημονική βιβλιογραφία αντί για fantasy tropes συσχετισμένα με την κατηγορία (SAURIAN, n.d.). Οι δημιουργοί χρηματοδότησαν το πρότζεκτ μέσω καμπάνιας crowd funding, στην οποία εξήγησαν πως το παιχνίδι θα δίνει την δυνατότητα στον παίκτη να



Saurian – Urvogel Games

ζήσει ως ένα από τα έξι διαθέσιμα είδη δεινοσαύρων, σε μια αποστολή επιβίωσης και αναπαραγωγής. Το παιχνίδι κυκλοφόρησε σε Early Access το 2017 με ένα διαθέσιμο είδος δεινόσαυρου για τους παίκτες. Παρότι αυτή η εκδοχή του παιχνιδιού ήταν εμφανώς ημιτελής, με πολλές από τις υποσχέσεις των παραγωγών να λείπουν από το προϊόν, το παιχνίδι παραμένει εντυπωσιακό (Davies, 2017). Οι δεινόσαυροι που συναντά ένας παίκτης, καταφέρνουν να είναι πολύ ρεαλιστικοί και να παρουσιάζουν μια ευρεία γκάμα φυσικών συμπεριφορών. Ακόμη, το περιβάλλον του παιχνιδιού, είναι εξίσου εντυπωσιακό, καθώς οι

δημιουργοί βασίστηκαν πάλι σε επιστημονικές αναφορές για την δημιουργία ενός οικοσυστήματος το οποίο αντικατοπτρίζει την γνώση μας για τον σχηματισμό του Hell Creek, 66 εκατομμύρια χρόνια πριν. Ένας παίκτης, μπορεί να αναμένει να βυθιστεί στον κόσμο της Κρητιδικής περιόδου, παρατηρώντας έναν αριθμό προϊστορικών ζώων και φυτών. Το παιχνίδι έχει αναγνωριστεί για την επιτυχία του στην ρεαλιστική παρουσίαση του προϊστορικού οικοσυστήματος και για τον εκπαιδευτικό του χαρακτήρα. Οι δημιουργοί συνέχισαν για καιρό, να ενημερώνουν το παιχνίδι με νέο υλικό, νέα είδη δεινοσαύρων, και διορθώνοντας όποια πιθανά λάθη τους. Ωστόσο, η παραγωγή φαίνεται να έχει παύσει από τον Ιούνιο του 2023, χωρίς νέες ενημερώσεις.

Όπως μπορούμε να δούμε, ιστορικά η paleoart έχει παίξει κρίσιμο ρόλο στον τρόπο με τον οποίον το κοινό ενημερώνεται αλλά και αλληλεπιδρά με τα επιστημονικά ευρήματα. Παρά το γεγονός ότι οι καλλιτέχνες προσπαθούν κατά κύριο λόγο να αποτυπώσουν πιστά τα αντικείμενα τους, οι τρόποι με τον οποίον επιλέγει κανείς να χρησιμοποιήσει τα μέσα του ποικίλουν και ως αποτέλεσμα υπάρχει ένας ποικιλόμορφος καλλιτεχνικός χώρος. Η paleoart λειτουργεί όπως άλλα καλλιτεχνικά ρεύματα, δημιουργώντας “τάσεις”, επιρροές, αλλά και εξελίσσεται μαζί με το περιβάλλον στο οποίο παράγεται και τις ανάγκες του καταναλωτή.

5.3 Speculative Biology

Με τον όρο speculative biology, αναφαινόμεστε σε φανταστικά έργα, τα οποία απεικονίζουν μη υπαρκτούς οργανισμούς, με αναφορές σε διάφορες βιολογικές διαδικασίες (Shrivastav, 2024). Η speculative biology ασχολείται κατά κύριο λόγο με μελλοντικά, υποθετικά σενάρια. Ωστόσο, βρίσκει κοινό έδαφος με την paleoart καθώς κάποιοι καλλιτέχνες επιλέγουν να δημιουργήσουν με αναφορές σε εξαφανισμένα είδη όπως τους δεινόσαυρους. Θα ήταν εύκολο να απορρίψουμε την speculative biology ως αντιεπιστημονική και καθαρά έργα φαντασίας, τα έργα που ξεχωρίζουν όμως, είναι αυτά τα οποία υποστηρίζονται από επιστημονική έρευνα. Έργα της speculative biology έρχονται για να απαντήσουν ερωτήσεις όπως το τι θα μπορούσε να συμβεί εάν οι δεινόσαυροι επιβίωσαν την μαζική εξαφάνιση του τέλους της Κρητιδικής περιόδου.

Dougal Dixon

Ο Dougal Dixon είναι μία από τις κυριότερες φιγούρες στον χώρο. Ο ίδιος έχει σπουδές στην γεωλογία και την παλαιοντολογία. Το εκπαιδευτικό του υπόβαθρο, είναι αυτό που του επιτρέπει να δημιουργεί νέους, φανταστικούς κόσμους στα βιβλία του, οι οποίοι καταφέρνουν ωστόσο να φαντάζουν εντελώς πιθανοί. Στο βιβλίο του “The New Dinosaurs” ο Dixon οραματίζεται έναν κόσμο όπου η μαζική εξαφάνιση της Κρητιδικής περιόδου δεν συμβαίνει ποτέ (Lydon, 2018). Αντί αυτού, οι δεινόσαυροι στον κόσμο του Dixon, έρχονται αντιμέτωποι με νέες κλιματολογικές συνθήκες, τις συνέπειες της τεκτονικής δραστηριότητας και καλούνται να προσαρμοστούν στο νέο του περιβάλλον μέσω της εξέλιξης από φυσική επιλογή. Αποτέλεσμα είναι νέοι οργανισμοί, οι οποίοι θυμίζουν αμυδρά πλέον τους προγόνους τους. Οι απεικονίσεις των νέων ειδών είναι ενδιαφέρουσες για όποιον τις μελετήσει. Το βιβλίο όμως δεν έχει σκοπό απλά να εντυπωσιάσει, αλλά και να εκπαιδεύσει τον αναγνώστη. Τα κεφάλαια του βιβλίου κάνουν καλή δουλειά εξηγώντας τους λόγους που επέφεραν την εξαφάνιση των δεινοσαύρων και του μηχανισμούς που οδηγούν την εξέλιξη στον κόσμο μας.

All Yesterdays

Το βιβλίο “All Yesterdays” αποτελεί μια συνεργασία παλαιοντολόγων και καλλιτεχνών, η οποία επιχειρεί να επανεξετάσει τον τρόπο με τον οποίο απεικονίζουμε τους δεινόσαυρους. Για τους συγγραφείς, η παρουσίαση των επιστημονικών ευρημάτων, δεν πληρεί το εύρος των δυνατοτήτων της Paleoart (Hone, 2013). Η paleoart έχει την ευκαιρία να παρουσιάσει δίκες της υποθέσεις και προτάσεις για την μορφολογία των αντικειμένων της. Είναι γεγονός πως το περιορισμένο υλικό με το οποίο δουλεύουν οι παλαιοντολόγοι αφήνει κενά στην γνώση μας. Οι δημιουργοί του βιβλίου “All Yesterdays” προσπαθούν να καλύψουν τα κενά αυτά με συμπεριφοριστικά χαρακτηριστικά και υποθετικά ανατομικά χαρακτηριστικά, δημιουργώντας μία πιο πλήρη και ζωντανή εικόνα. Ταυτόχρονα, οι απεικονίσεις του βιβλίου, απορρίπτουν της συμβάσεις και τις τάσεις της paleoart, παίρνοντας ρίσκα με καινοτόμες προτάσεις. Οι δημιουργοί αναγνωρίζουν πως ενώ οι προτάσεις τους παραμένουν δυνητικά πιθανές, είναι αναμενόμενο πολλές από αυτές να απορριφτούν στο μέλλον. Ταυτόχρονα, κάποιες ενδεχόμενες να βγουν αληθινές, με νέες ανακαλύψεις που τις υποστηρίζουν. Σε κάθε περίπτωση, το “πείραμα” του βιβλίου παρουσιάζει μια φρέσκια, απτή εικόνα.

Η speculative biology όπως μπορούμε να δούμε, παρουσιάζει νέες, τολμηρές προτάσεις για την paleoart αλλά και την παλαιοντολογία. Φυσικά, τα έργα της speculative biology δεν μπορούν να σταθούν ως επιστημονικά. Όμως, οι ερωτήσεις που παραθέτει και η κριτική των μέσων που καταναλώνουμε, έχει αξία και χρήζει περαιτέρω εξερεύνησης.

6. Ο ρόλος της τέχνης στην παλαιοντολογία και την εκπαίδευση

Όπως μπορούμε να συμπεράνουμε από τα παραπάνω κεφάλαια, το θέμα της τέχνης, είναι ένα που συνεχίζει διαρκώς να εμφανίζεται σε κάθε τομέα. Ακόμη και στις θετικές επιστήμες, όπου δεν θα αναμέναμε να βρούμε την τέχνη, αυτή πάντα κάνει την εμφάνισή της με κάποιον τρόπο. Είναι λογικό λοιπόν να αναλογιστούμε τον λόγο για την διαρκή παρουσία της τέχνης στην επιστήμη, τον ρόλο που παίζει αυτή σε ένα επιστημονικό ή εκπαιδευτικό περιβάλλον και τις πιθανές εφαρμογές της.

6.1 Η τέχνη ως εκπαιδευτικό εργαλείο

Είναι γεγονός πως ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον, μπορεί να λειτουργεί αντιφατικά με την φύση των νεαρών μαθητών. Παιδιά με υψηλά επίπεδα ενέργειας και περιέργειας, δυσκολεύονται να παρακολουθήσουν ένα μάθημα και να διατηρήσουν ένα υψηλό επίπεδο συγκέντρωσης, όταν η μάθηση δεν είναι διαδραστική (Probine, 2015).

Η τέχνη, μπορεί να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο, το οποίο ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών, καλεί τους μαθητές να εξετάσουν, να παρατηρήσουν και να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Στις μικρότερες ηλικίες, έχει παρατηρηθεί πως η τέχνη προάγει την ανάπτυξη σημαντικών δεξιοτήτων όπως την ικανότητα κριτικής σκέψης, την βελτίωση της αυτοεκτίμησης και της δημιουργικότητας, καθώς και τις κινητικές δεξιότητες. Αυτός είναι ο λόγος που δραστηριότητες στην τέχνη και χειροτεχνίες, συναντώνται συχνά στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα προσχολικών ηλικιών.

Και στο περιβάλλον των μεγαλύτερων τάξεων όμως, η τέχνη δεν περιορίζεται στο μάθημα των εικαστικών. Διαφορετικοί μαθητές, λαμβάνουν πληροφορίες με διαφορετικούς τρόπους. Η οπτική μάθηση, είναι ένας τύπος μάθησης στον οποίο υπάρχουν έντονα εικαστικά στοιχεία, φωτογραφίες, βίντεο, γραφιστικά, με τα οποία οι μαθητές παρατηρούνται πως αφομοιώνουν πληροφορίες ευκολότερα και για περισσότερο χρόνο.

Χρησιμοποιώντας αυτά τα εικαστικά μέσα, οι μαθητές φαίνονται να περνάν πιο ευχάριστα τον χρόνο που αφιερώνουν στην μάθηση, ενώ ταυτόχρονα, το επίπεδο της απόδοσής τους είναι υψηλότερο. Η συμπερίληψη τεχνικών οπτικής μάθησης, δείχνει να κρατά το μαθητικό σώμα σε ενεργή αλληλεπίδραση με το υλικό, διατηρώντας την προσοχή τους και μειώνοντας τον χρόνο που απαιτεί η μελέτη (“Show, Don’t Tell: What it Means to Be a Visual Learner”, 2022)

Φυσικά, η τεχνικές αυτές δεν αφορούν μόνο τις μικρότερες τάξεις, αλλά μαθητές κάθε επιπέδου. Σε έρευνες με μαθητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι μαθητές που είχαν καλλιτεχνικά μέσα ως μέρος του εκπαιδευτικού τους προγράμματος, ανέφεραν πως βρίσκουν την τέχνη να αποτελεί ένα χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο και πως θα την χρησιμοποιούσαν οι ίδιοι για να διδάξουν (Cipriani, Cracolici, Golden, Judd, 2019).

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, σε κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα, είτε μέσω δραστηριοτήτων είτε με την μορφή επιπρόσθετου εκπαιδευτικού υλικού, ο ρόλος της τέχνης στο εκπαιδευτικό περιβάλλον δεν θα έπρεπε να υποτιμηθεί. Η τέχνη δείχνει να είναι καθοριστική στην ανάπτυξη των χαρακτηριστικών και των δεξιοτήτων που προάγουν την

μάθηση, ενώ ταυτόχρονα παρέχει μια καλή εναλλακτική για τους μαθητές οι οποίοι παρουσιάζουν δυσκολίες στην μάθηση με τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας.

6.2 Πρακτικές εφαρμογές της τέχνης στην παλαιοντολογία

Όπως συζητήθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, η τέχνη έχει παίξει κρίσιμο ρόλο στην επικοινωνία των παλαιοντολογικών ανακαλύψεων στο κοινό. Από τα εκθέματα του Crystal Palace ακόμη, η τέχνη βρέθηκε στο επίκεντρο της παλαιοντολογίας, με έναν διαρκή κύκλο, όπου νέες ανακαλύψεις εμπνέουν νέα έργα τέχνης τα οποία κινούν το ενδιαφέρον.

Πιθανώς, το γεγονός πως τα αντικείμενα της παλαιοντολογίας δεν είναι δυνατό να παρατηρηθούν στην φύση όπως οι σύγχρονοι οργανισμοί, είναι ο καταλυτικός παράγοντας για την ανθρώπινη περιέργεια και την ανάγκη για την προσπάθεια απεικόνισης.

Τα μουσεία φυσικής ιστορίας, είναι ίσως το πρώτο παράδειγμα που μπορεί να έρθει στο μυαλό κάποιου. Οι μουσειακοί χώροι σήμερα, καταβάλουν μια σημαντική προσπάθεια για να παρουσιάσουν εκθέματα υψηλής ποιότητας, με σεβασμό στην επιστημονική ακρίβεια. Ταυτόχρονα, η δημιουργικότητα και δεξιότητες που παρατηρείται σε πολλά από αυτά τα εκθέματα, τους προσδίδει ένα εικαστικό ενδιαφέρον, πέρα από τον εκπαιδευτικό και ερευνητικό τους ρόλο.

Το ενδιαφέρον για την προϊστορική ζωή είναι αξιοσημείωτο, ακόμη και από νεαρές ηλικίες, από νεαρά άτομα τα οποία πιθανώς δεν μπορούν ακόμη καν να διαβάσουν. Σε αυτήν την περίπτωση, η τέχνη ξεχωρίζει ως μία διαφορετική μορφή γλώσσας η οποία παρακάμπτει τα εμπόδια πρόσβασης των παραδοσιακών διδακτικών μεθόδων.

Τα εκπαιδευτικά προγράμματα στην τηλεόραση ή τα βιβλία που παρουσιάζουν παλαιοντολογικά ευρήματα, είναι πολυάριθμα και αποτελούν για πολλούς καταναλωτές την πρώτη επαφή με το αντικείμενο. Τα εικαστικά μέσα τα οποία συναντούνται στο υλικό αυτής της κατηγορίας, είναι ποικίλα σε μορφή και ποιότητα, σε κάθε περίπτωση όμως, σχηματίζουν την κοινή ιδέα. Την ίδια στιγμή, οι εξελίξεις στην τεχνολογία και στον τρόπο με τον οποίο καταναλώνουμε οπτικοακουστικά μέσα, έχει επιδράσει στην παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού. Ως αποτέλεσμα σήμερα, πέρα από τις μεγάλες τηλεοπτικές παραγωγές, παρατηρούμε την άνοδο ανεξάρτητων δημιουργών, που επιλέγουν να μοιραστούν τα ενδιαφέροντα τους και τα ευρήματα της έρευνας του στις διάφορες διαδικτυακές πλατφόρμες. Περισσότερα βίντεο παλαιοντολογικού ενδιαφέροντος παράγονται από ποτέ άλλοτε, με χιλιάδες θεατές να συντονίζονται για κάθε ανάρτηση των αγαπημένων τους δημιουργών.

Ωστόσο, αυτή η εφαρμογή της τέχνης, η οποία προορίζεται για μαζική κατανάλωση δεν είναι η μοναδική στον τομέα. Η πραγματικότητα είναι πως ερευνητές, συνεργάζονται συχνά με καλλιτέχνες για διάφορους σκοπούς, με εικαστικά έργα να αποτελούν μέρος επιστημονικών δημοσιεύσεων.

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα, αποτελεί ο ψηφιακός, τρισδιάστατος σκελετός του στεγόσαυρου με το όνομα Sophie. Το 2015, μια έρευνα εξέτασε τον σκελετό ενός στεγόσαυρου, αναθεωρώντας πολλά από όσα πιστεύαμε για την ανατομία του είδους (Barrett, Brassey, Maidment, 2015). Μέρος της δημοσίευσης, αποτελεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο του σκελετού του δεινόσαυρου το οποίο παρουσιάζει τα ευρήματα των ερευνητών και την νέα ανατομία που προτείνουν οι συγγραφείς. Με αυτόν τον τρόπο, το εικαστικό αυτό έργο,

αποτελεί μέρος της επιστημονικής μας γνώσης για το είδος και σημείο αναφοράς για μελλοντικές έρευνες.

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ο ρόλος του εικαστικού υλικού στην διατήρηση και την αρχειοθέτηση των επιστημονικών ευρημάτων. Η φυσική υπόσταση των παλαιοντολογικών ευρημάτων, τα καθιστά ευάλωτα. Δεν υπολείπονται παραδείγματα απολιθωμάτων ανεκτίμητης επιστημονικής αξίας στα οποία δεν έχουμε πια πρόσβαση ή έχουν χαθεί για διάφορους λόγους (φωτιά, κλοπή κ.λπ.). Η τέχνη, σε μορφή φωτογραφιών, σκίτσων ή άλλα, αποτελεί μια σημαντική μορφή αρχειοθέτησης η οποία μας επιτρέπει μια ματιά στα ευρήματα αυτά που έχουν χαθεί. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο πρώτος σκελετός του σπινόσαυρου, ο οποίος βρέθηκε στην Αίγυπτο το 1912 και καταστράφηκε το 1944 κατά την διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου, μαζί με την υπόλοιπη συλλογή του γερμανού παλαιολόγου Ernst Stromer από βομβαρδισμό (“The Strange Saga Of Spinosaurus, The Semiaquatic Dinosaurian Superpredator”, n.d.). Λόγο αυτής της ατυχής συγκυρίας, τα σκίτσα του Stromer και οι απεικονίσεις από τα κόκκαλα, είναι ότι απομένει από τον πρώτο σκελετό του σπινόσαυρου.

Παραμένοντας όμως στον σπινόσαυρο, μας δίνεται η ευκαιρία να αναφερθούμε σε μία ακόμη εφαρμογή της τέχνης στην παλαιοντολογία, όπου ερευνητές δημιουργούν μοντέλα των αντικειμένων τους για να δοκιμάσουν τις θεωρίες τους. Τα μοντέλα αυτά, μπορούν να είναι φυσικά τρισδιάστατα μοντέλα, ή ακόμη και ψηφιακά μοντέλα σε συνθήκες προσομοίωσης. Στην περίπτωση του σπινόσαυρου, νέα απολιθώματα του δεινοσαύρου, παρουσίασαν χαρακτηριστικά τα οποία θα αναμέναμε να δούμε σε κάποιο είδος προσαρμοσμένο για ζωή σε υδροβιότοπους. Συγκεκριμένα, οι σπόνδυλοι της ουράς του ζώου, έδειχναν πως ο σπινόσαυρος είχε προσαρμοστεί για την δυνατότητα να κολυμπάει όπως κάποιος σημερινός κροκόδειλος. Μια ομάδα ερευνητών, δημιούργησε μια ρομποτική ουρά με την οποία είχαν την δυνατότητα να καταγράψουν την ισχύς που θα παρήγαγε η κίνηση της ουράς στο νερό, αποδεικνύοντας πως η ουρά του σπινόσαυρου, θα ήταν πιο αποτελεσματική στο κολύμπι από τις ουρές αποκλειστικά χερσαίων ειδών δεινοσαύρων (Amane, Auditore, Bindellini, Bonadonna, Fabbri, Jakubczak, Joger, Martill, Mattarelli, Ibrahim, Lauder, Maganuco, Pierce, Sasso, Unwin, Wiemann, Zouhri, 2020). Οι ερευνητές συμπεράν πως οι προσαρμογές στην ουρά του σπινόσαυρου, είναι ανάλογες με αυτές σύγχρονων υδρόβιων ζώων και πως ο σπινόσαυρος θα χρησιμοποιούσε την ουρά του για κίνηση σε υδρόβια περιβάλλοντα.

Εφαρμογές της τέχνης στην παλαιοντολογία όπως αυτές, αποτελούν μέρος της επιστημονικής μελέτης. Είναι συναρπαστικές και ανοίγουν νέες πόρτες για την κατανόηση των εξαφανισμένων ειδών. Τα εικαστικά μέσα συνεχίζουν να εξελίσσονται παράλληλα με την τεχνολογία, προσφέροντας μας νέους τρόπους να τα εκμεταλλευτούμε. Σε κάθε περίπτωση, η τέχνη φαίνεται να παρέχει την ευκαιρία για διαδραστική εκπαίδευση, την καταγραφή της επιστημονικής γνώσης αλλά της επέκτασης αυτής.

5. Το έργο μου

Στόχος της έρευνας μου είναι να δημιουργήσω το τρισδιάστατο μοντέλο ενός βελοσιράπτορα (V. Mongoliensis) το οποίο θα συμβαδίζει με τα επιστημονικά δεδομένα και τις αρχαιολογικές, αποτελώντας μία εικόνα όσο πιο κοντά γίνεται στην πραγματικότητα.

Παραδοτέα τις εργασίας, είναι το τρισδιάστατο μοντέλο, δισδιάστατα renders αυτού που το δείχνουν από διαφορετικές γωνίες και ένα βίντεο 360°.

Ακόμη υπάρχουν γραφιστικά που περιγράφουν το έργο, αναφέροντας κάποια επιστημονικά στοιχεία στα οποία βασίζεται αυτό.

5.1 Μέθοδος εργασίας

Για την δημιουργία του έργου υπήρξε εκτενής προεργασία, έρευνας πληροφοριών για τον βελοσιράπτορα από διαφορετικές πηγές. Στην αρχή παρακολούθησα κάποια εκπαιδευτικά βίντεο, από τα οποία άντλησα πηγές για επιστημονικά άρθρα με περισσότερες λεπτομέρειες.

Στόχος αυτής της προεργασίας ήταν να σχεδιαστεί μία πρώτη γενική ιδέα για το μοντέλο. Αφού μάζεψα αρκετές πηγές και πληροφορίες για την μορφολογία του ζώου, ήθελα να έχω κάποιες αναφορές οι οποίες θα με βοηθούσαν στην γλυπτική. Χρησιμοποίησα κάποιες αναφορές που βρήκα έτοιμες, αλλά έφτιαξα και δικά μου σχέδια για αναφορές. Οι αναφορές με ένοιαζε να περιέχουν μόνο την γενική σιλουέτα του ζώου. Για της λεπτομέρειες θα φρόντιζα σε δεύτερο χρόνο.



Ο βελοσιράπτορας του Frederic Wierum ήταν κύρια αναφορά για το έργο μου.

Για να κάνω την δουλειά μου πιο εύκολη, επέλεξα το έργο μου να είναι συμμετρικό, σε μία ουδέτερη πόζα. Αν ξαναδούλευα το έργο από την αρχή,

πιστεύω πως θα το έφτιαχνα σε ένα T – pose, το οποίο θα με βοηθούσε σε κάποια επόμενα βήματα όπως στο να του βάλω φτερά ή άμα ήθελα βάλω σκελετό για animation στο μοντέλο.



Για την διευκόλυνση μου, σχεδίασα μία αναφορά που κρατά τις βασικές μόνο πληροφορίες της μορφολογίας.

Για το μοντέλο μου, δούλεψα στο πρόγραμμα τρισδιάστατων γραφικών Blender, καθώς είναι το μέσο με το οποίο έχω την περισσότερη εμπειρία και καθώς το άφθονο διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό για το λογισμικό, όπως προέβλεψα μου φάνηκε χρήσιμο.

Ένας τρόπος να ξεκινήσω την μοντελοποίηση, θα ήταν να προσθέσω την βασική γεωμετρία με διαφορετικά σχήματα, ώστε να έχω μία βάση που θα έκανε πιο εύκολη την γλυπτική. Προτίμησα όμως να ξεκινήσω κατευθείαν γλυπτική, χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα πινέλα του λογισμικού και τις αναφορές μου.

Αφού έφτιαξα το βασικό μοντέλο, ξεκίνησα να βάζω λεπτομέρειες στο πρόσωπο και τα άκρα του ζώου. Σε αυτό το σημείο, δουλεύω σε ένα μοντέλο με πάρα πολύ μεγάλη γεωμετρία, το οποίο καταναλώνει πολύ υπολογιστική δύναμη. Αφού τελειώσω την γλυπτική και έχω προσθέσει όλα τα χαρακτηριστικά, σύμφωνα με την έρευνα, πρέπει να κάνω κάτι για να απλοποιήσω την γεωμετρία του μοντέλου, ώστε να μπορώ να το επεξεργαστώ καλύτερα.

Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ρετοπολογία. Μέσω της ρετοπολογίας, ένα μοντέλο με δεκάδες χιλιάδες έδρες, μπορεί να μειωθεί σε μερικές εκατοντάδες μόλις έδρες. Σε αυτό το στάδιο, η νέα γεωμετρία σχεδιάζεται πάνω στο υπάρχον μοντέλο, κρατώντας πολύ λιγότερη λεπτομέρεια. Το αποτέλεσμα είναι ένα μοντέλο με την ίδια φόρμα αλλά πολύ πιο απλή γεωμετρία. Έτσι είναι δυνατό να χρωματιστεί το μοντέλο και να το προστεθούν διάφορα textures.

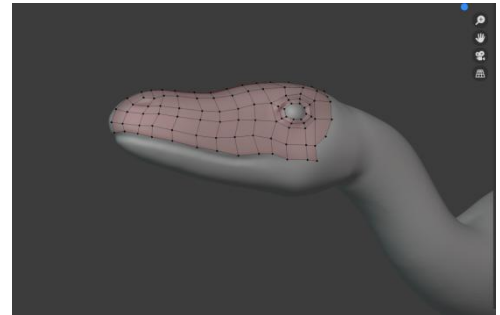
Αφού ολοκλήρωσα την ρετοπολογία, το μοντέλο ήταν πολύ πιο λειτουργικό, όμως είχε σίγουρα χάσει πολύ από την λεπτομέρεια του αρχικού μοντέλου. Σε σημείο που πολλά από τα χαρακτηριστικά του δεν ήταν αναγνωρίσιμα. Η λύση του Blender σε αυτό το πρόβλημα, είναι κάποια modifiers όπως το Shrink Wrap που χρησιμοποιούν ως αναφορά το αρχικό μοντέλο, για να επαναφέρουν όλη την αρχική πληροφορία. Το πρόβλημα είναι πως για να δουλέψουν σωστά τα modifiers χρειάζεται πολύ καλή ρετοπολογία, η οποία ακολουθεί κάποιους κανόνες. Η πιο σημαντικοί εξ αυτών όπως διαπίστωσα είναι η χρήση τετράγωνων μόνο εδρών και κλειστών σχημάτων. Η δική μου ρετοπολογία δεν ακολούθησε πλήρως του κανόνες αυτούς με αποτέλεσμα να μην δουλεύουν σωστά τα modifiers. Έτσι, προσπάθησα ξανά από την αρχή πιο προσεκτικά και στην δεύτερη φορά

είχα ένα πολύ καλύτερο αποτέλεσμα.

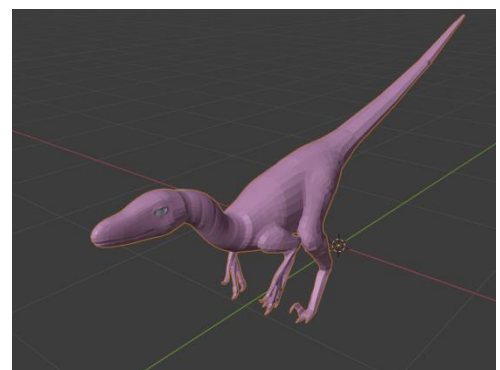
Το μοντέλο ποια είναι σχεδόν έτοιμο. Υπάρχουν ακόμη κάποιες ατέλειες όπως τα σημεία όπου το κεφάλι η τα άκρα ενώνονται με το σώμα. Ξέρω όμως ότι αυτό δεν χρειάζεται να με ανησυχεί γιατί όλα αυτά τα καλυφθούν από τα textures που θα χρησιμοποιήσω για τα πούπουλα με τα οποία θα καλύψω όλο το σώμα. Ακόμη, θέλω να υπάρχουν μεγάλα φτερά στα χέρια και την ουρά του ζώου.

Το κομμάτι των φτερών και των πούπουλων με προβλημάτισε ιδιαίτερα καθώς υπάρχουν μερικοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους μπορώ να τα εισάγω, ο καθένας από τους οποίους έχει τις δικές τους δυσκολίες και θα δώσει ένα διαφορετικό οπτικό αποτέλεσμα.

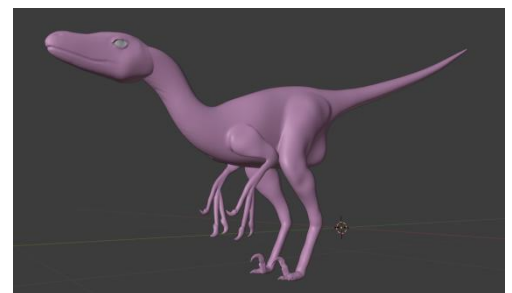
Για αρχή, υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ένα particle system. Τα particle systems είναι ουσιαστικά ένα projection πάνω μοντέλο, μέσω του οποίου μπορούμε να παράγουμε ξεχωριστές τρίχες οι οποίες κάλυπταν το σώμα. Η μέθοδος αυτή δίνει ένα πολύ ρεαλιστικό αποτέλεσμα με πάρα πολλές δυνατότητες για εξατομίκευση. Από την άλλη μεριά όμως, απαιτεί μεγάλη υπολογιστική δύναμη, καθώς εισάγει μεγάλο όγκο πληροφορίας. Αν χρησιμοποιούσα αυτήν την μέθοδο, θα κάλυπτα όλο το σώμα με τρίχες, δίνοντας την εντύπωση πολύ ρεαλιστικού φτερώματος, και θα δημιουργούσα μοντέλα φτερών τα οποία πάλι θα είχα δικά τους particle systems. Συνεπώς, είναι μια πολύ χρονοβόρα ιδιαίτερη διαδικασία. Παρά τις δυσκολίες, μου άρεσε το αποτέλεσμα που θα μπορούσε να δώσει, οπότε



Όπως φαίνεται στην εικόνα, μέσω της ρετοπολογίας, απλουστεύεται η γεωμετρία του αρχικού μοντέλου.



Το νέο μοντέλο, χρησιμοποιεί πιο απλή γεωμετρία, με αποτέλεσμα να διακρίνονται ξεχωριστές έδρες και να χάνεται η λεπτομέρεια.



Μέσω των modifiers, το μοντέλο ανακτά την αρχική του λεπτομέρεια, διατηρώντας την απλή γεωμετρία

προσπάθησα δοκιμαστικά τα το επιχειρήσω. Δυστυχώς, είτε λόγο της συσκευής μου είτε λόγο λάθος τεχνικής, δεν μου ήταν δυνατό να εκτελέσω την ιδέα.

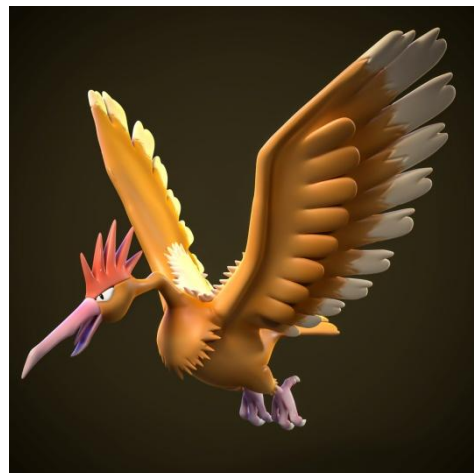
Ύστερα αναζήτησα για έμπνευση σε διάφορα κινούμενα σχέδια και βιντεοπαιχνίδια, για να δω πως αυτά διαχειρίζονται χαρακτήρες με φτέρωμα. Παρατήρησα πως συχνά δεν είναι ανάγκη να υπάρχουν τρισδιάστατα textures για να αποδοθεί το φτέρωμα, αλλά λίγες συγκεκριμένες λεπτομέρειες αρκούν για να περάσει το οπτικό μήνυμα. Η λύση αυτή θα ήταν ίσως η πιο εύκολη στην εκτέλεση, όμως δεν ήθελα το μοντέλο μου να είναι τόσο μινιμαλιστικό. Ακόμη και αν είναι δυνατό να επικοινωνήσουμε μια ιδέα με λίγη πληροφορία, με ενδιέφερε το τελικό αποτέλεσμα να είναι πιο κοντά σε μία ρεαλιστική εικόνα.

Τελικά, για την μέθοδο που χρησιμοποίησα, πήρα έμπνευση από τις φιγούρες, παιχνίδια δεινοσαύρων, τα οποία έχουν μικρές ανάγλυφες λεπτομέρειες για να αναπαραστήσουν το φτέρωμα. Ήθελα να κάποιον τρόπο να αποτυπώσω τις ίδιες ανάγλυφες λεπτομέρειες και στο μοντέλο μου. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποίησα alpha brushes. Πινέλα που λειτουργούν με το blender. Έτσι κάλυψα όλο το μοντέλο και πέτυχα ένα οπτικό αποτέλεσμα που θεωρώ ότι είναι αρκετά κοντά στην πραγματική εικόνα, με κάποιο φυσικά stylization. Με τον ίδιο τρόπο, χρησιμοποίησα διαφορετικά brushes για να δώσω λεπτομέρεια φολίδων στο πρόσωπο και να άκρα. Αυτή η μέθοδος όμως δεν θα με βοηθούσε στα φτερά για τα χέρια με την ουρά του ζώου, που ήθελα να εξέχουν από το σώμα του.

Για τα φτερά αυτά χρησιμοποίησα φωτογραφίες φτερών της οποίες επεξεργάστηκα στο Blender για τους δώσω λίγο όγκο και σχήμα. Στην συνέχεια τα τοποθέτησα ένα προς ένα όπου χρειαζόταν. Το αποτέλεσμα δείχνει αρκετά ρεαλιστικό από τις περισσότερες οπτικές γωνίες, λιγότερο όμως όταν κοιτάμε κάθετα ένα φτερό και αντιλαμβανόμαστε ότι είναι σχετικά επίπεδο, δεν έχει “σώμα”. Επιπλέον, δημιούργησα ένα λοφίο στο κεφάλι του βελοσιράπτορα με κανονική γλυπτική, τραβώντας την γεωμετρία.

Το μόνο βήμα που έμενε πια, ήταν να χρωματίσω το μοντέλο. Από το στάδιο του επέλεγα τα φτερά ακόμη, είχα επιλέξει να χρησιμοποιήσω για αναφορά σημερινά πουλιά όπως ο φασιανός για την χρωματική παλέτα του μοντέλου. Για να χρωματίσουμε ένα μοντέλο στο Blender, υπάρχει μια διαδικασία που ονομάζεται Texture Painting. Σε αυτήν την τεχνική, δημιουργούμε έναν “χάρτη” του μοντέλου, ξετυλίγοντας το και δημιουργώντας επίπεδες επιφάνειες για το χρώμα. Αφού δημιουργηθεί αυτός ο χάρτης, είναι εύκολο να βάψουμε το μοντέλο είτε χρωματίζοντας πάνω σε αυτόν τον χάρτη ή και κατευθείαν πάνω στο μοντέλο. Σε αυτό το βήμα, για το καλύτερο αποτέλεσμα συνήθως μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία γραφίδα. Επιπλέον, εκτός από το μοντέλο του βελοσιράπτορα, έβαψα και τα μάτια του, τα οποία τα διαχειριστικά σαν ξεχωριστά αντικείμενα.

Το μοντέλο πια είναι έτοιμο, οι τελικές πινελιές έχουν να κάνουν τις λειτουργίες του rendering. Στα πρώτα render αντιμετώπισα πολλά προβλήματα, με το μοντέλο να μην εμφανίζεται σωστά. Αφού δοκίμασα να επεξεργαστώ διάφορες ρυθμίσεις, εντόπισα ότι το πρόβλημα δημιουργούταν λόγω των modifiers που είχα χρησιμοποιήσει στο μοντέλο, και μπόρεσα να βρω λύση για να ρεντάρω σωστά το μοντέλο.



Τα βιντεοπαιχνίδια μπορούν να χρησιμοποιούν ελάχιστες λεπτομέρειες για να δείξουν το φτέρωμα ενός χαρακτήρα.

5.2 Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα

Η έρευνα για την δημιουργία του μοντέλου και την συγγραφή της παρούσας εργασίας αποτέλεσε μία εποικοδομητική διαδικασία, η οποία με βοήθησε να καταλάβω τις πολυπλοκότητες και την ιστορία μέσα από τις οποίες έχει προκύψει η σύγχρονη αντίληψη μας για τους δεινόσαυρους και τις βιολογικές διαδικασίες που κινούν την εξέλιξη. Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις για εμένα, αποτέλεσε ο τρόπος με τον οποίον η επιστημονική αντίληψη και οι κοινή ιδέα της εκάστοτε εποχής, αιχμαλωτίζονται από την τέχνη, η οποία λειτουργεί τεκμηριώνοντας την γνώση μας και την επιστημονική πρόοδο. Με αυτόν τον τρόπο, έργα τέχνης τα οποία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως αναχρονιστικά, διατηρούν ενδιαφέρον και αξία, όταν συζητάμε για την εξέλιξη της παλαιοντολογίας.

Στο θέμα της εξέλιξης, θα επισήμαινα τον τρόπο με τον οποίο οι βιολογικές διαδικασίες για τις οποίες διαβάζουμε, μπορούν να παρατηρηθούν στον φυσικό κόσμο και στο εύρος παλαιοντολογικών ευρημάτων. Είναι θαυμάσιο το πώς μελετώντας το κρανίο ενός ζώου, μπορεί κανείς να βγάλει συμπεράσματα για την εξελικτική του πορεία και τον τρόπο ζωής του, χωρίς να το έχει δει ποτέ εν ζωή. Ένας από τους παράγοντες που με ώθησε στο να ασχοληθώ με το θέμα των δεινόσαυρων και της εξέλιξης μέσω φυσικής επιλογής, ήταν η γενικότερη άγνοια του κόσμου για το αντικείμενο, παρά το γεγονός ότι οι περισσότεροι έχουν μεγαλώσει με ερεθίσματα στο περιβάλλον τους, είτε από την τηλεόραση, είτε από το σχολείο. Όπως προκύπτει, η άγνοια ή ακόμη και η άρνηση της επιστήμης (φαινόμενο το οποίο δείχνει να βρίσκεται σε άνοδο), μπορούν εύκολα να αντικρουστούν με απλά παραδείγματα τα οποία μπορεί ο καθένας να παρατηρήσει. Από την άλλη μεριά, είναι σημαντικό να αποφεύγεται η υπερβολική απλούστευση των πληροφοριών, η οποία μπορεί να δώσει λάθος εντυπώσεις και να οδηγήσει σε παρερμηνεύσεις και παραπληροφόρηση.

Όσον αφορά τον βελοσιράπτορα, ο οποίος υπήρξε κύριος χαρακτήρας της έρευνας, αισθάνομαι δικαιωμένος με την επιλογή μου να ασχοληθώ με το είδος, το οποίο παρουσιάζει την ευκαιρία για την μελέτη της μετάβασης των δεινοσαύρων στα πουλιά και τους τρόπους με τους οποίους οι δεινόσαυροι κατέστηκαν να προσαρμοστούν για να επιβιώσουν την τριαδική περίοδο. Πρόκειται για μία πραγματική ιστορία επιτυχίας και επιβίωσης. Ενώ θα μπορούσα πιθανώς να έχω ασχοληθεί με κάποιο διαφορετικό είδος δεινοσαύρου, κάποιον πιο άμεσο πρόγονο των πουλιών, ο βελοσιράπτορας ξεχωρίζει, καθώς η ανακάλυψη του αποτέλεσε μέρος της αναθεώρησης για τους δεινόσαυρους και το πολιτισμικό αντίκτυπο του είδους μπορεί να συγκριθεί ίσως μονάχα με αυτό των τυρανόσαυρων.

Σε ότι έχει να κάνει με των εκπαιδευτικό ρόλο της τέχνης, κατά την έρευνα μου μελέτησα πολλά διαφορετικά έργα από διαφορετικούς καλλιτέχνες, τα οποία μου άνοιξαν τα μάτια στις δυνατότητες μου και στο που θα μπορούσα να κινηθώ με το προσωπικό μου έργο. Θα με ενδιέφερε σε επόμενο χρόνο, να επεκτείνω στο έργο μου και να ασχοληθώ με τους τρόπους που αυτό μπορεί να φτάσει σε περισσότερο κόσμο και να λειτουργήσει ως εκπαιδευτικό υλικό.

Το τρισδιάστατο μοντέλο που δημιούργησα εν τέλει, θεωρώ ότι έχει πετύχει σε μεγάλο βαθμό, παρουσιάζοντας τις πληροφορίες της έρευνας μου σχετικά με τον βελοσιράπτορα και την ανατομία. Έχω κάνει μια ικανοποιητική δουλειά, με σεβασμό στις σύγχρονες παλαιοντολογικές θεωρίες, συμπληρώνοντας τα κενά σημεία, όπου δεν υπάρχει σαφής επικρατούσα άποψη με ενημερωμένες, δυνατές εικασίες. Ένα σημείο που πιστεύω ότι θα μπορούσα να είχα πιέσει τον εαυτό μου και το έργο μου, θα ήταν ίσως με περισσότερες

ανατομικές δομές και υπερβολή, όπου αυτό επιτρέπεται. Παράδειγμα είναι το βιβλίο “All Yesterdays”, στο οποίο αναφέρομαι στην εργασία. Θα μου άρεσε να έκανα κάποιες δικές μου προτάσεις με έργο μου. Από την άλλη μεριά, δεν έχω το επιστημονικό υπόβαθρο των δημιουργών του βιβλίου, όποτε ενδεχόμενος είναι καλύτερο για έμένα σε αυτό το στάδιο να ακολουθήσω την πεπατημένη.

Ένας ακόμη τρόπος με τον οποίον που θα μου άρεσε να επεκτείνω στο έργο μου, θα ήταν με την κίνηση και το περιβάλλον. Μέρος της έρευνας μου ήταν το εύρος της κίνησης του βελοσιράπτορα. Ωστόσο, δεν ένιωσα αρκετά σίγουρος με την γνώση μου στο αντικείμενο ή με την πρακτική μου δεξιότητα στο 3D animation για να επιχειρήσω κάτι τέτοιο. Ο τρόπος με τον οποίον απέδωσα το φτέρωμα του βελοσιράπτορα επίσης, βρίσκω ότι είναι δεσμευτικός στο animation και άμα προσπαθούσα στο μέλλον να κάνω ένα κινούμενο μοντέλο, θα επέλεγα μία διαφορετική μέθοδο για μοντελοποίηση.

Στο τεχνικό κομμάτι, είχα την ευκαιρία να μάθω πολλά για πρώτη φορά στην πράξη. Είχα δουλέψει ήδη στην μοντελοποίηση αλλά τότε κάτι ξανά σε μια δική μου ιδέα, σε αυτήν την κλίμακα. Η μοντελοποίηση ήταν το ευκολότερο κομμάτι. Περισσότερο δυσκολεύτηκα με τα υλικά για το rendering και τα φτερά του βελοσιράπτορα. Άμα δούλευα το πρότζεκτ από την αρχή θα έκανα τα φτερά με διαφορετικό τρόπο, θα τα δούλευα ως μέρος του κυρίου μοντέλου αντί ως πρόσθετα αντικείμενα. Συνολικά όμως, είμαι ευχαριστημένος από το αποτέλεσμα που παρουσιάζω, ταυτόχρονα αναγνωρίζω τις προοπτικές του για εξέλιξη.

Βιβλιογραφία

- Garner Tom, Taylor Ashley, Than Ken, 2022. What is Darwin's Theory of Evolution?. *Live Science* [online] διαθέσιμο από: <https://www.livescience.com/474-controversy-evolution-works.html#section-other-theories-of-evolution> (Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2024)
- Lotzof Kerry. Charles Darwin: History's most famous biologist. *Natural History Museum* [online] διαθέσιμο από: <https://www.nhm.ac.uk/discover/charles-darwin-most-famous-biologist.html> (Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2024)
- Lamoureux Denis, 2004. Theological Insights from Charles Darwin. *University of Alberta* [online] διαθέσιμο από: https://sites.ualberta.ca/~dlamoure/darwin_theology.pdf (Πρόσβαση 5 Ιανουαρίου 2024)
- Anon, 2020. The whale-bear. *University of Cambridge* [online] διαθέσιμο από: <https://www.darwinproject.ac.uk/letters/darwins-works-letters/rewriting-origin-later-editions/whale-bear> (Πρόσβαση 8 Ιανουαρίου 2024)
- Hanneke Meijer, 2018. Origin of the species: where did Darwin's finches come from?. *The Guardian* [online] διαθέσιμο από: <https://www.theguardian.com/science/2018/jul/30/origin-of-the-species-where-did-darwins-finches-come-from> (Πρόσβαση 10 Ιανουαρίου 2024)
- Loewe Laurence, 2008. Genetic mutation. *Nature Education* [online] διαθέσιμο από: <https://www.nature.com/scitable/topicpage/genetic-mutation-1127/> (Πρόσβαση 24 Ιανουαρίου 2024)
- Ruse Michael, 2018. Creationism. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* [online] διαθέσιμο από: <https://plato.stanford.edu/entries/creationism/#Aca> (Πρόσβαση 25 Ιανουαρίου 2024)
- Mowbray Sean, 2023. A Complete Dinosaur Timeline to Extinction: How Long Did They Roam Earth?. *Discover Magazine* [online] διαθέσιμο από: <https://www.discovermagazine.com/the-sciences/the-dawn-of-dinosaurs-to-extinction-how-long-did-they-roam-earth> (Πρόσβαση 18 Φεβρουαρίου 2024)
- Barrett Paul, Charig Alan, Nesbitt Sterling, Sidor Christian, Werning Sarah, 2013. The oldest dinosaur? A Middle Triassic dinosauriform from Tanzania. *The Royal Society* [online] διαθέσιμο από: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2012.0949> (Πρόσβαση 18 Φεβρουαρίου 2024)
- Allen Vivian, Bates Karl, Bishop Peter, Henderson Donald, 2020. Relationships of mass properties and body proportions to locomotor habit in terrestrial Archosauria. *ResearchGate* [online] διαθέσιμο από: https://www.researchgate.net/publication/347487832_Relationships_of_mass_properties_and_body_proportions_to_locomotor_habit_in_terrestrial_Archosauria (Πρόσβαση 18 Φεβρουαρίου 2024)
- Wang Wei, O'Connor Jingmai, 2017. Morphological coevolution of the pygostyle and tail feathers in Early Cretaceous birds. *ResearchGate* [online] διαθέσιμο από: https://www.researchgate.net/publication/320344191_Morphological_coevolution_of_the_pygostyle_and_tail_feathers_in_Early_Cretaceous_birds (Πρόσβαση 18 Φεβρουαρίου 2024)

Broadman Freya, 2011. First evidence that dinosaurs ate birds. *NewScientist* [online] διαθέσιμο από: <https://www.newscientist.com/article/dn21182-first-evidence-that-dinosaurs-ate-birds/> (Πρόσβαση 12 Μαρτίου 2024)

Your Dinosaurs Are Wrong (2020) Velociraptor: Your Dinosaurs Are Wrong #24 [Youtube Video] διαθέσιμο από: <https://www.youtube.com/watch?v=y-3bImbSJCM&t=408s>

Osborn Henry, 1924. Three new Theropoda, Protoceratops zone, central Mongolia. *American Museum of Natural History* [online] διαθέσιμο από: <https://digitallibrary.amnh.org/items/25d800cd-76d7-4ced-9dae-39e46f746def> (Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2024)

Makovicky Peter, Norell Mark, 1997. Important Features of the Dromaeosaur Skeleton: Information from a New Specimen. *Academia* [online] διαθέσιμο από: https://www.academia.edu/48262334/Important_features_of_the_dromaeosaur_skeleton_information_from_a_new_specimen_American_Museum_novitates_no_3215 (Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2024)

Barsbold Rinchen, 1983. Carnivorous Dinosaurs From The Cretaceous of Mongolia [online] διαθέσιμο από: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=ce93489a280d7ad82e619459695e8cebdab5324e> (Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2024)

Castro Joseph., 2016. Velociraptor: Facts About the 'Speedy Thief'. *LiveScience* [online] διαθέσιμο από: <https://www.livescience.com/23922-velociraptor-facts.html> (Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2024)

Hendry Lisa. Vicious Velociraptor: tales of a turkey-sized dinosaur. *National History Museum* [online] διαθέσιμο από <https://www.nhm.ac.uk/discover/velociraptor-facts.html> (Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2024)

Balanoff Amy, Georgi Justin, King Logan, Sipla Justin, 2020. The endocranium and trophic ecology of Velociraptor mongoliensis. *ResearchGate* [online] διαθέσιμο από: https://www.researchgate.net/publication/342834481_The_endocranium_and_trophic_ecology_of_Velociraptor_mongoliensis (Πρόσβαση 15 Μαρτίου 2024)

Motani Ryosuke, Schmitz Lars, 2011. Nocturnality in Dinosaurs Inferred from Scleral Ring and Orbit Morphology. *Science* [online] διαθέσιμο από: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1200043> (Πρόσβαση 9 Απριλίου 2024)

Bishop Peter, 2019. Testing the function of dromaeosaurid (Dinosauria, Theropoda) 'sickle claws' through musculoskeletal modelling and optimization. *PeerJ* [online] διαθέσιμο από: <https://peerj.com/articles/7577/> (Πρόσβαση 18 Μαρτίου 2024)

Makovicky Peter, Norell Mark, Turner Alan, 2007. Feather Quill Knobs in the Dinosaur Velociraptor. *Science* [online] διαθέσιμο από: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1145076> (Πρόσβαση 18 Μαρτίου 2024)

Black Riley, 2022. How We Came to See Dinosaurs in Color. *Natural History Museum of Utah* [online] διαθέσιμο από: <https://nhmu.utah.edu/articles/2023/05/how-we-came-see-dinosaurs-color> (Πρόσβαση 9 Απριλίου 2024)

Black Riley, 2012. Microraptor Was a Glossy Dinosaur. *Smithsonian Magazine* [online] διαθέσιμο από: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/microraptor-was-a-glossy-dinosaur-119691559/> (Πρόσβαση 9 Απριλίου 2024)

Singer Emily, 2015. How Dinosaurs Shrank and Became Birds. *Quanta Magazine* [online] διαθέσιμο από: <https://www.quantamagazine.org/how-birds-evolved-from-dinosaurs-20150602/#comments> (Πρόσβαση 8 Φεβρουαρίου 2024)

Jeewandara Thamarasee, 2020. Shrinking dinosaurs and the evolution of endothermy in birds. *Phys.org* [online] διαθέσιμο από: https://phys.org/news/2020-01-dinosaurs-evolution-endothermy-birds.html#google_vignette (Πρόσβαση 8 Φεβρουαρίου 2024)

Ashworth James. Palaeoart: The history of bringing dinosaurs back to life. *National History Museum* [online] διαθέσιμο από: <https://www.nhm.ac.uk/discover/palaeoart-the-history-of-bringing-dinosaurs-back-to-life.html> (Πρόσβαση 21 Απριλίου 2024)

Oregon Public Broadcasting (2021) Jurassic Art -- Drawing Dinosaurs | Oregon Art Beat [Youtube Video] διαθέσιμο από: <https://www.youtube.com/watch?v=iuqZTdfiGHE> (Πρόσβαση 21 Απριλίου 2024)

Osterloff Emily. The world's first dinosaur park: what the Victorians got right and wrong. *National History Museum* [online] διαθέσιμο από: <https://www.nhm.ac.uk/discover/crystal-palace-dinosaurs.html> (Πρόσβαση 21 Απριλίου 2024)

Black Riley, 2011. The Ghost of Slumber Mountain. *Smithsonian Magazine* [online] διαθέσιμο από: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-ghost-of-slumber-mountain-53546955/> (Πρόσβαση 21 Απριλίου 2024)

McDermott Amy, 2020. Science and Culture: Dinosaur art evolves with new discoveries in paleontology. *National Library of Medicine* [online] διαθέσιμο από: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7022217/> (Πρόσβαση 21 Απριλίου 2024)

Coules Victoria, 2019. Introducing.. Charles R. Knight: Bringing Dinosaurs to Life. *Paleomedia* [online] διαθέσιμο από: <https://paleomedia.blogs.bristol.ac.uk/2019/08/02/meet-charles-r-knight/> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Crawley Creatures [ιστοσελίδα] διαθέσιμο από: <https://crawley-creatures.com> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Templeton Graham, 2015. Why Paleontologists Get Riled Up Over This 'Heretical' Pterosaur Concept Art. *Vice* [online] διαθέσιμο από: <https://www.vice.com/en/article/vvb8kj/why-paleontologists-get-riled-up-over-this-heretical-pterosaur-concept-art> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Willoughby Emily. About the Illustrator. *Emily Willoughby* [online] διαθέσιμο από: <https://emilywilloughby.com/art/about> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Landers Jackson, 2014. Paleontologist Jack Horner is hard at work trying to turn a chicken into a dinosaur. *The Washington Post* [online] διαθέσιμο από: https://www.washingtonpost.com/national/health-science/paleontologist-jack-horner-is-hard-at-work-trying-to-turn-a-chicken-into-a-dinosaur/2014/11/10/cb35e46e-4e59-11e4-babe-e91da079cb8a_story.html (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Bhullar Bhart-Anjan, Morris Zachary, Sefton Elizabeth, Tok Atalay, Tokita Masayoshi, Namkoong Bumjin, Camacho Jasmin, Burnham David, Abzhanov Arhat, 2015. A molecular mechanism for the origin of a key evolutionary innovation, the bird beak and palate, revealed by an integrative approach to major transitions in vertebrate history. *Wiley Online Library* [online] διαθέσιμο από: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/evo.12684> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

SAURIAN [ιστοσελίδα] διαθέσιμο από: <https://saurianguame.squarespace.com> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Davies Samuel, 2017. Saurian – A Dinosaur Life Simulator First Look. *Invision Game Community* [online] διαθέσιμο από: <https://invisioncommunity.co.uk/saurian-dinosaur-life-simulator-first-look/> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Shrivastav Abhinav, 2024. Exploring the Fascinating World of Speculative Biology. *Medium* [online] διαθέσιμο από: <https://medium.com/@abhinavshrivastav2008/exploring-the-fascinating-world-of-speculative-biology-12ea57a5fae8> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Lydon Susannah, 2018. Speculative biology: understanding the past and predicting our future. *The Guardian* [online] διαθέσιμο από: <https://www.theguardian.com/science/2018/may/30/speculative-biology-understanding-the-past-and-predicting-our-future> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Hone Dave, 2013. All Yesterdays – book review. *The Guardian* [online] διαθέσιμο από: <https://www.theguardian.com/science/lost-worlds/2013/mar/24/dinosaurs-fossils> (Πρόσβαση 27 Απριλίου 2024)

Probine Sarah, 2015. The visual arts as a learning tool within an early childhood setting. *NZCER* [online] διαθέσιμο από: <https://www.nzcer.org.nz/nzcerpress/curriculum-matters/articles/visual-arts-learning-tool-within-early-childhood-setting> (Πρόσβαση 10 Μαΐου 2024)

Cipriani Nicole, Cracolici Vincent, Golden Daniel, Judd Ryan, 2019. Art as a Learning Tool: Medical Student Perspectives on Implementing Visual Art into Histology Education. *ResearchGate* [online] διαθέσιμο από: https://www.researchgate.net/publication/334642975_Art_as_a_Learning_Tool_Medical_Student_Perspectives_on_Implementing_Visual_Art_into_Histology_Education (Πρόσβαση 10 Μαΐου 2024)

Fielder Barbara, 2022. Role of Art in Education. *Art Business News* [online] διαθέσιμο από: <https://artbusinessnews.com/2022/04/role-of-art-in-education/> (Πρόσβαση 10 Μαΐου 2024)

Anon, 2022. Show, Don't Tell: What it Means to Be a Visual Learner. *Bay Atlantic University* [online] διαθέσιμο από: <https://bau.edu/blog/visual-learner/> (Πρόσβαση 10 Μαΐου 2024)

Barrett Paul, Brassey Charlotte, Maidment Susannah, 2015. The Postcranial Skeleton of an Exceptionally Complete Individual of the Plated Dinosaur *Stegosaurus stenops* (Dinosauria: Thyreophora) from the Upper Jurassic Morrison Formation of Wyoming, U.S.A., *Plos One* [online] διαθέσιμο από: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0138352> (Πρόσβαση 10 Μαΐου 2024)

Anon. The Strange Saga Of Spinosaurus, The Semiaquatic Dinosaurian Superpredator. *Carnegie Museum of Natural History* [online] διαθέσιμο από: <https://carnegiemnh.org/the-strange-saga-of-spinosaurus-the-semiaquatic-dinosaurian-superpredator/> (Πρόσβαση 10 Μαΐου 2024)

Amane Ayoub, Auditore Marco., Bindellini Gabrielle, Bonadonna Davide, Fabbri Matteo, Jakubczak Juliana, Joger Ulrich, Martill David, Mattarelli Diego, Ibrahim Nizar, Lauder George, Maganuco Simone, Pierce Stephanie, Sasso Cristiano, Unwin David, Wiemann Jasmina, Zouhri Samir, 2020. Tail-propelled aquatic locomotion in a theropod dinosaur. *Nature* [online] διαθέσιμο από: <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2190-3> (Πρόσβαση 10 Μαΐου 2024)